

Comunicando la ciencia del cambio global a la sociedad

Evaluación y estudios de caso

Editores

Holm Tiessen

Mike Brklacich

Gerhard Breulmann

Rômulo S. C. Menezes



Índice

<i>Acrónimos, siglas y algunas aclaraciones</i>	iii
<i>Prólogo por Margaret S. Leinen y Paul E. Filmer</i>	v
<i>Agradecimientos</i>	ix
1. El porqué de este libro: introducción y síntesis Holm Tiessen	1
I. Temas transversales	
2. Encaminando la investigación hacia su aplicabilidad en la política Mark D. Stauffer, Walter E. Baethgen, Ricardo L. Berbara, Ernesto Caetano, Alejandro Castellanos, Barbara Göbel, Michael E. McClain, Rômulo S. C. Menezes y Arturo Sanchez-Azofeifa	9
3. Los <i>stakeholders</i> y la ciencia del cambio ambiental global Mike Brklacich, I. Foster Brown, Edmo J.D. Campos, Alex Krusche, Allan Lavell, Kam-biu Liu, Juan J. Jiménez-Osornio, Susanne Reyes-Knoche y Charles Wood	19
4. ¿Cómo incorporar la ciencia del cambio ambiental global al proceso político? John Ingram, John Stone, Ulisses Confalonieri, Theresa Garvin, Peter R. Jutro, Carlos A. Klink, Brian H. Luckman, Elke Noellemeyer y Peter M. de Toledo	35
5. Comunicando la ciencia a los medios, los tomadores de decisiones y el público Theo Beckers, Maureen Woodrow, Paul E. Filmer, Sônia M. F. Giancesella, Laura Gallardo Klenner, Carlos A. Klink, Jean-François Tourrand, Peter Weingart	47
II. Marco conceptual	
6. Comunicación científica en los medios de las sociedades democráticas Peter Weingart	57
7. Las instituciones como productoras y usuarias de la ciencia Peter R. Jutro	66
8. Vulnerabilidad de las sociedades al cambio ambiental global Mike Brklacich, May Chazan y Andrew Dawe	78
9. El desafío de la interdisciplinariedad Barbara Göbel	94
10. Marcos legales, biodiversidad y ciencia Susanne Reyes-Knoche	102

III. Ejemplos de la interacción ciencia-política

11. La experiencia de las redes amazónicas LBA y GEOMA en la integración de las agendas ambientales y sociales Peter M. de Toledo, Ima C. G.Vieira, Gilberto Câmara y Carlos A. Nobre	114
12. Estudio de la variabilidad climática presente, pasada y futura en las Américas a partir de medio ambientes arbolados Brian H. Luckman	125
13. La variabilidad climática y sus impactos en México, América Central y el Caribe Victor Magaña y Ernesto Caetano	137
14. <i>Stakeholders</i> y tomadores de decisiones en un estudio sobre cambios globales en el Atlántico Sur Edmo J.D. Campos y Alberto R. Piola	143
15. Variabilidad y cambios climáticos en el Cono Sur Mario N. Nuñez	151
16. Cambios en el uso del suelo en zonas semiáridas de las Américas: biogeoquímica, impactos sociales y políticas Rômulo S. C. Menezes, Elke Noellemeyer, Ignácio H. Salcedo, Juan J. Jiménez-Osornio, y Holm Tiessen	154
17. Ganadería, uso del suelo y deforestación en Brasil, Ecuador y Perú Charles H. Wood y Jean-François Tourrand	165
18. Efectos del cambio global en la vegetación de las altas montañas y las sabanas tropicales Carlos A. Klink, Juan F. Silva, Aura Azócar, Juan González, y Ricardo Herrera-Peraza	173
19. La investigación del cambio global como herramienta para mejorar las políticas y el manejo de los ríos amazónicos Michael E. McClain, Remigio Galárraga-Sánchez, Carlos A. Llerena y José Efraín Ruiz	179
20. Modelo participativo para integrar a los <i>stakeholders</i> en la ciencia: impactos del aumento de la radiación ultravioleta-B en los servicios ecosistémicos Marjan van den Belt, Robert Costanza, Serge Demers, Susana Díaz, Gustavo A. Ferreyra, Sônia M. F. Gíanesella, Evamaria W. Koch, Fernando R. Momo y Maria Vernet	187
21. ENOS y gestión de riesgo: ciencias sociales y naturales, implicancias políticas y participación de <i>stakeholders</i> Allan Lavell	195
22. Diagnóstico y predicción de la variabilidad del clima y sus impactos en la salud humana Ulisses Confalonieri	203
<i>Lista de autores</i>	209

Acrónimos, siglas y algunas aclaraciones

Acerca del IAI

El Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI) es una organización intergubernamental que tiene por misión *“desarrollar la capacidad para comprender el impacto integrado de los cambios globales pasados, presentes y futuros en el medio ambiente regional y continental de las Américas y promover la investigación cooperativa y la acción informada en todos los niveles”*.

El IAI fue creado en respuesta al llamado de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) de 1992. En dicho llamado se solicitaba la creación de una entidad internacional que abordara la problemática de los cambios ambientales globales con un enfoque regional, para producir información científica que ningún país puede producir individualmente. El Instituto cuenta en la actualidad con 19 países miembro: Argentina, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Estados Unidos de América, Guatemala, Jamaica, México, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela. Para más información, visite: www.iai.int

El CRN

Primera ronda del Programa de Redes de Investigación Cooperativa (CRN I): Este programa fue creado para implementar redes –multidisciplinarias, multinacionales y con el objetivo de integrar las ciencias naturales y sociales- para que investigadores de diferentes instituciones trabajen en forma conjunta e integrada y brinden resultados útiles para la política y la toma de decisiones de todas las áreas y niveles. En el marco de este programa tendiente a cumplir la misión del IAI se otorgaron catorce subsidios, que fueron administrados por la Dirección Ejecutiva del IAI.

Acerca de SCOPE

El Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente (SCOPE) fue fundado por el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU) en 1969. Reúne a científicos de las áreas naturales y sociales para identificar cuestiones ambientales emergentes o potenciales y abordar conjuntamente la naturaleza y solución de

los problemas ambientales con una base global. SCOPE se ubica en la interfaz entre los sectores científicos y de toma de decisiones. Su foco interdisciplinario y crítico en el conocimiento disponible brinda herramientas analíticas y prácticas para promover la investigación y un manejo más sustentable de los recursos del planeta. Los miembros de SCOPE, treinta y ocho academias nacionales de ciencias y consejos de investigación junto con veintidós asociaciones, comisiones y sociedades científicas internacionales, conducen y desarrollan su programa científico.

Acerca de los Editores

Holm Tiessen es Director Ejecutivo del Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI) y Profesor, actualmente de licencia, de la Georg-August Universität de Göttingen, Alemania.

Gerhard Breulmann, ecólogo terrestre, es Oficial Científico del IAI en São José dos Campos, Brasil.

Mike Brklacich es Profesor de Geografía y Estudios Ambientales de la Universidad de Carleton en Ottawa, Canadá, y preside el Comité Asesor Científico del IAI.

Rômulo S. C. Menezes es Profesor Adjunto del Departamento de Energía Nuclear de la Universidad Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

Traducción e interpretación: Elvira Gentile y Paula Richter

Edición: Rocío Díaz Chavez

Acrónimos

CAG: Cambio ambiental Global

Co-PI: Investigador Co-principal

CRN: Programa de Redes de Investigación Cooperativa

IAI: Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global

PI: Investigador principal

Copyright © 2007 Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE): Communicating global change science to society : an assessment and case studies / edited by Holm Tiessen ... [et al.]

Prólogo

Margaret S. Leinen y Paul E. Filmer

*National Science Foundation
Arlington, Virginia, Estados Unidos*

En los últimos veinte años, los gobiernos del mundo comenzaron a reconocer que los cambios en el medio ambiente afectaban cada vez más las actividades humanas. La provisión de elementos básicos— abrigo, agua y alimentos— puede verse alterada por ciclos climáticos decenales y de mayor período así como por otros procesos del sistema Tierra, entre los que se cuentan los desastres, que son más intensos, más frecuentes o involucran más personas. Se está tomando conciencia de que el medio ambiente ya no es una constante confiable, que los recursos no son inagotables y que ya no se puede contar con que “todo siga igual”.

Las autoridades nacionales destinan altos presupuestos para que la comunidad científica observe e investigue los procesos del planeta, sus tendencias, los eventos abruptos y los desastres y están particularmente interesados en lo que podrían ser los “puntos de inflexión” de sistemas caóticos como el clima. La investigación científica básica -y sus hallazgos- será siempre el motor de estos estudios; sin embargo, su *relevancia* ha cobrado proporciones cada vez mayores. Los Gobiernos necesitan de la contribución activa de la Ciencia (donde Ciencia se entiende por el más grande emprendimiento conjunto de las ciencias naturales y sociales) para solucionar los problemas causados por las interacciones complejas y no lineales entre el medio ambiente cambiante y las estructuras sociales.

Varios grupos se están concentrando en la necesidad de integrar la investigación científica con el proceso de formulación de políticas. La comunidad internacional para el desarrollo está preocupada por la sustentabilidad de la agricultura, el manejo de los recursos hídricos, la desertificación y el planeamiento urbano. Dichos temas tienen el cambio global por factor común y requieren una respuesta de la Ciencia. En el área no gubernamental se sabe que desconocer el cambio climático puede hacer que las decisiones sobre la asignación de recursos a determinados lugares y especies no sean las más adecuadas.

Los donantes nacionales e internacionales también están prestando atención a esta temática. Durante la próxima década habrá más presiones para que la investigación del cambio ambiental global establezca conexiones con las necesidades de los gobiernos y haga aportes significativos a la toma de decisiones. Los estados miembro de las Naciones Unidas procuran alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio, inextricablemente ligados a la integración entre la información científica y el desarrollo de políticas.

Para muchos científicos e instituciones de investigación, se trata de un contexto nuevo. Las agencias de financiamiento también enfrentan las dificultades de aprehenderlo. Así, hasta ahora no habían tenido que administrar las interacciones entre diferentes áreas de la ciencia y la política lo que, con este enfoque actualmente resulta imprescindible. El Protocolo de Montreal de 1987 sobre el Ozono es un ejemplo de los éxitos logrados en el pasado. Sin embargo, pese a las significativas dificultades ya asociadas a la base científica sobre la que se negociaba este protocolo, los investigadores saben que la problemática del cambio ambiental global en su conjunto, entraña una complejidad aún mayor y que, casi todas las cuestiones científicas simples ya fueron tratadas.

El panorama de la ciencia del cambio ambiental global está evolucionando rápidamente. Las ciencias del sistema Tierra han hecho una buena transición al trabajo en equipo *dentro* de su comunidad, pero recién están empezando a conectarse con científicos sociales y otros grupos no científicos (como el de políticas y especialistas en medios de comunicación). Otras disciplinas, como la ingeniería y la medicina, llevan más tiempo (siglos en algunos casos) trabajando interactivamente y, sin duda, responderán de manera más efectiva a este nuevo desafío. La comunidad de la ciencia del cambio ambiental global y sus instituciones deben adaptarse a este nuevo modo de cooperación si pretenden hacer aportes a un futuro sostenible.

En el futuro, las crisis relacionadas con el clima podrían causar la *reducción* de los recursos disponibles para la ciencia del cambio ambiental global por tres causas. Primero, los daños causados por eventos extremos (como los huracanes en la Costa del Golfo en Estados Unidos) que obligan a reorganizar la estructura

de financiamiento del gobierno para destinar fondos a disciplinas capaces de responder en escalas de tiempo cortas (y por lo tanto percibidas como *relevantes*): servicios médicos, servicios sociales, acciones de logística y reconstrucción y otras. La habilidad de la Ciencia para ofrecer respuestas en horas, días o incluso semanas es limitada; el valor *inmediato* de la información que se brinda actualmente es extremadamente bajo a pesar de sus beneficios a largo plazo. Segundo, los eventos extremos suelen estar limitados geográficamente en comparación con muchos otros aspectos del cambio global. Paradójicamente, las crisis regionales y locales pueden tener un mayor impacto en las prioridades de financiamiento que las globales, aún cuando los eventos locales se vean exacerbados por el cambio *global*. En tercer lugar, está la diferencia fundamental entre las escalas de tiempo que rigen los intereses políticos y públicos. Sin un esfuerzo concertado de la comunidad científica hacia la toma de conciencia y la educación sobre cuestiones del cambio ambiental global, los fenómenos que ocurren en escalas de tiempo decenales—por no mencionar los ciclos de centurias, milenios o mayores—resultarán poco atractivos para la política y el público, que determinan el destino de los recursos económicos.

Si la Ciencia no se pone a la altura de la situación, corre el riesgo de volverse *irrelevante* en la cadena de decisiones políticas sobre sustentabilidad y, lo que es probablemente peor, la comunidad científica podría perder terreno en el área del financiamiento. Es por ello, que se requerirá de una mayor coordinación interna entre las ciencias naturales y sociales y sus estructuras de gobernanza, así como de un diálogo continuo con importantes actores sociales externos, incluyendo el sector político, laboral y privado. Las interacciones con los *stakeholders* requerirán de una *gestión adaptable*, que influya en todos los niveles, incluyendo las agencias de financiamiento gubernamentales. La administración de proyectos (a cargo de los científicos y las instituciones receptoras de los subsidios, así como de las agencias que las supervisan) tendrá que dejar un margen para la flexibilización de los objetivos de los proyectos y los cambios en la forma básica de medir la investigación científica y su productividad. Los presupuestos tendrán que reajustarse para cubrir las necesidades crecientes en cuanto a comunicación, difusión e interacción.

La renuencia histórica de la ciencia a involucrarse en este proceso se debe a que los científicos creen que involucrarse con cuestiones políticas, cuya vida media es relativamente breve, sólo puede darse a expensas de su credibilidad en el largo plazo. Debe establecerse con los gobiernos un diálogo cuidadosamente orientado acerca de lo que es “necesario para la política” en el presente y de cuáles son los indicadores de impacto.

Este libro explora la frontera interactiva entre la ciencia y la política buscando los puentes entre ambas, todo ello, en el contexto de la investigación innovadora realizada en las Américas, con el patrocinio principal del Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI), organización intergubernamental de apoyo a la ciencia. Pese a las dificultades que significó conformar nuevas redes de investigación, en este libro se exponen varios casos que demuestran que las interacciones entre la ciencia y la política pueden, en efecto, modificar los enfoques gubernamentales locales y nacionales. Curiosamente, uno de los mayores logros del IAI fue la formación de un grupo de administradores académicos que ahora tiene la capacidad de manejar proyectos de investigación que involucran múltiples instituciones, monedas y disciplinas, buscando también financiamiento en las agencias regionales de desarrollo.

Los procesos de formulación de políticas y los de la ciencia casi siempre difieren de las ideas preconcebidas. En vez de constituir procesos lineales del tipo planteo-análisis-solución, ambos son complejos, no lineales, iterativos y tratan con múltiples interrogantes interconectados y cambiantes. No puede esperarse entonces que una cooperación más estrecha entre ciencia y política sea simple. Todos los actores deben aprender algo sobre las particularidades de la cultura de los otros.

Sería deseable y provechoso que esa cooperación se inicie.

Agradecimientos

Este libro, el taller que dio origen a los capítulos transversales y las Redes de Investigación Cooperativa (CRNs), fuente de todos los estudios de caso presentados en el libro salvo uno fueron financiadas por el subsidio CRN I (ATM 9907233) otorgado al Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI) por la Fundación Nacional de Ciencias de Estados Unidos.

Véronique Plocq-Fichelet, directora ejecutiva de SCOPE; Susan Greenwood-Etienne de la Secretaría de SCOPE en París y Luis Marcelo Achite, Roseli Luz e Isabel Vega de Maldonado del IAI contribuyeron de manera esencial antes y durante el taller. El personal del Hotel Recanto das Toninhas en Ubatuba creó un excelente ambiente de trabajo para escribir los capítulos transversales. Florence Carmont estuvo a cargo de la preparación de los manuscritos para el editor.

El análisis ciencia-política realizado en el presente libro sirvió para la realización del Informe para la Política No. 3 de UNESCO-SCOPE, publicado en diciembre de 2006.

John W. B. Stewart, Jefe de redacción

Secretaría de SCOPE

51 Boulevard de Montmorency, 75016 París, Francia

I

El porqué de este libro: introducción y síntesis

Holm Tiessen

El cambio global existe desde siempre y siempre ha tenido algún impacto en la humanidad. Doce mil años atrás, los cazadores emigraron de la región del Sahara que se estaba aridizando y los pueblos del Norte colonizaron las tierras fértiles que quedaron al descubierto después del retroceso de los glaciares de la última edad de hielo. Hace tan sólo cien años, algunas de estas tierras fértiles fueron ocupadas principalmente por agricultores europeos que habían migrado hacia América del Norte, muchos de ellos, movidos por las sequías del sur de la Unión Soviética. Durante gran parte de la historia del hombre, las personas reaccionaron al cambio climático adaptándose o huyendo de las presiones ambientales y buscando oportunidades. En el mundo de hoy, más poblado y rico, las posibilidades de escapar se ven limitadas, sin embargo el conocimiento y los estudios científicos sistemáticos mejoraron las opciones de adaptación. Al mismo tiempo, la humanidad en si se convirtió en un importante generador del cambio global. Esta es la raíz de una creciente demanda para que la ciencia prediga el ritmo, forma y extensión del cambio global; brinde ayuda para las decisiones sobre mitigación; y guíe el proceso de adaptación.

En respuesta a estas demandas, la ciencia se está transformando para tener una mayor aplicabilidad social y política, tanto en la elección de su materia de estudio como en la comunicación de sus resultados.

Estas transformaciones no siguen un proceso lineal o planeado sino que se dan sin dirección, a medida que los científicos y las instituciones de investigación responden a los cambios en el financiamiento de la ciencia, las tendencias y las políticas científicas. Este libro presenta un conjunto de experiencias de las Redes de Investigación Cooperativa (CRNs) del IAI y un análisis de la interfaz política desarrollada en ellas. Los investigadores contribuyeron con la sección *Temas transversales (intersectoriales)* y fueron entrevistados sobre la pertinencia política, su comunicación con los tomadores de decisiones y la difusión de sus proyectos. Algunos CRNs no tuvieron componente de políticas; aunque alegaron un valor político intrínseco basado en la excelencia e importancia científica de sus estudios, no intentaron transmitirlo a la sociedad o los responsables de políticas.

La mayoría de las redes comenzó sin una agenda política y la fue desarrollando en el curso de los cinco o seis años de los proyectos a medida que surgían las oportunidades como resultado del contacto de los investigadores con las necesidades sociales. Sólo uno de los proyectos estuvo completamente inmerso en la política gubernamental, ya que tuvo su base en el área de gobierno y se concentró en problemas de la salud pública derivados del cambio global. No obstante esta integración, incorporar los descubrimientos científicos en la práctica resultó difícil, pues los médicos no hallaron el modo de aplicar en su trabajo cotidiano las predicciones y probabilidades de epidemias basadas en eventos climáticos.

El cambio global hace flaquear el desarrollo y el crecimiento económico, en consecuencia, cualquier respuesta requiere de un enfoque político, además del científico o técnico. Ante esta realidad, cabe que la sociedad se plantee las siguientes preguntas: desarrollo y crecimiento, ¿De qué? ¿Para quién? ¿A qué precio? Las políticas “verdes” suelen plantear desafíos porque llaman la atención sobre lo que *no* debería hacerse y por lo tanto ponen de relieve el aspecto “negativo” de lo “positivo” del desarrollo y el crecimiento. La legitimidad de estas políticas se basa en la necesidad de armonizar el desarrollo con la capacidad de los sistemas terrestres para sostener a la humanidad, por eso se funda en el conocimiento científico. El dilema surge porque en una democracia, los tomadores de decisiones acostumbran a definir sus estrategias a través de un proceso de confrontación, mientras que en cuestiones de cambio global se ven obligados a la persuasión en un continuo proceso de aprendizaje vinculado a la ciencia. Dada esta delicada situación, y para poder influir con éxito en la política y en las decisiones o acciones de las sociedades, la ciencia debe cumplir con una serie de requisitos que trascienden las medidas tradicionales de calidad científica. Las cualidades requeridas son la *credibilidad*, la *aceptabilidad*, el *sentido práctico*, la *utilidad* y la *accesibilidad*.

La *credibilidad* científica se apoya en la revisión por pares de las propuestas, los métodos de investigación y los resultados. Una credibilidad más amplia deriva comúnmente de la aprobación de fuentes de financiamiento o autoridades que cuentan con la confianza de la sociedad o sus representantes.

La *credibilidad* y la *aceptabilidad* se ven fortalecidas cuando los responsables de políticas se involucran en el proceso de investigación, comenzando con el marco inicial de los interrogantes científicos. Para que su participación se mantenga, los científicos deben estar dispuestos a participar en la comunicación y ser sensibles a las demandas del sector de formulación de políticas. Una lección difícil para muchos investigadores es que la aplicabilidad en la política no depende únicamente de la ciencia de buena calidad, ya que además es necesario un compromiso continuo y paciente para transmitir el mensaje científico a los interlocutores adecuados. También puede ser necesario traducir este mensaje y presentarlo según el público receptor, un trabajo que tiene por sello distintivo la subcontratación. Sin embargo, la ciencia del cambio ambiental global (CAG) no puede regirse exclusivamente por las necesidades que la sociedad plantea, sino que también debe ser proactiva, adelantándose a sus demandas.

El desarrollo de la pertinencia política ha incrementado el compromiso de muchos científicos, integrándolos en la comunicación continua con los diferentes *stakeholders*. En este proceso hay que tomar medidas preventivas contra las parcialidades, ya que la defensa de un punto de vista dado podría socavar la neutralidad que se exige a la ciencia. Una de las conclusiones de la investigación de los riesgos climáticos es que los eventos naturales no provocan las vulnerabilidades humanas sino que sólo las ponen al descubierto. La cooperación estrecha entre las ciencias naturales y sociales es fundamental para establecer cadenas causales completas entre los fenómenos naturales y las condiciones humanas. Esta interdisciplinariedad ha sido una de las tareas más difíciles y menos exitosas de las redes de investigación y cuando tuvo lugar, consistió más en sumar disciplinas que en integrarlas.

Los investigadores tienen que entender la relación entre política como plan de acción (*policy*) y política como actividad gubernamental (*politics*)¹ e identificar a quién favorecen o perjudican sus conclusiones científicas. Para lograr una influencia, deben hallar a la persona, el momento y el idioma adecuados para transmitir su mensaje. Generalmente, se trata de una tarea difícil. En su intento por comunicarse con la sociedad y lograr la aplicación de sus resultados, varios proyectos recurrieron a “intermediarios”, en su mayoría

1 N.T.: En inglés existe una distinción entre el término *policy* (plan de acción adoptado por una persona o grupo social para guiar y determinar decisiones presentes y futuras) y *politics* (arte o ciencia del gobierno, de dirigir e influir en el rumbo gubernamental o de ganar y mantener el control de un gobierno). Esta distinción no existe en español y se utiliza *política* para ambas acepciones. En general, en este libro, política se refiere a *policy*.

organizaciones no gubernamentales (ONGs). Las ONGs involucradas en la búsqueda de alternativas para el desarrollo o el manejo de recursos necesitan información científica. A su vez, además de facilitar el acceso de los investigadores a las comunidades o sitios de investigación, las ONGs transmitieron el conocimiento y las soluciones técnicas surgidas de los proyectos, utilizando herramientas de comunicación y demostración con las que los científicos están menos familiarizados. Muchas veces, la cooperación fue fructífera y generó su propio impulso, que en algunos casos se mantuvo luego de concluido el financiamiento a la investigación. Aún así, al comienzo, hubo importantes obstáculos causados por la diferencia en las agendas, la falta de transparencia y la comprensión de los objetivos y motivaciones de los distintos actores. Esencialmente, la confianza mutua fue indispensable para que los grupos pudieran trabajar juntos de forma efectiva. Para ello hubo que dedicar tiempo y esfuerzos y, en ocasiones, realizar ajustes en las agendas de investigación.

Un problema recurrente es que los sistemas tradicionales de mérito científico o académico no reconocen las tareas relacionadas con este tipo de compromiso y comunicación. Aún el trabajo que requiere de la cooperación entre distintas disciplinas científicas, es visto frecuentemente como un debilitamiento del rigor científico. El sistema de mérito tradicional basado en el arbitraje de las revistas científicas asigna menos valor al trabajo interdisciplinario, con el consecuente perjuicio en términos de ascensos y reconocimiento.

El *sentido práctico* y la *utilidad* no han sido criterios muy valorados, a menos que las investigaciones resultaran en la obtención de patentes. En el curso de las entrevistas que dieron origen a este libro, hemos oído reclamos de ajustes en el sistema de mérito académico y los criterios para el financiamiento y la evaluación de los logros.

Accesibilidad en el ámbito científico significa contar con fuentes abiertas de datos, metadatos accesibles y publicaciones en revistas reconocidas. *Accesibilidad* para la sociedad y los tomadores de decisiones significa condensar, elaborar y traducir los resultados científicos, tareas para las que los investigadores no están bien capacitados y que rara vez se les reconocen. Los que en general asumen estos compromisos son los científicos avanzados en sus carreras, porque ya han superado las presiones del sistema de mérito académico, determinantes en sus trayectorias profesionales.

Además, los científicos pueden desalentarse por los cambios en los intereses y motivaciones de los *stakeholders* y por la intermitencia de su compromiso. Es importante que la comunidad de la ciencia del CAG acepte que otros actores sociales se involucren sólo en aquellas fases del proceso científico en las que tengan suficiente interés. Por otro lado, la discontinuidad en el compromiso de los científicos constituye también

un obstáculo para la participación de los *stakeholders*. Los horizontes temporales de los usuarios de la tierra suelen ir más allá de la duración de los proyectos de investigación. Puede suceder que, al participar en las actividades científicas, se despierte el interés de los *stakeholders* y se planteen nuevos interrogantes que quedarán sin abordar luego de finalizado del proyecto. En su búsqueda de carteras de trabajo más innovadoras, las agencias de financiamiento podrían ser renuentes a asumir un compromiso a más largo plazo a pesar de sus beneficios.

Si bien enfrentaron muchos obstáculos, la mayoría de los investigadores de los proyectos del IAI entrevistados para esta publicación, no sólo establecieron conexiones con el sector de políticas y lograron la participación de *stakeholders*, sino que consideraron este proceso sumamente gratificante, en especial en los entornos internacionales e interculturales del CRN. En numerosas ocasiones se contó con la participación de estudiantes y científicos jóvenes, con la expectativa de que en el futuro se involucraran en la interfaz ciencia-política como consecuencia natural de haber sido capacitados en este ambiente. Esto fue considerado un aspecto muy importante de las redes del IAI y se espera que perdure a lo largo de los años y que el cambio generacional permita que los que ahora se capacitan sean los científicos y responsables de políticas del futuro.

Una motivación del presente análisis es su utilidad para el desarrollo de futuros programas de investigación del CAG y la consecuente evolución en las tareas de las agencias de investigación-financiamiento. Los nuevos programas de subsidios tienen que crear oportunidades (recursos que permitan conectar lo que hasta ahora no se ha relacionado) y desafíos (avances innovadores). El cumplimiento con los estándares que combinan los criterios de pertinencia política y excelencia científica implica una mayor exigencia para el investigador, tanto en lo profesional como en lo personal. Los proyectos no sólo se concentran en la generación de conocimientos científicos (como en el enfoque tradicional de financiamiento a la ciencia) sino que requieren también una mayor dedicación y el desarrollo de capacidades humanas e institucionales, lo que acarrea tanto oportunidades como costos transaccionales. El desarrollo de proyectos con estas características constituye un proceso dinámico con retroalimentaciones, ajustes y resultados inciertos. Los investigadores y las agencias patrocinadoras deben dirigir los programas con más prudencia y esfuerzo. Es probable que el ciclo de los proyectos afecte a los investigadores, pero también afectará a las agencias. Este nuevo proceso puede ser tan importante como sus resultados, ya que ofrece una gran oportunidad para el desarrollo institucional y el aprendizaje.

Mucho se habla de la internacionalización de las instituciones académicas y su ciencia, y en general es poco lo que se hace. Como requisito para ser financiados, los CRNs tuvieron que plantear trabajos internacionales. A pesar de que los proyectos que involucran a varios países conllevan mayores costos transaccionales, el trabajo intercultural e internacional demostró su utilidad en los resultados científicos. En uno de los proyectos, los investigadores brasileños participaron en entrevistas a usuarios del suelo de Perú y Ecuador, y viceversa, como una forma de compensar la tendencia común en los científicos de suponer que lo que saben sobre sus propios países se aplica también a los otros. El intercambio los sensibilizó a las similitudes y diferencias que, de otro modo, habrían sido pasadas por alto y contribuyó al análisis comparativo.

La palabra *stakeholders* apareció en muchos análisis relacionados con la política. La Cumbre de la Tierra de 2002 definió a los *stakeholders* como “aquellos que tienen interés en alguna decisión en particular, ya sea como individuos o representantes de un grupo... [incluyendo] a personas que influyen o *pueden* influir en las decisiones, así como a las que se ven afectadas por ellas”². Esta amplia definición comprende a todos los que están relacionados con un proyecto de investigación: sus participantes, sus objetos, e incluso los que lo financian. Hubo casos en los que los roles fueron cambiando durante el proyecto o a causa de él. En uno de ellos, se logró la participación de *stakeholders* mediante una simple subcontratación. En otro, su participación se vio disparada por una amenaza ambiental convincente, pero decayó rápidamente cuando las personas comenzaron a preocuparse más por cuestiones económicas. En muchos casos, la necesidad de que exista la percepción de una amenaza dificulta la participación temprana de los *stakeholders*, ya que la ciencia en primera instancia debe describirla de forma completa. La gran distancia entre las ideas de los investigadores y las agendas políticas públicas o nacionales inhibe el compromiso temprano. Son las ONGs las que pueden compartir agendas tanto con el sector político como con el científico y permanecer involucradas con ambos.

Muchos de los estudios de caso contenidos en este libro son anecdóticos. Algunos se destacan por su escaso compromiso y profundización. Sin embargo, en conjunto, los estudios constituyen una caracterización del imperfecto proceso de búsqueda de la aplicabilidad en la política, de establecimiento de nexos con la sociedad y de la participación de distintos *stakeholders* en la ciencia del CAG. La comunidad científica del CAG es un exponente de este proceso, ya que sus trabajos obedecen cada vez más a las preocupaciones de la sociedad. El análisis crítico de los estudios de caso presentados en la sección *Temas transversales* se basa en los capítulos de la sección *Marco conceptual*, que aborda cuestiones de comunicación, instituciones, vul-

2 N.T.: A raíz de esto y por considerar que las traducciones de *stakeholder* habitualmente utilizadas en español (actores sociales, grupos interesados) no reflejan el concepto en su totalidad, hemos decidido utilizar el término en inglés.

nerabilidad social, interdisciplinariedad entre ciencias sociales y naturales y los convenios internacionales como marcos legales. Las muchas y variadas experiencias y su análisis ofrecen valiosas lecciones para mejorar la aplicabilidad social y política de la ciencia en general y del CAG en particular. Ciertamente, se trata de un proceso necesario ya que la sociedad exige una retribución a los recursos que invierte en una ciencia fundamental para resolver problemas críticos y garantizar su bienestar en un mundo cambiante.

I

Temas transversales

2

Encaminando la investigación hacia su aplicabilidad en la política

Mark D. Stauffer, Walter E. Baethgen, Ricardo L. Berbara, Ernesto Caetano, Alejandro Castellanos, Barbara Göbel, Michael E. McClain, Rômulo S. C. Menezes y Arturo Sanchez-Azofeifa

Este capítulo examina el desafío que supone lograr la influencia de la investigación del cambio ambiental global (CAG) en las políticas locales y/o nacionales desde su concepción. Se toma la interfaz (interfase es una mala traducción del inglés) entre ciencia y política desde un ángulo específico: la experiencia de los investigadores involucrados en proyectos del IAI. No se considera la perspectiva de otros *stakeholders*, y por lo tanto este capítulo no representa un análisis sistemático de los impactos de los proyectos de investigación en la política. Aún así, este proceso de revisión, análisis y síntesis aportó ideas valiosas. Si bien el conocimiento sobre desarrollo de políticas no era un requisito inicial, los CRNs intentaron incluirlo de diversas formas. Las lecciones aprendidas deberían ayudar al IAI y a los investigadores principales del CRN a hacer aportes útiles a la sociedad.

¿Cuáles son las responsabilidades del IAI en términos de “importancia para la política”? Diecinueve naciones de las Américas fundaron el IAI en respuesta a su necesidad de comprender los cambios ambientales y su dinámica para desarrollar políticas adecuadas. El IAI tiene las siguientes responsabilidades: i) identificar temas actuales de importancia, ii) financiar y administrar proyectos de investigación sólidos para producir

conocimientos sobre dichos temas, e iii) informar a la comunidad científica y a los países miembros sobre los resultados obtenidos. El IAI también tiene el mandato de desarrollar capacidades y promover la internacionalización de la ciencia en las Américas, con el objetivo último de ayudar a los países en la toma de decisiones en el área del cambio global. Es decir, que los resultados de los proyectos del IAI debieran contribuir a sustentar las decisiones de alta prioridad de los sectores público y privado y en todos los niveles (desde el presidencial hasta los hogares).

El IAI cumple con sus responsabilidades mediante la formulación de los temas científicos, la implementación de los programas, las publicaciones y el intercambio de información entre sus países miembro. Los investigadores involucrados debieran garantizar que sus trabajos aborden temas prioritarios, generen resultados útiles de alta calidad científica y se publiquen en un lenguaje adecuado para los tomadores de decisiones. El proceso de evaluación contribuye a encaminar la investigación hacia la pertinencia política. Los criterios se especifican claramente en todos los llamados a propuestas, siendo la excelencia científica el primero y más importante de ellos. La evaluación por pares, un proceso de tres etapas, involucra a investigadores con formación en el (los) campo(s) de las propuestas. Después de considerar la excelencia científica, la atención se centra en la interdisciplinariedad, la conexión entre las ciencias naturales y humanas y el balance regional de los países e instituciones participantes.

Las dimensiones de la aplicabilidad de los proyectos del IAI en la política

Los llamados a propuestas del IAI y el diseño de los proyectos no contemplaban la pertinencia política de manera explícita ni limitada, es decir que por ejemplo no la restringían a interacciones determinadas ni a ciertos tipos de *stakeholders* o instituciones de niveles específicos (local, regional, nacional o transnacional). Esta libertad relativa se apoyaba en la idea de que la investigación hallaría un camino natural hacia el público adecuado, resultando en políticas formales o informales. Pero, ¿es esto suficiente?

Los investigadores interactuaron con autoridades comunales, regionales y nacionales, ONGs, el sector privado y organizaciones internacionales de las áreas de medio ambiente y desarrollo. Algunos de estos *stakeholders* estuvieron bastante aislados, otros se incorporaron a redes más amplias que conectaban distintas escalas. Gran parte de la interfaz ciencia-política se manifestó en forma de reuniones, comunicaciones personales, intercambio de información, discusiones o recomendaciones escritas. Sólo unos pocos CRNs contaron con los recursos económicos y humanos para producir manuales escolares o comunicaciones periódicas a los

responsables de políticas u otro tipo de materiales de difusión. La mayoría de los proyectos construyó relaciones duraderas con los *stakeholders* adecuados, basadas en la confianza, los intereses comunes y los resultados esperados.

En muchos casos, podría argumentarse que la investigación sería más valiosa si las políticas desarrolladas en un nivel se vieran complementadas por el reconocimiento y/o la acción en otros niveles críticos y quedaran así consolidadas. Sin embargo, queda por saber hasta qué punto puede el IAI regir la agenda científico-política, a qué costo y si es posible afrontarlo. Por último, e igualmente importante, habrá que definir si el IAI tiene idoneidad en el desarrollo de políticas.

Pertinencia política: patrones comunes de desarrollo e implementación de proyectos

La ciencia y la política no se relacionan de forma lineal, sino a través de distintos caminos que implican costos y beneficios para los actores involucrados. Hay pocos análisis sistemáticos que sirvan de apoyo a los investigadores en la toma de decisiones respecto de su vinculación con el ámbito extra-científico. Al entrevistar a los PIs del CRN, recibimos respuestas muy variadas en cuanto a este aspecto. Pudo verse desde una falta total de componente de políticas, pasando por su desarrollo en el transcurso del proyecto, hasta un enfoque “oportunist” para relacionarse con los procesos de toma de decisiones y la comunidad gubernamental. Es decir, que la estrategia común consistió en adaptarse a lo no planeado. Hubo también proyectos dirigidos a objetivos gubernamentales amplios, específicamente en lo que se refiere al desarrollo de capacidades (cursos, reuniones, educación formal).

Dos formas de lograr la aplicabilidad de la investigación en la política

Muchos proyectos comenzaron con una agenda de investigación basada exclusivamente en el conocimiento que tenían los científicos sobre la región y los problemas abordados. La pertinencia política se incorporó después debido, entre otras razones, a los requisitos para el financiamiento o el contacto directo de los investigadores con las necesidades sociales durante la recolección de datos. En consecuencia, algunos grupos organizaron talleres internos para discutir este tema e incluirlo en la propuesta. Hubo grupos que dieron

un papel más activo a los *stakeholders* involucrados en la problemática del proyecto, tomando en cuenta sus opiniones.

Por otro lado, algunos proyectos surgieron a raíz de los pedidos concretos de información científica o de soluciones basadas en ella que hicieron los *stakeholders* (principalmente instituciones nacionales, regionales o internacionales). Los científicos a menudo acudieron a ellos para ajustar sus agendas de investigación y orientar su desarrollo. Todo este proceso llevó a los investigadores a tomar conciencia de la necesidad de proponer trabajos con enfoques más sociales.

El Programa de Subsidios Iniciales del IAI -que dio comienzo a las redes, al desarrollo de propuestas y a las investigaciones preliminares- fue un catalizador fundamental. Las interacciones entre los investigadores y los *stakeholders* sirvieron para lograr varios objetivos interrelacionados:

- ajustar las agendas de investigación a la realidad, es decir, confrontar a los investigadores con diferentes prioridades y visiones de los problemas estudiados
- recolectar información adicional para lograr un panorama más completo de la problemática y su contexto
- ubicar los temas y problemas en marcos económicos, sociales, políticos y culturales más amplios.

Un hecho destacable es que la interacción investigador-*stakeholder* generó un nuevo saber, reformó el conocimiento científico “tradicional”, sentó las bases para su traducción y fue el motor de un proceso de aprendizaje mutuo. Debe notarse también que tanto los investigadores como los *stakeholders* cumplieron diversas funciones dentro de los proyectos. Por ejemplo, los científicos mediaron entre los agricultores locales y los gobiernos regionales o nacionales para comunicar las necesidades e inquietudes de una parte a la otra. En otros casos, los *stakeholders* fueron el enlace entre los científicos de diferentes regiones y disciplinas. La correcta elección de los *stakeholders* y el momento de su participación es muy importante en el proceso de producción de conocimientos. En el CRN, esto se dio de una manera *ad hoc* y, como consecuencia, generó altos costos transaccionales.

Muchos investigadores descubrieron que un mediador, como una ONG con larga trayectoria de trabajo en la región, posibilitaba que el “producto” de su trabajo tuviera un formato satisfactorio para las necesidades y demandas de los usuarios finales (por ejemplo, agricultores locales). Asimismo, se indicó que la contribución de otros actores (expertos, consultores o intermediarios del conocimiento en la interfaz ciencia-

política) resultó crucial para lograr un efecto multiplicador, ya que desde un punto de vista epistemológico y organizativo, están en mejor posición para salvar la brecha entre la ciencia y la práctica.

Algunas conclusiones generales

- Es probable que el proceso sea “difuso” y tenga una dinámica incierta
- Es necesario e importante hacer reajustes continuos
- Puede asumirse que, en cierto nivel, las expectativas de los diferentes *stakeholders* involucrados no coincidan. Esto debería discutirse en las etapas iniciales de los proyectos.
- Es probable que, en el transcurso del proyecto, surjan diversos mecanismos de participación (por ejemplo, talleres y publicaciones) que requieran una coordinación dinámica
- Deberían promoverse la generación de productos concretos de las interacciones entre los investigadores y los *stakeholders* (bases de datos u otros registros, educación en diferentes niveles y estrategias de comunicación y divulgación).

Éxitos y fracasos

Los CRNs estudiaron una gran variedad de fenómenos del cambio global de importancia regional, nacional y local en las Américas. Todos tuvieron por objeto interpretar las situaciones a las que podría enfrentarse un país o una región y proveer la información en un contexto que permitiera actuar a los tomadores de decisiones. Algunos llegaron a resultados que pudieron traducirse directamente en recomendaciones políticas y otros, a logros más indirectos, como la capacitación de científicos, la comunicación entre los actores de la comunidad del CAG y el fortalecimiento de las redes internacionales.

El CRN fue un éxito en lo referente a sus productos científicos: publicaciones en libros y revistas con arbitraje, capacitación de cientos de estudiantes de postgrado y actividades de difusión que involucraron a otros tantos miembros de la comunidad. Los logros en términos de *pertinencia política* son más difíciles de evaluar porque no pueden cuantificarse de manera sencilla. La cuestión implícita se centra fundamentalmente en cómo transmitir las conclusiones científicas a aquellos que las necesitan. Una medida subjetiva de evaluación puede ser el grado de incorporación de los conocimientos y/o recomendaciones en las políticas o en el pensamiento práctico. Una medida más indirecta puede ser la cantidad y la naturaleza de los contactos establecidos entre los investigadores y la comunidad política, desde las etapas de planeamiento hasta la con-

clusión del proyecto. Por carecer de registros sistemáticos o indicadores, la única fuente de información es la memoria de los científicos del CRN.

La agenda científica del IAI, diseñada cooperativamente entre científicos y responsables de políticas de la región, constituyó el marco básico para la significación de los CRNs. Varios de ellos se ocuparon de cuestiones relacionadas con el cambio en el uso de la tierra, en particular, sus impactos en la fertilidad del suelo, el funcionamiento de los ecosistemas y el balance hídrico. Se realizaron también estudios comparativos para comprender los cambios en el uso del suelo en el marco de las transformaciones económicas y demográficas y la variabilidad del clima. Otros proyectos se concentraron en la dinámica de los procesos del cambio climático y la variabilidad natural, generando datos que pueden ser usados por otros investigadores para examinar los procesos y buscar su conexión con la política. Los proyectos, como el que analiza los riesgos para la salud y el bienestar humanos conectados con el CAG, están más directamente vinculados con la toma de decisiones. El programa CRN puso mucho énfasis en la comprensión de las consecuencias de los cambios globales y, en particular, en sus impactos en los servicios de los ecosistemas. Así, en muchos casos, se acudió a la investigación comparativa y a menudo se sacó provecho de la idea de la sustitución de espacio por tiempo. El concepto de secuencia cronológica permitió evaluar cambios potenciales en los ecosistemas mediante la comparación de ambientes coexistentes.

En varios países de América, el éxito del programa CRN puede medirse sencillamente por la aparición de trabajos de investigación aplicada sobre el CAG, ya que los presupuestos gubernamentales para estos fines son casi inexistentes. Aún en países como México y Argentina, el financiamiento de largo plazo brindado por el IAI fortaleció significativamente los programas nacionales de investigación. Así, el CRN formó una comunidad de científicos que fueron la contraparte de los responsables de la formulación de políticas en cambio global y colaboraron con ellos. En México, los científicos naturales y sociales del CRN fueron convocados por las autoridades para brindar información sobre el planeamiento del uso del suelo y la aforestación. Gracias a ello, el gobierno destinó recursos para responder a algunos de los problemas planteados por el cambio climático. Al apoyar iniciativas de mitigación, las autoridades de México y otros países de la región están tomando conciencia de la necesidad de conocer las ventajas y desventajas de determinadas disposiciones y declaraciones de los foros internacionales sobre clima.

La aplicación de modelos avanzados aportó precisión y sofisticación al diálogo sobre cambio global en Perú, Ecuador y México, entre otros. En México, luego de algunos años de cooperación, se creó el

Programa sobre Modelado del Clima y Uso de la Información. Otro ejemplo es el proyecto conjunto de la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad de São Paulo y la Universidad de Costa Rica sobre modelos numéricos para el pronóstico estacional del clima regional, que generó nuevas capacidades en México y Costa Rica para el manejo de la información climática. El uso de esta información en el planeamiento regional debería surgir de la cooperación continua con los gobiernos de la región.

Los obstáculos en el desarrollo de la interfaz ciencia-política se originaron principalmente en la falta de comprensión de las expectativas, estrategias y niveles de esfuerzo necesarios para ver el proceso en su totalidad. La *pertinencia política* es un concepto nuevo para muchos científicos y su significado no es el mismo para todos. El programa CRN es novedoso porque tiene como requisito la cooperación multinacional que promueve el uso de información científica en los procesos de planeamiento y desarrollo en países con diferentes capacidades. Según notaron los investigadores, iniciar y mantener redes locales e internacionales efectivas incrementó notablemente su carga laboral, pues fue difícil establecer la comunicación y coordinar las actividades entre los colaboradores de distintas disciplinas e instituciones. El tiempo y la energía dedicados a estas actividades fueron en detrimento de los objetivos científicos y académicos típicos y de los indicadores tradicionales de desempeño.

La investigación se desarrolló lejos de los centros administrativos de cada país y abordó temas que aún no estaban en las agendas nacionales. Contrariamente a lo que se preveía al principio, esta distancia física y temática de los responsables de políticas nacionales resultó en el establecimiento de lazos más fuertes con los funcionarios locales. Los temas regionales que abordaron dos proyectos CRN no eran (todavía) una prioridad para los responsables de políticas nacionales, dada la distancia (en todos los sentidos) entre la región de estudio y el gobierno federal. La falta de coincidencia entre la ciencia del IAI y las políticas nacionales o regionales puede explicarse de dos maneras: el conocimiento científico está adelantado al proceso político, o la agenda científica no está adecuadamente formulada y su comunicación al público destinatario no es eficiente.

La relación entre el CRN y el sector político tuvo una estructura poco precisa en el sentido de que no se especificó su significado ni se brindó una guía sistemática sobre los mecanismos que debían optimizar la aplicación de los resultados. Mediante una interpretación libre, los científicos construyeron puentes de diseño propio con la comunidad política usando estrategias variadas. Las fortalezas y debilidades de estas iniciativas constituyen una valiosa lección para mejorar la investigación en el futuro. Con el tiempo, las

agencias de financiamiento como el IAI, podrán articular sus expectativas y recomendaciones de forma clara para guiar el diseño de los proyectos.

Lecciones aprendidas

Para acceder al financiamiento del IAI, las propuestas deben cumplir con los objetivos del Instituto, a saber:

- excelencia científica
- participación multinacional
- cooperación multidisciplinaria
- contribución al desarrollo de capacidades
- pertinencia política y utilidad para tomadores de decisiones y responsables de políticas

Cumplidos estos requisitos, la investigación tiene más probabilidades de ser aplicable en la política. Una contribución de importancia es sumar a *stakeholders* a los equipos multidisciplinarios en el marco programas de investigación cuyo tiempo de financiamiento supera al habitual en Latinoamérica (uno a dos años). La internacionalización de las propuestas posibilita encuadrar las agendas programáticas en un contexto más amplio y, en algunos casos, realizar aportes directos a iniciativas y convenios internacionales.

Los requisitos del IAI diferencian su programa de investigación de los mecanismos tradicionales de financiamiento a la ciencia. Este enfoque original implica oportunidades (fondos que permiten relacionar lo que hasta ahora no se había relacionado) y desafíos (avances innovadores). Además impone más exigencias a los investigadores, en lo profesional y en lo personal, ya que los proyectos no sólo deben generar conocimientos científicos (como en el enfoque tradicional), sino que además exigen una mayor dedicación y la construcción de capacidades humanas e institucionales.

El desarrollo de este tipo de proyectos es un proceso dinámico de retroalimentación, reajustes y resultados inciertos. Los científicos y las agencias de financiamiento deben dirigirlos con mayor esfuerzo y cautela. El proceso, que conlleva el desafío de no comprometer la excelencia científica, es tan importante como sus resultados ya que representa una gran oportunidad para el aprendizaje institucional y epistemológico.

Costos, riesgos y beneficios de la pertinencia política en los proyectos

Según la experiencia de los PIs y Co-PIs³ de todos los CRNs, la inclusión del aspecto de la importancia para la política en sus trabajos implicó grandes beneficios así como costos transaccionales y riesgos. Uno de los beneficios fue la oportunidad de conseguir nuevos fondos (de fuentes nacionales o internacionales) sobre la base del trabajo que se estaba realizando. En algunos casos, el requisito de interactuar con *stakeholders*, permitió observar y aún dirigir el impacto de la investigación en el proceso de formulación de políticas.

Por otro lado, entre los altos costos transaccionales se encuentra la inclusión de maestros de escuela, agricultores, médicos y representantes gubernamentales en las actividades de desarrollo de capacidades, una nueva exigencia que sufrieron las instituciones académicas y las agencias de financiamiento. Como resultado, tuvo que redefinirse el concepto tradicional de desarrollo de capacidades en programas de investigación, esto es, la multiplicación de las capacidades científicas de las personas e instituciones participantes. Finalmente, los científicos manifestaron su preocupación porque al concentrarse en el aspecto político pusieron en riesgo su credibilidad, sobre todo por tener que actuar en áreas para las que no fueron capacitados.

¿Cómo salvar la diferencia de escalas temporales y espaciales?

Una de las características sobresalientes de los CRNs fue la cooperación en distintas escalas espaciales. La colaboración entre científicos tuvo lugar a escala regional (diferentes países de América). Hubo también interacciones con la comunidad del CAG y con iniciativas internacionales y globales. La cooperación entre *stakeholders* e investigadores se dio generalmente en el nivel local y algunas veces en el nacional. Una participación pertinente de *stakeholders* en los proyectos fue fundamental para lograr la aplicabilidad de la ciencia en la política. La experiencia indicó que para ello se requiere un alto grado de compromiso por parte de la sociedad y vínculos con las autoridades adecuadas a la escala del estudio. El CRN también reveló que una estrategia efectiva consiste en trabajar con diferentes actores en distintas etapas y fases del proyecto.

Los proyectos sobre oceanografía y ciencias de la atmósfera en escalas nacionales y regionales atrajeron la atención y el apoyo gubernamental. Las Armadas de algunos países participantes contribuyeron con uno de estos CRNs (Campos y Piola, capítulo 14). Los resultados de otro CRN, que se concentró en

3 N.T.: PI: Investigador principal, Co-PI: Investigador co-principal.

ambientes semiáridos periféricos no aptos para agricultura de altos insumos (Menezes et al., capítulo 16), tuvieron impacto directo principalmente en la escala local dentro de las áreas de estudio; aún así, las lecciones aprendidas se aplicaron en otras regiones con características similares en los países participantes. Otras limitaciones se observaron cuando la importancia local de los resultados científicos no pudo trasladarse al nivel nacional o regional. Por ejemplo, el proyecto sobre problemas de salud humana generó conocimientos que pudieron aplicarse en escalas muy locales (Confalonieri, capítulo 22).

Consideraciones finales

En los últimos diez años, los proyectos del IAI incluyeron componentes de aplicabilidad para la política que resultaron útiles e importantes para sus países miembro, ya que lograron que los científicos se relacionaran con las cuestiones sociales y brindaran respuestas a los tomadores de decisiones y responsables de políticas. Si bien se trató de un proceso “difuso”, muchos proyectos pudieron capitalizar las oportunidades que se les presentaban, a pesar de no contar con los conocimientos necesarios para una planificación adecuada. Sin embargo, el pensamiento innovador, la flexibilidad en las acciones, la prueba y error y -lo que es más importante- la determinación de los investigadores produjeron información, actividades y redes efectivas, que en última instancia fueron útiles para la política.

Esta experiencia sugiere que las agencias de financiamiento deberían explicitar mediante lineamientos formales que la pertinencia política es un criterio de selección importante y requerir una descripción clara de cómo planea lograrse este objetivo. Además, los científicos deben ser flexibles y estar preparados para aprovechar las oportunidades que surjan durante el transcurso de la investigación.

Es fundamental planificar la continuidad de las redes, la cooperación y las relaciones formales de trabajo con los *stakeholders*. Esto es una responsabilidad compartida entre los científicos y las agencias de financiamiento. El gran esfuerzo que requiere generar la confianza de la comunidad política en la investigación y sus resultados puede perderse rápidamente ante la interrupción de las actividades por falta de recursos. La función de las agencias de financiamiento debe expandirse para 1) explicar la investigación que financian, 2) ubicarla en el contexto social (dentro del conjunto de conocimientos existentes y de las necesidades de los países); y 3) contribuir a que los científicos desarrollen y mantengan lazos duraderos con los gobiernos y otros *stakeholders* importantes.

3

Los *stakeholders* y la ciencia del cambio ambiental global

Mike Brklacich, I. Foster Brown, Edmo J.D. Campos, Alex Krusche, Allan Lavell, Kam-biu Liu, Juan J. Jiménez-Osornio, Susanne Reyes-Knoche y Charles Wood

Los impactos de las actividades humanas en el ambiente han sido estudiados por más de cien años, pero recién en los últimos veinticinco se reconoció que la Tierra está sufriendo alteraciones a escala global por causa de ellas. Las importantes transformaciones en los procesos del sistema Tierra (por ejemplo, el sistema climático) y los efectos acumulativos de muchos cambios de menor escala contribuyen en conjunto a la degradación generalizada de los recursos y servicios ambientales en todo el mundo (por ejemplo, la conversión de las marismas). El surgimiento de la ciencia del cambio ambiental global (CAG) implicó una transición esencial en la ciencia. Los experimentos aislados y las observaciones locales no ofrecen por sí solos una perspectiva adecuada. Actualmente es común que la ciencia actúe en equipos internacionales de investigación, que utilizan protocolos comunes para desarrollar y compartir bases de datos construidas globalmente. Esta maduración de la ciencia del CAG también planteó nuevos desafíos para las ciencias sociales, ya que ahora queda claro que los sistemas ambientales alterados afectan el bienestar humano desde el nivel local al global y que las soluciones al CAG necesitarán aportes creativos, integrales e integrados. Las actividades humanas

son las que impulsan el CAG y en consecuencia, las respuestas a las inquietudes que este genera deberán construirse socialmente.

La amplitud de los fenómenos del CAG conlleva la necesidad de una cooperación sin precedentes entre las ciencias naturales y sociales, y el conjunto de participantes de estos procesos se expandió rápidamente en muchos niveles. Los esfuerzos del tipo “piensa globalmente, actúa localmente” abrieron la participación a representantes gubernamentales, ONGs, organizaciones civiles, usuarios de recursos y comunidades educativas. Este nuevo modo de investigación atrajo la atención de numerosas agencias de financiamiento de los sectores privado y público (Jutro, capítulo 7). La comunidad de investigadores del CAG incluye ahora a muchos *stakeholders* que se ven afectados por el cambio global o están directamente involucrados en el proceso científico. Este capítulo tiene por objeto conocer con más detalle las motivaciones de los *stakeholders* y brindar recomendaciones para guiar su participación en la ciencia del CAG de la próxima década.

El origen del término *stakeholder* (que aquí se usa en su sentido más amplio) se remonta al sector económico, donde el *stakeholder* es un tercero que actúa como encargado de fondos que son de interés común a dos o más partes. En ese contexto, es un representante neutral y confiable de todas las partes interesadas. El uso contemporáneo en diversos escenarios, incluyendo las ciencias aplicadas, expandió la definición de esta palabra que ahora designa a todos los que tienen interés legítimo, voluntario o involuntario, en un proyecto o entidad. La Cumbre de la Tierra de 2002 definió a los *stakeholders* como “aquellos que tienen interés en alguna decisión en particular, ya sea como individuos o representantes de un grupo [incluyendo] a personas que influyen o *pueden* influir en las decisiones, así como a las que se ven afectadas por ellas”. Así se pone de relieve la pluralidad y divergencia de las motivaciones de estos actores que se han convertido en parte integral de la ciencia del CAG.

La constelación de *stakeholders* no sólo incluye a los científicos del CAG, activamente comprometidos en la ejecución de proyectos de investigación, sino también a los siguientes actores:

- otros científicos que participan en la ciencia del CAG, pero no están involucrados activamente en el proyecto
- agencias de financiamiento
- una gran variedad de grupos interesados como las agencias nacionales y regionales encargadas de la formulación de políticas, ONGs, organizaciones civiles y gerentes de

recursos que participan en el proyecto, ya sea en forma directa (por ejemplo, recolección de datos, preparación y evaluación de informes) o en la dirección del proceso científico

- personas y comunidades que son vulnerables al CAG
- grupos y personas que apoyan o se oponen al proyecto científico

Hay muchas razones para la participación de diferentes *stakeholders* en la investigación del CAG, cuya integración temprana facilita el planteamiento de los interrogantes científicos y la identificación de productos de importancia para los usuarios y los investigadores. Además, los diversos dominios del conocimiento, muchos de ellos externos a la comunidad científica, pueden esclarecer cuestiones del CAG y aportar soluciones. Esto sólo es posible si la integración tiene sus cimientos en la confianza mutua entre todos los participantes del proceso científico.

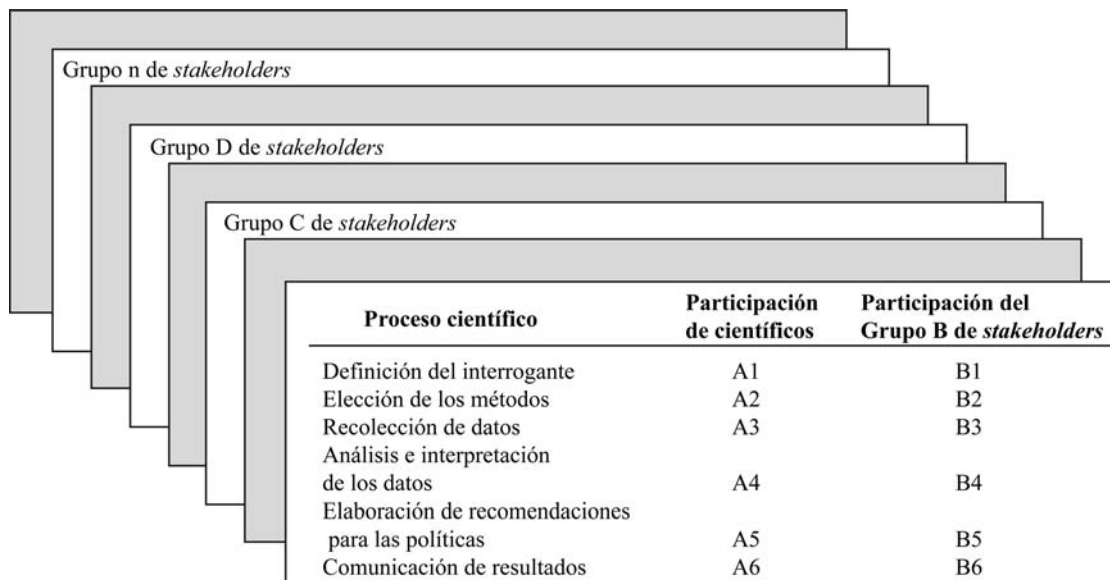
Lecciones aprendidas a partir de la experiencia del CRN del IAI

No es de sorprender que un programa internacional tan variado como la iniciativa científica del IAI involucrara a muchos *stakeholders* diferentes. Este capítulo se basa en entrevistas con siete de los catorce investigadores principales (PIs) de la primera ronda del CRN. Las entrevistas se realizaron en diciembre de 2005 cuando los proyectos estaban por concluir. Los PIs brindaron información acerca de los tipos de *stakeholders* involucrados en sus redes, el momento de su participación, el papel que tuvieron en el proceso y sus motivaciones. Es importante destacar que este capítulo presenta la evaluación que hicieron los PIs sobre la participación de los *stakeholders* en sus proyectos y no pretende analizar en forma directa a las comunidades participantes.

Algunos de los CRNs se concentraron en temas científicos estrictamente definidos. Por ejemplo, uno de ellos (Núñez, capítulo 15) investigó la variabilidad y cambio del clima en la región del Mercosur y, por consiguiente, al principio sólo involucró al equipo de científicos del proyecto. Los *stakeholders* se incorporaron en una etapa avanzada, durante las fases de comunicación y divulgación. Otro CRN (Wood y Tourrand, capítulo 17) evaluó el papel de los ganaderos en la deforestación y el cambio en el uso del suelo en Brasil, Ecuador y Perú y recurrió desde el comienzo a públicos objetivo y grupos interesados, que estuvieron presentes en muchos momentos del estudio. Considerando la gran diversidad de CRNs, que abarcaron desde procesos básicos del sistema Tierra hasta evaluaciones de los impactos del CAG en las actividades y el bienestar humanos, no se halló un único modelo de participación. En cambio, se utilizaron numerosas estrategias

legítimas para ampliar las comunidades de *stakeholders* más allá de los grupos de los CRNs y comprometerlas en el proceso de la ciencia del CAG.

Un marco conceptual para organizar y comprender la complejidad de la participación de los *stakeholders* (Figura 3.1) puede definirse alrededor de seis actividades científicas interrelacionadas que van desde el planteamiento de los interrogantes de la investigación hasta la comunicación de los resultados dentro y fuera de la comunidad científica. En este marco pueden trazarse las interacciones entre estas actividades y los múltiples *stakeholders*, donde los científicos llevan a cabo el proyecto del IAI y cada grupo tiene sus propias razones para justificar su participación en el proceso científico. La intención del carácter tridimensional de esta figura es mostrar que diferentes *stakeholders* pueden comprometerse en varios puntos de las seis etapas.



Trayectoria de la ciencia convencional: habitualmente sólo involucra a científicos

A1 => A2 => A3 => A4 => A5 => A6

Trayectoria de la ciencia participativa: involucra a los científicos y los stakeholders en todas las etapas

A1/B1 => A2/B2 => A3/B3 => A4/B4 => A5/B5 => A6/B6

Trayectorias intermedias comunes

A1/B1 => A2 => A3 => A4 => A5 => A6

A1 => A2 => A3/B3 => A4 => A5 => A6

A1 => A2 => B3 => A4 => A5 => A6/B6

etc.

Figura 3.1. Marco conceptual para organizar y comprender la complejidad de la participación de los stakeholders

La trayectoria de la “ciencia convencional” puede representarse en la Figura 3.1 como A1, A2, A3, A4, A5, A6. Es decir, todas las fases del proceso de la ciencia del CAG, partiendo desde el planteo de las hipótesis a ser investigadas hasta la comunicación de los resultados científicos, están por convención en el dominio de un solo grupo —los científicos del proyecto— que es en realidad sólo uno de sus muchos *stakeholders*. La “ciencia participativa” se encuentra en el otro extremo y otorga, en cada etapa, responsabilidades compartidas entre los científicos del proyecto y los demás *stakeholders* (otros científicos, analistas políticos, gerentes de recursos, etc.). Su trayectoria en la Figura 3.1 es A1/B1, A2/B2, A3/B3, A4/B4, A5/B5, A6/B6.

La mayoría de los proyectos CRN empleó estrategias intermedias, en las cuales ciertos *stakeholders* participaban sólo en algunos momentos. Por ejemplo, las agencias de planeamiento ayudaron a definir un estudio sobre manejo hídrico en la región Amazónica y a comunicar los resultados del proyecto (McClain et al., capítulo 19). Las relaciones entre estos dos grupos (es decir, el equipo científico financiado por el IAI y las agencias de planeamiento) tuvieron lugar durante la primera y la sexta etapa, por lo que la trayectoria fue A1/B1, A2, A3, A4, A5, A6/B6.

Stakeholders participantes en la ciencia del CAG:

Quiénes son y cuáles son sus motivaciones

La experiencia del CRN mostró que la participación de los *stakeholders* en las ciencias ambientales no está regida por una sola motivación o causa, lo que es coherente con otros estudios que indican, además, que esta participación es altamente variable (Stoecker, 1999; Mitchell, 2002). El papel de los *stakeholders* depende de su naturaleza e intereses y de la etapa en que se incorporan. Un estudio de la química y la biología del Océano Atlántico Sudoccidental (Campos y Piola, capítulo 14) consiguió que las armadas de algunos países de ese proyecto prestaran sus buques para la recolección de datos (A3/B3 en la Figura 3.1). No obstante, es evidente que no se habría conseguido este apoyo de no ser por la divulgación de los resultados preliminares fuera de la comunidad científica inmediata. El descubrimiento de intereses comunes fue lo que facilitó el trabajo conjunto en dicho CRN. Un estudio sobre hidrología fluvial en la Amazonia Andina (McClain et al., capítulo 19) estableció una relación con *stakeholders* en la fase de recolección de datos (o sea, A3/B3). En este caso, se trató de alumnos de escuela que realizaron mediciones rutinarias del nivel del agua.

A pesar de lo diferentes que fueron los *stakeholders* —armadas nacionales por un lado, y niños de las comunidades locales, por el otro— en ambos casos ayudaron a recolectar los datos y esto, a su vez, brindó a

los CRNs la oportunidad de difundir las cuestiones del cambio global en estas comunidades y desarrollar la capacidad científica tanto en el nivel individual como en el institucional.

Las motivaciones de los científicos financiados por el IAI para expandir sus redes de investigación más allá de su equipo inmediato también fueron variadas y estuvieron directamente relacionadas con los objetivos generales de los proyectos. En algunos casos, no se disponía de evaluaciones sistemáticas de temas específicos del CAG o la infraestructura existente no era suficiente para permitir la investigación (Luckman, capítulo 12 y Confalonieri, capítulo 22). El concepto y la estructura del CRN brindaron un medio para crear y coordinar un consorcio científico más grande y más integrado. En otros proyectos, una de las motivaciones fue el deseo de relacionarse con *stakeholders* no científicos que tenían interés en la ciencia del CAG, pero que históricamente no habían desarrollado lazos con la comunidad científica (Wood y Tourrand, capítulo 17, Klink et al., capítulo 18, van den Belt et al., capítulo 20). La ampliación de las comunidades de *stakeholders* involucradas en los CRNs que tenían un componente significativo de manejo de recursos (Menezes et al., capítulo 16 y Lavell, capítulo 21) permitió a los proyectos compartir los resultados con grupos que no estaban participando directamente.

Comprometiendo a los stakeholders en la ciencia del CAG

La experiencia del CRN mostró que no existe un momento único u óptimo para el inicio y el fin de la participación de los *stakeholders*. En la mayoría de los casos, ellos sólo intervinieron en algunos de los seis pasos del proceso de investigación ilustrado en la Figura 3.1. El planteamiento inicial de los interrogantes científicos en general involucró únicamente a los científicos financiados por el CRN. Otros *stakeholders* se incorporaron en etapas subsiguientes, más frecuentemente durante las fases de recolección y análisis de datos. En algunas ocasiones, los *stakeholders* permanecieron en todo el proceso. Como sus intereses y motivaciones en general son muy variados, es muy probable que su compromiso sea intermitente. De aquí, la importancia de que la comunidad de la ciencia del CAG acepte que los *stakeholders* pueden participar activamente en una o en varias etapas. Uno de los desafíos más significativos es identificar las fases que despiertan suficiente interés común para garantizar la cooperación y no insistir en un compromiso continuo como condición para la asociación con un proyecto.

¿Cómo coordinar y mantener la participación de los stakeholders?

Hemos visto que la cooperación entre científicos y *stakeholders*, incluyendo ONGs, agencias gubernamentales, instituciones educativas y donantes es un proceso dinámico que puede mejorar el trabajo científico y sus resultados (McClain et al., capítulo 19). Sin embargo, la intervención de diversos *stakeholders* genera expectativas entre ellos, y esto no es gratuito. Es importante reconocer las distintas oportunidades y situaciones que dan lugar a la participación de diferentes *stakeholders* y sus beneficios.

Para algunos, las motivaciones están ligadas a sus responsabilidades profesionales (Campos y Piola, capítulo 14), mientras que para otros, están inmersas en objetivos educativos más amplios (Luckman, capítulo 12 y McClain et al., capítulo 19) o en el manejo ambiental comunitario (Lavell, capítulo 21). La búsqueda de temas comunes sienta las bases de la cooperación y la coordinación de diversos *stakeholders* puede verse beneficiada por una articulación y comunicación cuidadosa. El hecho de que tengan intereses comunes, no implica que deban compartir su visión del mundo, valores o marcos conceptuales. Por lo tanto hacen falta estrategias de comunicación ajustadas a sus necesidades específicas a fin de evitar conflictos entre ellos. Debe alentarse a todos los *stakeholders* a respetar otros puntos de vista, especialmente en cuanto a la comprensión de las necesidades y la resolución de los problemas abordados.

Los stakeholders como agentes de cambio y desarrollo de capacidades

Los *stakeholders* participantes en el CRN incluyen desde comunidades científicas regionales, estudiantes de postgrado y agencias gubernamentales hasta un variado conjunto en el que agricultores, pescadores, ganaderos, políticos locales, fuerzas armadas, docentes, ONGs locales, profesionales de la salud y guías de turismo, entre otros, participan en el proceso científico y son influenciados por él. La principal función de muchos de ellos, como los profesores universitarios y maestros, es el desarrollo de capacidades (Luckman, capítulo 12), que también tiene lugar en muchos otros ámbitos. En varios CRNs, estos *stakeholders* con orientación hacia la educación actuaron como multiplicadores directos en la transferencia de los resultados de la investigación a una audiencia más amplia. Por ejemplo, los maestros de la escuela primaria explicaron a sus alumnos el monitoreo de los ríos locales en los Andes peruanos y los profesores universitarios dieron un curso breve en Brasilia sobre proyectos de secuestro de carbono. Otros, como los agentes de extensión, capacitaban a los agricultores sobre métodos que contribuyen a mantener la fertilidad del suelo y la productividad

económica. El *desarrollo de capacidades* se refiere entonces a los programas educativos en todos los niveles, así como a los programas de extensión en el área.

El desarrollo de capacidades en sí mismo sirvió para ampliar la visión de los *stakeholders* y les permitió comprender mejor el contexto de la ciencia del CAG en los CRNs. Al mismo tiempo, dio origen a una comunicación de ida y vuelta que ayudó a los investigadores a interpretar los intereses de otros *stakeholders* y sus necesidades de información. En el caso de los estudios en las regiones semiáridas, donde los usuarios de la tierra tienen que adaptarse a un clima adverso, esta interacción contribuyó a dar forma al diseño de la investigación. En muchos CRNs, el desarrollo de capacidades aumentó el impacto de la ciencia y también proveyó una plataforma para el diálogo entre los *stakeholders* y el equipo científico, enriqueciendo la investigación y facilitando su aplicación en la formulación de políticas en los niveles local y nacional.

Evaluación

La participación de los *stakeholders* no fue un factor importante en el diseño y selección de la mayoría de los de los proyectos CRN. Aunque se incluían algunas referencias vagas a la importancia para la política, no hubo definiciones concretas. En consecuencia, la evaluación de estos factores así como su significación, éxitos y fracasos son subjetivos y se basan en una visión retrospectiva, por lo que su análisis debe considerarse tentativo y exploratorio. Podría recomendarse que en el futuro los proyectos formulen dicha participación de forma explícita y que el IAI plantee una metodología de evaluación y defina indicadores de impacto. No obstante, el análisis del CRN apunta a la importancia de varios elementos, incluyendo los siguientes:

- trabajo en red e incorporación y estimulación del interés de diferentes *stakeholders*
- mayor participación de actores provenientes de las ciencias sociales en proyectos de ciencias “duras”, que ayuden a desarrollar el aspecto de aplicabilidad en la política, plantear interrogantes de importancia para la sociedad y “humanizar” la investigación
- participación de *stakeholders* para mejorar la recolección y análisis de datos e información y su posterior interpretación y aplicación
- investigación y análisis a nivel local y participación de *stakeholders* locales, cuya permanencia en el proyecto es más probable que la de los actores nacionales e internacionales.

Temas emergentes

El panorama de la ciencia del CAG y la participación de los *stakeholders* está evolucionando rápidamente. Esta sección resume los aspectos emergentes más significativos, en los cuales deberán concentrar su atención las comunidades científicas, de financiamiento y de formulación de políticas en la próxima década.

Convenios Internacionales sobre Medio Ambiente

En muchos proyectos sobre el CAG, la participación de *stakeholders* depende de la motivación de los científicos. Éstos los eligen según sus necesidades (cuestiones científicas) y las diferentes fases y objetivos del proyecto. Dependiendo del campo de investigación, los convenios internacionales y las correspondientes legislaciones nacionales pueden requerir la participación de diferentes *stakeholders* (Reyes-Knoche, capítulo 10). Por ejemplo, el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) reconoce el derecho soberano de los estados —reflejado en sus leyes— sobre sus recursos biológicos. Esto incluye la potestad de otorgar o negar el acceso para actividades científicas. De aquí que los investigadores deben observar la normativa nacional e internacional concerniente a los contratos de acceso y decidir la forma en que participarán los *stakeholders*. En estrecha relación con este aspecto se encuentran las regulaciones concernientes a la distribución de los beneficios resultantes de la utilización de los recursos genéticos, así como la normativa acerca de la participación de *stakeholders*, la transferencia de tecnología, el uso compartido de los resultados de las actividades científicas y el desarrollo de capacidades. Al diseñar el proyecto, es fundamental considerar estos factores, tanto en la etapa del planteo de los interrogantes científicos clave como en su posterior ejecución.

Aprendizaje social y participación de stakeholders

La ciencia del CAG requiere de equipos interdisciplinarios institucionalizados con solidez académica y participación multisectorial. Para facilitar el uso compartido de los resultados, los grupos deben definir métodos de capacitación tendientes a ello. Deben además, crear alternativas accesibles para un entrenamiento exhaustivo, asegurando su continuidad en el tiempo e identificar organizaciones e instituciones que también se comprometan en el aprendizaje.

En los proyectos, los *stakeholders* ofrecen una oportunidad única para el aprendizaje interactivo a través del intercambio de conocimientos y experiencias en el marco de la educación formal o informal. Este

proceso de enseñanza mutua tiene influencia tanto en los individuos como en las instituciones, facilitando el desarrollo de capacidades entre los diversos *stakeholders*. En consecuencia, puede lograrse un impacto significativo en la formulación de políticas.

Diseño adaptable de la investigación

En un artículo publicado recientemente en *Nature*, Patrinos y Bamzai (2005) sostienen que el camino entre la ciencia del clima y el sector de formulación de políticas no siempre es lineal. Este argumento podría aplicarse fácilmente a los *stakeholders* y al CAG en general. Es decir que los proyectos científicos deberían tener un diseño adaptable, que pueda responder a los aportes y/o reacciones de los *stakeholders* durante su ejecución. Existen casos en los que su integración se remonta al comienzo de los proyectos, tomando parte en su definición inicial. En otros, cuando los *stakeholders* se suman en una fase posterior, su inclusión puede requerir una reorientación en el plan científico a fin de dar lugar a sus aportes y responder a sus necesidades.

Integración de nuevos stakeholders

En el contexto del IAI, la integración de nuevos *stakeholders* debe considerar las realidades de América Latina y el Caribe (LAC). De los quinientos millones de habitantes de LAC, el treinta por ciento es menor de 15 años y el veinticinco por ciento subsiste con menos de dos dólares por día. Se estima que para el año 2050, la población de la región habrá aumentado en un cuarenta y cuatro por ciento, alcanzando los ochocientos millones. Queda claro que los jóvenes y los pobres se encuentran entre los principales *stakeholders* para ciencia del CAG. Esta realidad indica que es necesario reformar urgentemente las currículas escolares para que incluyan los temas del CAG. Por ejemplo, los investigadores del Experimento de Gran Escala de la Biósfera - Atmósfera en Amazonia (LBA) en Acre, Brasil, llevaron información básica sobre el cambio ambiental global e imágenes satelitales de la deforestación reciente a las escuelas rurales como intento de incorporar cambios en la currícula. Las oportunidades para este tipo de compromiso son inmensas en una región donde más de cien millones de personas están en edad escolar. Sólo en el sistema de educación básica de Brasil hay cincuenta y cinco millones de niños, que representan una importante parte de la población más vulnerable al CAG.

Los grandes proyectos como la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana (IIRSA, <<http://www.iirsa.org>>) y el corredor interoceánico entre los puertos marítimos del centro de Brasil y Perú, también generan una nueva demanda de participación de *stakeholders*. Al acelerar la deforestación y actuar como corredores para la migración y la reestructuración económica, estas y otras iniciativas similares se han convertido en impulsores clave del CAG. Así, se expande el rango de *stakeholders* expuestos al cambio global, introduciendo a profesionales locales, ONGs, funcionarios gubernamentales y líderes comunales en los proyectos de infraestructura. Además, en general estos grandes proyectos trascienden las fronteras nacionales y pueden convertirse en catalizadores de la formación de nuevas coaliciones de actores sociales, tales como la iniciativa trinacional MAP, una alianza de unidades administrativas locales de Perú (Madre de Dios), Brasil (Acre) y Bolivia (Pando).

Los stakeholders y el conocimiento tradicional

La participación de comunidades locales e indígenas en la investigación del CAG se está incrementando, especialmente en las áreas de medio ambiente, conservación de la biodiversidad y uso sustentable. El *conocimiento tradicional* (CT) continúa siendo un concepto controvertido. Una visión general de los diferentes enfoques para la definición de *conocimiento tradicional* y *conocimiento indígena*, puede hallarse en el informe 1998–1999 de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). El Artículo 8j del CDB define al CT como “los conocimientos, innovaciones y prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañan estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica” (CDB, 2005). La definición es flexible, por lo que la protección y resguardo del CT dentro de sus respectivas realidades nacionales queda en manos de los estados.

El consentimiento informado —que comprende el conocimiento de la estructura y los objetivos del proyecto, así como de los beneficios y riesgos que pudieran surgir de la participación en él y la forma de compartirlos— protege la participación de los que detentan el CT. Además, habitualmente el CT es patrimonio de toda la comunidad y no de una sola persona, lo que puede complicar la decisión acerca de qué partes deben actuar en un proyecto científico. Si bien un miembro de la comunidad puede tener la función de enlace entre ésta y el proyecto, es importante que los beneficios se compartan con la comunidad en su conjunto. Los siguientes son algunos factores clave para orientar la aplicación del CT en los proyectos del CAG:

- Debe respetarse la organización tradicional y las estructuras de toma de decisiones de estas comunidades.
- Durante la concepción del proyecto y en sus diversas etapas, se debe consultar a las comunidades locales pertinentes, integrando el consentimiento informado desde el principio.
- En el caso de las investigaciones relacionadas con el acceso a recursos genéticos y el conocimiento tradicional asociado, el diálogo con las comunidades debe incluir negociaciones transparentes sobre los derechos de propiedad intelectual.
- En caso de que el desarrollo de capacidades o las evaluaciones del proyecto generen gastos a la comunidad local, los investigadores deberán contribuir a la obtención de fondos para mantener la cooperación.

Los medios de comunicación como *stakeholder*

Los medios de comunicación masiva (diarios, semanarios, revistas de divulgación científica, radio, televisión y algunos filmes) tienen un papel importante en el modelado, dirección, formación y deformación de la opinión pública y, colateralmente, influyen en el cambio y formulación de las políticas (Weingart, capítulo 6). Es común que los medios desarrollen temas de actualidad y presenten escenarios, resultados y opciones de cambio. Esto trasciende los enfoques sensacionalistas de gran parte de la prensa popular y abarca temas importantes de manera seria y accesible. El CAG se ha ido abriendo camino en los medios, con discusiones sobre el cambio climático y el calentamiento global, el aumento del nivel del mar y de la incidencia e intensidad de los huracanes, la desertificación y el derretimiento de los glaciares y hielos polares, la deforestación y la degradación del suelo. El tratamiento de estos temas guarda dimensión con el público destinatario y sigue diferentes lineamientos y orientaciones ideológicas y políticas.

La investigación del CAG y su proceso, desde la generación de conocimientos hasta la influencia en la política, compite por la atención de los medios con los problemas cotidianos y “normales” del medio ambiente y el desarrollo. La experiencia sugiere que tanto el público como los políticos expuestos a esta cobertura asignarán mayor prioridad a los temas actuales restando importancia a las inquietudes de largo plazo, que a menudo están ubicadas en el contexto de futuros inciertos. Esto obliga a la comunidad científica a transmitir sus mensajes de manera más amigable para los medios. Los investigadores e instituciones deben aprender a ganarse el apoyo de los medios para promover la comprensión de los problemas del CAG y jus-

tificar la necesidad de opciones y cambios en las políticas. Los medios pueden y deberían ser un poderoso aliado de la investigación del CAG, pero esto requiere de esfuerzos para garantizar una comunicación efectiva al público, las poblaciones interesadas, las agencias políticas y los grupos de presión.

Desigualdad de capacidades

Los *stakeholders* del CRN provienen de una variedad de contextos políticos y socioeconómicos y tienen diferentes capacidades. En consecuencia, son igualmente variados los recursos necesarios para que comprendan las implicancias del CAG en las sociedades y su participación sea efectiva. La comunidad científica debe tomar en cuenta que lo que es considerado urgente en la escala global distará en muchos casos del interés local y de la capacidad de participar. La investigación debería contemplar tal heterogeneidad mediante la capacitación y la educación y, cuando fuera posible, financiar y promover iniciativas que generen una mayor conciencia sobre las implicancias locales, regionales y globales del CAG. Las diferencias económicas, sociales y culturales son factores que los científicos deben considerar para motivar la participación de los *stakeholders*.

¿Cómo mantener la participación y el compromiso de los *stakeholders*?

A menudo, las relaciones entre los *stakeholders* y los científicos son intermitentes, y por lo tanto es de esperar que, en un proyecto de largo plazo, los intereses de los primeros tengan altibajos. La comunidad científica del CAG deberá diseñar estrategias para mantener el interés de los *stakeholders*, especialmente durante los períodos de participación menos activa, que, si se sostiene en el tiempo, puede continuar disminuyendo y terminar en la desvinculación. Como mínimo, debería mantenerse el contacto mediante la divulgación de informes de avance y comunicados de prensa. Aunque siempre se puedan integrar nuevos *stakeholders*, lo importante es mantener su interés y compromiso, no sólo durante la ejecución del proyecto sino después de su finalización. De aquí, que todo esto debe considerarse al diseñar el proyecto.

El contexto de la participación de los *stakeholders*

La *puesta en contexto* se refiere a las normas que gobiernan la investigación del CAG en cada país y sus impactos -positivos y negativos- en la ciencia y en la participación de los *stakeholders*. Por definición, los proyectos que el IAI financia son multinacionales y multidisciplinarios por lo que deben tener en cuenta la

situación imperante en cada país. Las encuestas realizadas a los PIs como parte de la evaluación del programa mostraron hasta qué punto las contingencias de cada lugar moldearon el carácter y contenido de la relación investigador-stakeholder. En algunos países, los medios de comunicación estuvieron abiertos al mensaje del CAG y se convirtieron en aliados para difundir la información a distintas audiencias y grupos interesados. Esto sin embargo no fue una regla general. Además, en cada país, el grado de poder, legitimidad y efectividad de los grupos participantes en la discusión política depende de que los resultados de la investigación favorezcan o perjudiquen a cada uno de ellos. Es necesario entonces “contextualizar” adecuadamente la forma en que los investigadores involucran al público, los participantes y los grupos interesados en el proceso científico.

Comentarios finales

Los stakeholders son grupos heterogéneos con intereses diversos en la ciencia del CAG. Las motivaciones de su participación son variadas y depende de sus intereses específicos y su disponibilidad. Un desafío clave para la comunidad científica es explorar estos intereses individuales y abrir el espacio necesario para su intervención desde el principio. Asimismo, los proyectos deben reservar fondos para casos en que la participación de los *stakeholders* así lo requiera. Los administradores subnacionales de recursos y los educadores en muchos niveles desean participar en la ciencia del CAG y aplicar sus resultados.

Los stakeholders eligen participar en diferentes etapas del proceso científico, pero rara vez lo hacen en todas. Los investigadores deben ser sensibles al interés de los *stakeholders* y estar alertas a sus requerimientos. Por ejemplo, el desarrollo de políticas ambientales nacionales e internacionales suele componerse de múltiples etapas que se extienden por largos períodos. Es fundamental que los científicos del CAG ofrezcan productos en forma oportuna y sincronizada con el proceso político.

Los stakeholders deben entender cuáles serán sus contribuciones al proyecto y los beneficios que obtendrán. La confianza mutua es una condición básica para que los *stakeholders* participen. El cuestionamiento de esta confianza pondrá en riesgo la participación futura. Es entonces importante que todas las partes expresen claramente sus expectativas desde el comienzo y lleguen a un acuerdo.

Los stakeholders hacen múltiples aportes, que van desde la definición de la agenda de investigación hasta su participación en la recolección de datos y el desarrollo de capacidades. La participación de los *stakeholders* debe enmarcarse en un contexto amplio. La ventaja de que esto suceda en las etapas más tempranas es que el proyecto puede adecuarse a sus necesidades y tiempos. Al colaborar en la recolección de datos, los *stakehol-*

ders adquieren un sentido de pertenencia, lo que enriquece el proceso científico y sus impactos. Asimismo, pueden facilitar el diálogo con muchos otros usuarios de la ciencia, contribuyendo así a identificar las necesidades de información de un grupo más amplio de *stakeholders*. Esto mejorará la aplicación de los resultados científicos en las comunidades de políticas y de manejo de recursos.

La participación de los stakeholders debe regirse por las leyes internacionales y nacionales y ser consistente con las normas locales de distribución de conocimientos y beneficios. La ciencia del CAG a menudo colabora con iniciativas internacionales de conservación y protección ambiental, reconociendo la soberanía de los estados sobre sus recursos ambientales. Además, los beneficios derivados de la participación en un proyecto de investigación, en general, son propiedad de una comunidad y no de los individuos involucrados en él. Por lo tanto, es fundamental incluir la soberanía y la propiedad comunitaria en el diseño del proyecto y tenerlas en cuenta durante su ejecución.

La participación de los stakeholders debe involucrar un conjunto de actividades planeadas en el marco de un diseño de investigación adaptable. Esto significa que debe tratarse de evitar la improvisación, pero mantener la flexibilidad. Las actividades deberían planearse para beneficiar a todos los participantes y responder a los intereses que surjan en el transcurso del proceso.

La ciencia del CAG no debe sobrevalorar a los stakeholders en el reconocimiento de que no todos tienen las mismas capacidades. Las actividades de los *stakeholders* fuera del proyecto insumirán su tiempo y atención. Por lo tanto, hay que evaluar y establecer cuidadosamente los parámetros de su participación. El diseño del proyecto debe contemplar objetivos realistas para los *stakeholders*, que hacen aportes en función de sus diferentes capacidades.

La comunidad de la ciencia del CAG es responsable de mantener y propiciar un ambiente que promueva una vinculación de largo plazo con los *stakeholders*. Administrar los distintos intereses es clave para mantener el compromiso de los *stakeholders* no sólo a lo largo del proyecto sino también cuando este finalice. Un plan de comunicaciones sobre las actividades alentará el contacto continuo de los *stakeholders* con el proyecto, aun durante las etapas que no son de su interés inmediato. Asimismo, le incumbe a la comunidad del CAG evitar conflictos entre los *stakeholders* y contribuir a satisfacer las necesidades de todos ellos.

Referencias

CBD. 2005. Handbook of the Convention on Biological Diversity (including its Cartagena Protocol on Biosafety), 3rd ed. Montreal: Convention on Biological Diversity. <<http://www.biodiv.org/convention/convention.shtml>>

- Mitchell, B. 2002. Resource and environmental management, 2nd ed. Essex: Longman.
- Patrinos, A., and A. Bamzai. 2005. Policy needs robust climate science. *Nature* 438(17):285.
- Stoecker, R. 1999. Are academics irrelevant? Roles for scholars in participatory research. *American Behavioral Scientist* 42(5): 840–54.
- WIPO. 1998–1999. Intellectual property needs and expectations of traditional knowledge holders: WIPO report on fact-finding missions on intellectual property and traditional knowledge. Geneva: World Intellectual Property Organizations. (Publication Number 768) <<http://www.wipo.int/tk/en/tk/ffm/report/index.html>>

4 ¿Cómo incorporar la ciencia del cambio ambiental global al proceso político?

John Ingram, John Stone, Ulisses Confalonieri, Theresa Garvin, Peter R. Jutro, Carlos A. Klink, Brian H. Luckman, Elke Noellemeyer y Peter M. de Toledo

A medida que la presión de las actividades humanas en los sistemas que sustentan la vida en el planeta Tierra se hace más evidente, la ciencia del cambio ambiental global recibe cada vez más pedidos de soluciones a los problemas emergentes. Un mandato importante del IAI es contribuir al desarrollo científico y a la aplicación de sus resultados en el proceso de formulación de políticas en sus diecinueve países miembro y en toda la región. La agenda científica del IAI fue concebida para ser dinámica y pertinente para la política, permitiendo así la incorporación periódica de nuevas prioridades científicas y el abordaje de las necesidades de las naciones de las Américas. El objetivo de este capítulo es extraer algunas lecciones de la experiencia del CRN y otros proyectos internacionales de la región, de manera de articular y mejorar el diálogo entre los científicos de los programas del IAI y los encargados de la formulación de políticas de los países miembro. Se brindará aquí una guía práctica para el proceso ciencia-política.

Hemos definido política de manera amplia, incluyendo todas las decisiones que afectan el cambio ambiental global o son afectadas por éste. Si bien el capítulo se centrará principalmente en los responsables de políticas gubernamentales, las lecciones aprendidas pueden aplicarse a otros actores, como los administra-

dores de los recursos. Se reconoce aquí que la ciencia es sólo un aporte al proceso de formulación de políticas y, que existe una distinción entre política en tanto que se refiere a normativa y política en tanto que se refiere a actividades gubernamentales⁴. Asimismo, se advierte que muchas veces deben tomarse decisiones aunque la información con que se cuenta sea incompleta o imperfecta.

La interfaz ciencia-política no siempre es transparente, opera en distintos niveles e involucra a muchos actores diferentes. El proceso político cuenta con dos elementos básicos: la gobernanza y el diálogo. La gobernanza determina el papel de los distintos actores, entre los que encuentran los científicos, las ONGs, los medios de comunicación, los grupos de presión o con intereses creados, el sector privado, los tomadores de decisiones y responsables de políticas de los niveles local, regional y nacional del gobierno. En principio, la definición y comprensión de los roles es una ventaja para el funcionamiento del proceso ciencia-política. La investigación del cambio ambiental global no puede estar separada de los valores. La experiencia de participar en el desarrollo y la aplicación de información científica puede implicar una aproximación al proceso de toma de decisiones. No obstante, es imperativo que los científicos comuniquen sus resultados y conocimientos lo más objetivamente posible.

En teoría, para entablar un diálogo efectivo dentro del proceso político se necesita un ambiente abierto y transparente, un marco y un lenguaje común entre los actores. En muchos casos, el diálogo surge espontáneamente como un proceso eficiente y orientado a los resultados. Sin embargo, puede mejorarse cuando se reconocen los atributos clave relacionados con la ciencia y la forma de presentar sus resultados. Precisamente, este capítulo rescata algunos de estos atributos a partir de la experiencia de los científicos de varios CRNs y utiliza un enfoque analítico sistemático, diseñado para mostrar “lo que funcionó” en relación con cada atributo. Se presenta una serie de ejemplos tendientes a facilitar el diálogo en el futuro. El gran esfuerzo que demanda lograr un diálogo efectivo puede redundar en beneficios que superan a los esperados inicialmente.

Cualidades fundamentales de la ciencia para su aplicación en la política

No todos los trabajos científicos buscan su aplicabilidad en la política, ni se pretende que la investigación básica tenga valor inmediato en el proceso político. Si, no obstante, se espera que los resultados científicos tengan influencia en el proceso político, deben reunir una serie de cualidades fundamentales. En

⁴ N.T.: ver nota 1 en capítulo 1

el CRN se identificaron las siguientes: *credibilidad, sentido práctico, utilidad, accesibilidad y aceptabilidad*. Todos ellos tienen la misma importancia, aunque algunas situaciones más énfasis en alguno de ellos.

Credibilidad

El proceso de revisión por pares es la forma más importante y duradera de establecer la credibilidad de los resultados de la investigación dentro de la comunidad científica. A menudo, este aspecto es central en los procesos de desarrollo de políticas (por ejemplo, en el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, IPCC). En efecto, algunas políticas sólo pueden basarse en información científica que haya sido evaluada por pares (por ejemplo, cuando la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos propone leyes en su área). Los contactos más personalizados con los encargados de la formulación de políticas, dan valor a la noción de confianza, ya sea entre instituciones o individuos. Los investigadores deben construir y mantener la confianza entre todas las partes involucradas. Aunque lleva mucho tiempo forjarla, la confianza es frágil y puede perderse rápidamente. La reputación de los científicos e instituciones también es importante al momento de desarrollar la confianza, y se acrecienta cuando ellos reconocen lo que los usuarios consideran relevante y aplican procesos transparentes para definir las agendas científicas e interpretar los resultados.

Consolidar la credibilidad

El trabajo de uno de los CRNs ejemplifica algunas maneras de lograr la credibilidad al introducir la ciencia en el proceso político (Luckman, capítulo 12). La mayor parte del esfuerzo de este CRN se dedicó a la recolección de datos, que se usaron para documentar y entender la variabilidad del clima a escala local, regional y hemisférica. Estos datos están archivados en bases internacionales de acceso libre y abierto, permitiendo así su uso y verificación por parte de la comunidad científica. De modo similar, los resultados fueron publicados en prestigiosas revistas internacionales con arbitraje. Los datos pueden constituir aportes significativos para el desarrollo de políticas y la toma de decisiones en ámbitos, que van desde el manejo local de los recursos hídricos hasta las contribuciones al IPCC.

Este CRN fortaleció su credibilidad en el nivel nacional mediante un grupo interdisciplinario de expertos formado por científicos universitarios y profesionales de compañías forestales y liderado por un investigador chileno (Co-PI). El grupo produjo el documento: *Componentes científicos clave para una política*

nacional sobre los usos, servicios y conservación de los bosques nativos chilenos (Lara et al., 2003). El documento y las recomendaciones en él contenidas tuvieron luego el respaldo de grupos nacionales de académicos y expertos políticos y fueron presentados a la Comisión de Agricultura del Senado y al Presidente de ese país. Estas recomendaciones son clave para la política y la legislación de Chile y se espera que tengan un impacto significativo en las decisiones futuras respecto de los bosques nativos.

Otro ejemplo de escala más local es un estudio sobre el rendimiento de la biomasa de los bosques semiáridos de mesquite realizado en México, cuyos resultados tuvieron una aplicación inmediata en el manejo sustentable de los recursos forestales. La agencia forestal gubernamental publicó estos resultados en un folleto que se distribuyó a los productores como guía para la futura restauración, uso y manejo de estos recursos.

Sentido práctico

La capacidad de usar información científica para formular e implementar políticas basadas en ella depende de diferentes aspectos relacionados con su sentido práctico, es decir, su facilidad de uso. El primero de ellos es la transferencia de la información en tiempo y forma para responder a una necesidad. La transferencia puede hacerse siguiendo un plan estratégico o aprovechando la inminencia de la formulación de alguna política. Segundo, la información debe tener un formato adecuado para que los usuarios capten inmediatamente los aspectos clave sin necesidad de un proceso de “traducción”, que insume tiempo y esfuerzo (dificultando la comprensión) y puede generar malas interpretaciones (lo que lleva al fracaso y al deterioro de la relación ciencia-política). Tercero, como son muchos los factores que rigen el proceso político además de la ciencia, el sentido práctico de la información también consiste en que pueda utilizarse en otros contextos. Es probable que éstos abarquen diferentes escalas espaciales y temporales, con las que tiene que concordar el producto científico. Una forma de contribuir a que los aportes científicos se den en las escalas adecuadas es ofrecer una variedad de opciones, especialmente lo que se refiere a las bases de datos.

Beneficios de un enfoque “oportunista”

Luego de un viaje de campo a los sitios experimentales ubicados en las sabanas del Cerrado cerca de Brasilia, los científicos de un CRN aprovecharon la posibilidad de presentar sus resultados a los funcionarios del Banco Mundial y del Ministerio de Medio Ambiente de ese país (Klink et al., capítulo 18). El Banco

Mundial solicitó a los científicos que prepararan un informe sobre el análisis de los *stakeholders* del Cerrado y un documento sobre el uso y conservación de la tierra en esa región, con el objeto de solicitar financiamiento al Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). Los autores describieron los conocimientos sobre biodiversidad, balance hídrico y ciclo del carbono adquiridos en el CRN, incluyendo un detalle de los principales *stakeholders* y sus áreas de influencia. En general, los *stakeholders* y las instituciones sugirieron que se diera la adecuada importancia a la conservación del Cerrado, en vista de que el hábitat y el paisaje ya se encuentran significativamente alterados y degradados. El informe permitió además que el Banco Mundial y los funcionarios del gobierno desarrollaran políticas de compensación entre las funciones del ecosistema y la producción agrícola de valor comercial, que culminaron en la aprobación de la Iniciativa para un *Cerrado Sustentable* por el Banco Mundial, el FMAM y el Ministerio de Medio Ambiente de Brasil, agregando así valor a la investigación básica y aumentando su sentido práctico.

Utilidad

La utilidad de la información científica depende de que el usuario reconozca su valor. Es probable que la comunidad científica deba invertir tiempo y esfuerzo para desarrollar capacidades de comunicación efectivas y ayudar a los usuarios a comprender rápidamente la importancia de la ciencia para los asuntos políticos en cuestión. Esto está relacionado con el formato y la legitimidad de la información respecto del contexto institucional. El conjunto de estos factores influye sobre la capacidad de actuar en función de la información recibida, pero para ello es necesario tener voluntad de acción. La utilidad de los muchos productos científicos del Experimento de Gran Escala de la Biosfera-Atmósfera en Amazonia (LBA) se vio incrementada por 1) la integración de los productos científicos para responder a planteos políticos de los gobiernos y 2) la expansión del LBA con fondos del gobierno (GEOMA, la Red de Modelado Ambiental del Amazonas creada en 2002 por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de Brasil).

Aumentando la utilidad de la información científica

La evolución del proyecto LBA y de la red GEOMA es un ejemplo de cómo la ciencia puede producir información útil y de alta calidad sobre el medio ambiente amazónico. Ésta tiene valor para los encargados de políticas y contribuye a que el público reconozca la importancia de la ciencia. El desarrollo de productos, como los escenarios donde confluyen el modelado, los monitoreos y el conocimiento acerca de

los procesos ecológicos y la dinámica humana permitieron alcanzar este objetivo. LBA/GEOMA surgió en respuesta al interés nacional e internacional por la selva amazónica y dio resultados sobre el funcionamiento de los ecosistemas, las emisiones de gases de efecto invernadero, la climatología y los cambios en el uso de la tierra en los bosques húmedos tropicales. En su concepción original, el experimento multilateral LBA produjo muchos trabajos científicos y desarrolló capacidades de investigación locales, pero no fue efectivo en el diálogo formal entre los científicos y los tomadores de decisiones del ámbito gubernamental. El mutuo reconocimiento del valor de dicha relación llevó a la creación de GEOMA, que entrega productos por encargo, tales como escenarios sobre impactos sociales y ambientales en la Amazonia. Los informes técnicos, las disertaciones ante ministros y la participación en grupos de trabajo gubernamentales dedicados al desarrollo económico de la región amazónica brasileña fueron algunas de las estrategias que usó la red GEOMA para transferir más rápidamente sus resultados y diagnósticos a los tomadores de decisiones. La conversión de las selvas, los cambios climáticos y la pérdida de biodiversidad, entre otras cuestiones ambientales y sociales, resultaron ser de gran interés durante la construcción de las agendas y estrategias de desarrollo en el norte de Brasil.

Accesibilidad

La accesibilidad de la ciencia está condicionada por la comunicación. Se requiere un lenguaje adecuado tanto en términos del idioma local *per se* como del nivel de jerga disciplinaria, ya que los usuarios generalmente desconocen los conceptos científicos. La claridad de la información también es importante, en particular, al describir y comunicar los conceptos de incertidumbre y complejidad. Para ello, se necesitan formatos apropiados entre los que pueden contarse los materiales de alto impacto visual, que contribuyen además a la comprensibilidad de la información. Por otro lado, un lenguaje adaptado al contexto cultural es condición necesaria para aumentar la aceptabilidad de la información científica.

Mejorando la accesibilidad a través de una comunicación apropiada

La accesibilidad fue uno de los desafíos más importantes que enfrentó el CRN sobre cambio en el uso de la tierra en regiones semiáridas (Menezes et al., capítulo 16). El proyecto proponía generar información científica que pudiera ser utilizada por agricultores, traducirla en opciones viables de manejo del suelo y comunicarla de forma efectiva. Enfrentar estos desafíos implicó un proceso abierto de aprendizaje mutuo en-

tre los científicos y las comunidades rurales, en el que se buscaron términos y conceptos comunes. El lenguaje en sí mismo fue a menudo una dificultad: en algunas áreas rurales de Yucatán, México, la gente sólo habla maya. Esta dificultad fue superada al incluir a científicos pertenecientes a la cultura indígena de la región de estudio que conocían la idiosincrasia de la población local.

Este CRN también enfrentó los problemas relacionados con la búsqueda de enfoques adecuados para comunicar la complejidad de los sistemas estudiados y las opciones de manejo alternativas. Un camino ideal para la comunicación con los agricultores fue llevar a cabo los ensayos científicos en sus tierras, que permitió a los científicos compartir y discutir sus observaciones y resultados, evaluar las implicancias de las distintas opciones de manejo y explicar la complejidad. Como consecuencia, las alternativas de manejo propuestas fueron adoptadas de manera efectiva. Puede decirse que este proyecto superó con éxito el problema de la accesibilidad, ya que los agricultores tienen ahora la capacidad de utilizar el conocimiento adquirido y de reconocer los requerimientos de la investigación.

Aceptabilidad

Los investigadores deben ser conscientes de que la información científica puede afectar intereses creados, ya sean económicos, sociales o políticos. Comprender la naturaleza de cualquier interés creado es fundamental para maximizar la aceptabilidad de los resultados científicos. La aceptabilidad también puede aumentarse comprometiendo a los usuarios en el diseño y dirección de la investigación desde el inicio. Esto resulta más fácil si los investigadores se insertan en la comunidad de usuarios o son asesores de actores clave o del sistema en su conjunto. Otro factor que contribuye es la pertenencia de los investigadores al sistema que solicita la información. Además, si la receptividad del público es alta, la aceptabilidad de los resultados también lo será.

Ampliando la aceptabilidad de los resultados científicos

El CRN sobre las implicancias del cambio climático en las enfermedades ofrece un buen ejemplo de cómo puede fortalecerse la aceptabilidad de la ciencia cuando el grupo de investigación forma parte del sistema de formulación de políticas (Confalonieri, capítulo 22). La mayoría de los Co-PIs de Brasil, Venezuela, México y Colombia pertenecían a los institutos nacionales de salud pública que asesoran a los ministros de

salud. Si bien se encontraban en centros académicos, estos científicos conocían perfectamente bien las agendas de salud y los problemas relacionados con las enfermedades en sus países. En este CRN se desarrollaron herramientas de avanzada para la vigilancia epidemiológica y el planeamiento del control de enfermedades, basadas en nuevos conocimientos científicos. Sin embargo, entre los usuarios pueden encontrarse funcionarios de salud pública que no valoren la ciencia subyacente a estas herramientas.

Existen diversas maneras para favorecer la adopción de estas herramientas en el nivel local, como alentar a las oficinas de salud pública a realizar proyectos piloto para demostrar su utilidad. Una explicación clara de las incertidumbres involucradas contribuirá a vencer la aversión al riesgo de los funcionarios, lo que promovería la aceptabilidad. Por ejemplo, un 80 por ciento de probabilidad de que la incidencia de una enfermedad aumente/disminuya puede resultar insuficiente para que un tomador de decisiones arriesgue su carrera o su cargo. La aceptación se lograría también ayudando a las municipalidades más pequeñas o más pobres y a los gobiernos regionales a comprender la relevancia del clima en la ocurrencia de enfermedades.

Los investigadores deben equilibrar el énfasis que ponen en cada una de estas consideraciones. Si por ejemplo en la discusión con los responsables de políticas se da demasiada importancia a la credibilidad, se corre el riesgo de perder o descuidar algunos aspectos clave vinculados a la utilidad. El proceso político utiliza, en alguna medida, todos los atributos descritos más arriba, por lo que se deben analizar previamente y con detenimiento las ventajas y desventajas de priorizar alguno de ellos

Lecciones aprendidas

Los CRNs del IAI y otros proyectos de investigación regionales e internacionales ofrecen un conjunto de experiencias que demuestran la naturaleza de la interfaz entre la ciencia y la política. Una lección emergente es que los científicos deben tomarse el tiempo de entender el funcionamiento del proceso de formulación de políticas e identificar a sus actores clave. Los científicos deben conocer el contexto de su trabajo y saber identificar el momento de involucrarse en el proceso político, además de reconocer ciertas características inherentes a la formulación de políticas. Lo más importante es que los científicos acepten que la formulación de políticas es un proceso permanente e iterativo. En particular, no se trata de un proceso lineal en el que se emprende una investigación y sólo se comunican sus conclusiones a los responsables de políticas al final del proyecto. Los científicos deben tratar de comprometer a los encargados de políticas en distintas etapas del proceso de investigación, especialmente durante el planteo inicial de los interrogantes científicos,

en consecuencia deben estar dispuestos a involucrarse en una comunicación permanente, reformulando y actualizando los mensajes según sea necesario. Muchos científicos no están familiarizados con este requisito y piensan que su papel consiste simplemente en presentar sus resultados una vez. Al interactuar con los responsables de políticas, deben trascender los formatos convencionales de las publicaciones. Si bien cada CRN tuvo sus propias características, del análisis realizado aquí surgieron muchas lecciones genéricas importantes, que se presentan a continuación sin orden de importancia.

Generar y mantener la credibilidad

- Una ciencia objetiva y creíble es fundamental para informar a la política pública.
- Es necesario generar y mantener la confianza y la credibilidad entre todos los participantes desde el principio.
- La confianza es frágil; una vez perdida, puede ser difícil de recuperar.
- El financiamiento estable, adecuado y de largo plazo de la ciencia fortalece la credibilidad.
- La credibilidad científica se ve garantizada al cumplir con los estándares internacionales de revisión y el archivo de datos y publicaciones.
- Una ventaja es contar con la participación de PIs involucrados en el proceso de desarrollo de políticas ya que éstos serán usuarios potenciales.
- Los científicos que se ganan la confianza de los usuarios tienen más chances para conseguir recursos y continuar con las actividades.

Lograr el sentido práctico

- Los científicos deben saber que, una vez establecido el sentido práctico de su trabajo, es posible encontrarse con demandas de compromiso continuo.
- Una actitud “oportunista” para comprometerse en el proceso político puede resultar efectiva, sin embargo, los científicos deben ser flexibles y estar en condiciones de responder con rapidez.
- Los científicos deben estar abiertos a las posibilidades que surjan más allá de sus objetivos iniciales, para satisfacer las necesidades resultantes de la evolución política.
- El planeamiento de la investigación debe reconocer los contextos sociales, políticos y económicos con la participación de los científicos sociales.

Demostrar la utilidad

- La “ciencia de buena calidad” no es suficiente para influir en las políticas.
- Es posible que no se reconozca inmediatamente la aplicabilidad potencial de los resultados científicos en el diálogo ciencia-política.
- La investigación básica y la monitorización pueden ser aplicables en la formulación de políticas en el largo plazo.
- Es poco probable que los resultados de la investigación básica coincidan con las necesidades políticas.
- Los científicos deben ser flexibles y estar abiertos a la posibilidad de que se sumen nuevos usuarios.

Facilitar la accesibilidad

- Los científicos deben reconocer la necesidad de comunicarse con los usuarios ya sea de forma directa o indirecta, utilizando un lenguaje claro.
- El desarrollo de un idioma común para la comunicación entre los científicos y los usuarios es un proceso de aprendizaje.
- El nivel local es un buen comienzo para que los resultados de los proyectos de ciencia básica sean accesibles a los usuarios.
- Para explicar conceptos científicos complejos se puede utilizar ejemplos de observaciones empíricas.
- La comunicación de los resultados científicos requiere de formatos adecuados que pueden resultar novedosos para la ciencia (por ejemplo, videos y folletos dirigidos a los profesionales).

Asegurar la aceptabilidad

- Los científicos deben buscar la manera de explicar los conceptos de incertidumbre y variabilidad natural a los usuarios.
- Generar confianza y demostrar el propio compromiso facilita la aceptación.
- La aceptación de los resultados científicos puede mejorar a través de la mediación de actores con una larga experiencia en el sector de políticas.
- El desarrollo de sistemas de apoyo a las decisiones dirigidos a la formulación de políticas y al uso operativo favorece la accesibilidad del conocimiento científico.

- Los estudios piloto pueden mostrar la utilidad del conocimiento científico y superar la reticencia a enfrentar los riesgos que implica utilizar nuevas herramientas aún no ensayadas.
- Las publicaciones en revistas de alta visibilidad pueden captar la atención de los medios y en consecuencia influir en los encargados de políticas de múltiples niveles para facilitar la aceptación de nuevos conocimientos científicos.

Compromiso del CRN con el proceso político

Las experiencias de los CRNs brindaron ejemplos de las formas que los científicos hallaron para compartir su investigación con los encargados de la formulación de políticas. Algunos proyectos buscaron específicamente actuar en la comunidad local o en la escala individual, así se introdujeron en el conocimiento tradicional local con el fin de influir en las políticas desde las bases. En vez de concentrarse en los procesos de toma de decisiones en niveles gubernamentales más altos, eligieron el nivel de la conducta y las actividades humanas. En muchos casos, este enfoque terminó por alcanzar a los niveles más altos.

Los proyectos se involucraron en el proceso de políticas en diferentes momentos. Algunos, incorporaron *stakeholders* cuando promediaba la investigación. En estos casos, se incluyó consultores y asesores para lograr una interacción más efectiva. Muchos proyectos realizaron también esfuerzos coordinados para “llevar sus resultados a la gente” luego de finalizada la etapa de investigación. Realizaron actividades de difusión como talleres y seminarios, que a menudo estuvieron dirigidos a los responsables de políticas u organizaciones civiles que podrían influir en el proceso político. Sin embargo, en otros proyectos se decidió no abordar cuestiones de políticas en ninguna etapa aunque lo ideal sería que los científicos incorporaran a los usuarios desde el comienzo del planeamiento de la investigación.

Conclusiones

Los gobiernos crearon el IAI para avanzar la investigación del cambio global y desarrollar capacidades dirigidas a mejorar el vínculo entre ciencia y política en las Américas y tuvieron un papel importante en el diseño de una agenda científica aplicable a la política. La comunidad científica respondió con entusiasmo presentando proyectos CRN para estudiar temas de esta agenda. No obstante, muchos científicos tenían poca experiencia en la interfaz ciencia-política, y las propuestas generalmente se centraron en las ciencias bá-

sicas. A pesar de ello, cada uno de los CRN fue desarrollando enfoques adecuados a su tema de investigación y al grupo de usuarios.

Este capítulo identificó algunas experiencias que ayudarán al IAI a establecer los lineamientos de sus programas y a los científicos de la región a contribuir con el proceso de formulación de políticas. Se demostró fehacientemente que aprender a construir la interfaz ciencia-política es un proceso interactivo y continuo al que el IAI puede hacer aportes importantes a medida que evoluciona.

Referencias

Lara, A., D. Soto, J. Armesto, P. Donoso, C. Wernli, L. Nahuelhual, and F. Squeo, eds. 2003. Key scientific components for a national policy on the uses, services and conservation of the Chilean native forests. Valdivia: Universidad Austral de Chile, Iniciativa Científica Milenio de Mideplan. (134 pp.)

5 **Comunicando la ciencia a los medios, los tomadores de decisiones y el público**

Theo Beckers, Maureen Woodrow, Paul E. Filmer, Sônia M. F. Ganesella, Laura Gallardo Klenner, Carlos A. Klink, Jean-François Tourrand, Peter Weingart

Comunicar conocimientos científicos interdisciplinarios sobre el cambio global a los representantes políticos, oficinas gubernamentales, ONGs, grupos civiles y el público no es tarea fácil. La investigación del cambio global trata con cuestiones de comprensión (complejidad cognitiva), valoración (complejidad normativa) y acción (complejidad política). El desarrollo de un lenguaje común puede contribuir a que distintas comunidades científicas se entiendan y comuniquen mejor al tratar temas complejos. Uno de ellos es el caso de los ecosistemas, interrelacionados con los sistemas socioeconómicos, que hacen indispensable enlazar los enfoques de las ciencias sociales, políticas y naturales. La interdisciplinariedad enriquece los resultados de la investigación y les da un valor agregado, según lo demuestran varios proyectos de las Redes de Investigación Cooperativa (CRN) del IAI.

Los múltiples actores involucrados en la investigación de la sociedad global deben mejorar su capacidad para resolver problemas. Como las formas emergentes de gobernanza incluyen a numerosos *stakeholders*, las interacciones ciencia-política se tornan difíciles, pero a la vez constituyen un desafío. La información científica sólida podría aumentar el consenso y la cooperación y reducir la complejidad normativa y política.

En su búsqueda de una conexión entre ciencia y política, la investigación del CAG debe tomar en cuenta las demandas sociales y traducir el conocimiento científico en acción. La comunicación relaciona la ciencia con la sociedad, así como las disciplinas científicas entre sí.

Los CRNs usaron diferentes modos de comunicación. La más importante es la comunicación tradicional entre científicos de distintas disciplinas y países, que se materializa en ponencias, publicaciones, enseñanza y capacitación. El aprendizaje mutuo entre investigadores y “otros” (ONGs, tomadores de decisiones y los que trabajan o viven en el área de estudio, como los pescadores o propietarios de tierras) se da cuando estos “otros” están directamente involucrados en el tema que se investiga. A menudo, los científicos comienzan por visitar la zona donde planean realizar su trabajo para conocer los problemas vinculados al cambio global que enfrenta la gente del lugar. Además, consultan a los tomadores de decisiones para comprender la naturaleza de las intervenciones políticas en curso o planeadas. Estas dos fuentes de conocimiento se incorporan a la información científica y son importantes durante el proceso de investigación. Finalmente, los investigadores discuten sus conclusiones y resultados con las personas a las que habían consultado.

El modelo estándar de comunicación científica se basa en el principio de que la ciencia tiene el monopolio de la verdad y el derecho de identificar los problemas y sus soluciones. Un modelo de comunicación más realista y efectivo podría basarse en la idea de la multiplicidad de conocimientos. El arte de hacer investigación consiste en enriquecer el saber de los expertos con aquel que está en poder de las organizaciones, las instituciones y la gente. Esta información se difunde al público en general, a los encargados de la formulación de políticas y *stakeholders* que no están vinculados al proyecto.

La comunicación explica, da respuestas y crea compromisos, y no sólo debe contribuir a la formulación de políticas efectivas sino también a mejorar el proceso de investigación. La emisión y la recepción son dos componentes de la comunicación. La primera tiene un formato verbal o visual, hecho a medida y con un objetivo específico. La otra implica la interpretación selectiva que hacen los usuarios. Es esencial reconocer la importancia de las barreras culturales y estructurales en el proceso de codificación, emisión, recepción e interpretación. *La comunicación efectiva y el aprendizaje social siempre están circunscriptos a un contexto que los define.* La educación y la capacitación son pilares fundamentales del puente entre la ciencia y la política. Algunos ejemplos *prácticos* de mecanismos de comunicación y difusión son los boletines informativos, sitios web, listas de correo electrónico, informes anuales e institutos de capacitación, siempre y cuando estén *bien*

diseñados. Un resultado positivo de los institutos de capacitación del IAI es la formación de redes de científicos y profesionales.

La contribución efectiva de la ciencia a la política podría fortalecerse tomando en cuenta las diferencias en sus escalas temporales y espaciales. Las siguientes etapas conforman el *proceso de la investigación*: desarrollo de una idea e hipótesis a contrastar, creación de redes internacionales de investigadores, preparación de la propuesta para obtener financiamiento, construcción de capacidades, recolección de datos, análisis, informe final y difusión de los resultados a las comunidades científicas y no científicas. Esto debe estar sincronizado con el *proceso de la política*: diagnóstico, planeamiento, toma de decisiones e implementación. Los sistemas científicos y políticos también operan en niveles espaciales incompatibles: global, regional, nacional y local. Un elemento importante en la comunicación transnacional es la percepción de las diferentes culturas y la presentación de los resultados en el idioma de los interesados en la investigación. Además, cada etapa de los procesos mencionados requiere de un tipo de conocimiento específico y un modo determinado de comunicación.

Conductas de la ciencia, la política y el público en la comunicación

Los científicos están acostumbrados a pensar que sus argumentos se aceptan sobre la base de la evidencia provista, es decir, la metodología, los datos y las conclusiones fundamentadas. Al presentar sus argumentos en su propia comunidad, suponen que, aunque puedan ser críticas, las respuestas se ajustarán a un mismo marco disciplinario de referencia. Sin embargo, esta suposición pierde validez en la comunicación con colegas de otras disciplinas que manejan diferentes materias de estudio, métodos y formas de fundamentar sus casos. El conocimiento científico está altamente diferenciado en disciplinas, subdisciplinas y áreas de investigación especializada, cada una con su propia cultura (Forman, 1971; Sagar, 2000; Dalgaard et al., 2003; Latour, 2004; Göbel, Capítulo 9). Se espera que este obstáculo se atenúe con la interdisciplinariedad (Stehr y Weingart, 2000).

Cuando abandonamos el ámbito de la ciencia y nos dirigimos hacia el de la política, se agudiza el problema de los diferentes tipos de comunicación. En la ciencia, ésta se apoya (al menos en principio) en argumentos racionales; en la política, en cambio, la aceptación de los argumentos no se basa ni exclusiva ni primariamente en su racionalidad, sino más bien en el modo en que un argumento aumenta o amenaza el poder político (Carrier et al., 2004). Los políticos usan el conocimiento científico en primera instancia

con una función estratégica para conservar y aumentar su poder (manteniendo la legitimidad) y en segunda instancia, para resolver problemas (Roqueplo, 1995).

La comunicación del conocimiento científico también es difícil cuando los expertos presentan sus argumentos al público. En primer lugar, los investigadores no deberían esperar que la gente comprenda su lenguaje, a menos que logren expresarse usando términos no técnicos. La gran especialización de la ciencia fue la causa de que la popularización se transformara en una profesión. En segundo lugar, el público puede no estar interesado en el mensaje científico aún cuando lo entienda. Las encuestas de opinión muestran de forma contundente que la gente suele juzgar la importancia del conocimiento científico en función del valor inmediato que le asigna (Wellcome Trust, 2000). Por ejemplo, la información sobre los riesgos para la salud o los desastres naturales y amenazas a las propiedades se encuentran en los primeros lugares de la lista.

La comunicación al público se realiza principalmente a través de los medios. De hecho, los profesionales de la comunicación y de las ciencias políticas concuerdan en que los medios *son* el público (Donges e Imhof, 2001). El proceso de comunicación altera la información a medida que la transmite. Los medios no difunden los conocimientos en forma objetiva y obviamente, eligen la información, basándose en su percepción de lo que puede interesar a los lectores o televidentes. En general, los medios son empresas comerciales que deben atraer al público y cuanto más, mejor. El criterio que usan para seleccionar y presentar la información es el de “noticia-valor”: drama, novedad, interés humano (por ejemplo, emotividad) y familiaridad (por ejemplo, proximidad geográfica). El conocimiento científico suele carecer de todos estos atributos y en consecuencia, los medios no lo tienen en cuenta y, si lo hacen, lo modifican para ajustarlo a sus objetivos. Es precisamente por esta razón que los científicos frecuentemente se sienten malinterpretados por los medios. No obstante, dada la aplicabilidad social y política de la ciencia del CAG, los investigadores pueden transformar estas dificultades en una ventaja en términos de impacto y concientización.

Los científicos interesados en influir en la toma de decisiones mediante la comunicación de sus conocimientos a los responsables de políticas, al público y a los medios deben entender cómo funciona el sistema político, cómo operan los medios, cuáles son los intereses del público y cómo reacciona a sus declaraciones. La comunidad científica debe comprender que la ciencia es sólo un elemento en el proceso político y frecuentemente no el más importante. Los políticos y los científicos tienen objetivos muy diferentes. Los primeros deben conseguir el apoyo público y convencer a los electores, por otra parte, la ciencia es un emprendimiento costoso que depende del financiamiento público, al menos en las sociedades democráticas.

Esta dependencia obliga a los investigadores a comunicarse con los políticos, los medios y el público, de una manera comprensible y respondiendo a sus inquietudes. En la actualidad, la comunicación científica socialmente pertinente forma parte del proceso de financiamiento y ha cobrado más importancia que nunca (Norton, 1998, Bennett et al., 2003, Lubchenco y Mehta, 2004, Palmer et al., 2004, Castillo et al., 2005, Nowotny, 2005).

Lecciones aprendidas

Los científicos no siempre ven con claridad la aplicabilidad política de su trabajo. La popularización de la ciencia no es un componente explícito del proyecto y al principio, los científicos no perciben su importancia. Muchos de ellos consideran que las publicaciones y las redes de pares son mecanismos suficientes para comunicarse. De hecho, el ascenso de los científicos en sus instituciones depende en gran medida de las comunicaciones académicas. Aún así, luego de evaluar la primera ronda de proyectos, el IAI concluyó que mostrar la utilidad de la ciencia y de las actividades de los científicos era un requisito esencial para el financiamiento.

El programa CRN, aprobado en 1998, demandaba que los proyectos produjeran información para los encargados de políticas y los tomadores de decisiones. De esta manera, la comunicación de la ciencia se convirtió en responsabilidad de los equipos de investigación, aunque no era requisito que los proyectos contaran con un plan o estrategia para tal fin. El análisis de los estudios financiados en los últimos diez años mostró la importancia de prever y comprender que hay cuestiones de la comunicación que pueden resultar polémicas o favorables para el proceso científico. Una estrategia temprana de comunicación hacia *stakeholders*, medios, responsables de políticas y políticos evitaría contratiempos en el proceso de investigación. Es crucial usar de manera correcta las alternativas de comunicación, sobre todo porque estos complejos proyectos interactúan en los niveles internacionales, nacionales, regionales y locales.

Todos los proyectos del IAI son cooperativos e interdisciplinarios e involucran al menos cuatro países, pudiendo llegar hasta siete u ocho. Esta internacionalidad implica el uso de al menos dos idiomas, incluyendo dialectos indígenas. Por otra parte, cada país y localidad participante tiene un nivel de alfabetización distinto, por lo tanto, para lograr una comunicación efectiva y la comprensión del mensaje, hay que acudir a diversos mecanismos. El interés que suscita el tipo de información comunicada y las actividades de los científicos depende del tema de estudio. Es probable que se logre un mayor impacto informando al público

acerca del proyecto y sus objetivos que explicando cuestiones puramente científicas. No todos los proyectos despertarán el mismo interés durante sus primeras etapas. Aquellos que se concentran en completar bases de datos necesitarán otras estrategias de comunicación que los que trabajan con las dimensiones humanas de la ciencia. Las investigaciones con un claro componente humano, como los proyectos sobre salud o desastres naturales, pueden resultar más interesantes para los políticos que aquellos que hacen análisis comparativos de ecosistemas. Aún así, todos los proyectos son potencialmente controversiales en el nivel local o nacional y pueden afectar el presente o el futuro de las actividades de investigación en la región. De hecho, las comunidades locales tienen una gran memoria en la que podría perdurar algún científico incauto.

La comunicación con los responsables de políticas involucra habilidades especiales. Debido a su dimensión internacional, los proyectos CRN deben comprender el diálogo político y sus diferencias en los distintos países, así como las barreras en la comunicación dentro de cada país. Una Co-PI brasileña del CRN que estudiaba los efectos de la radiación ultravioleta (UV) en los ecosistemas naturales, pasó un mes en Canadá con otro integrante del proyecto. Allí advirtió con sorpresa que el nivel de concientización e interés en el tema era mucho mayor que en su país, donde a pesar de los altos niveles de radiación UV natural, la prensa no mostraba el mismo interés. Muchos gobiernos lograron sensibilizar a la población mediante la publicación del índice de riesgo de exposición a la UV en el pronóstico del tiempo durante la época estival. Así, reparar en las diferentes políticas de los países constituye una herramienta útil para el análisis comparativo.

¿Qué estrategia pueden aplicar los científicos para que el público entienda su mensaje? ¿Existen mecanismos adecuados en las instituciones de investigación, la comunidad científica y las agencias de financiamiento para ayudarlos a difundir sus trabajos? Los investigadores no fueron capacitados para interactuar con los medios. Algunos saben manejarse en el ámbito político y tienen un talento especial para la comunicación. Sin embargo, pueden verse sobrecargados si los demás miembros de sus equipos les delegan esta tarea.

Cada etapa del proceso de investigación antes descrito requiere diferentes modalidades de comunicación. Tradicionalmente, durante las tres primeras (hipótesis, creación de redes y planteo de propuestas), la comunicación se circunscribe en general a la comunidad científica; no obstante, puede acudir a los aportes de los *stakeholders* y encargados de políticas para el desarrollo de las hipótesis e impulsar su participación (Norton, 1998; Castillo et al., 2005). La investigación aplicable en la política y útil para la toma de decisiones integra desde el inicio a los *stakeholders* y garantiza la vinculación entre los interrogantes formulados y las necesidades existentes. Antes de convertirse en CRNs, la mayoría de los equipos habían recibido subsidios

semilla para elaborar sus propuestas. Con ellos organizaron reuniones para identificar potenciales participantes de las redes (otros científicos, *stakeholders* que tendrían interés en los resultados) (por ejemplo, McClain et al., Capítulo 19).

El *desarrollo de capacidades* no es exclusivo de la comunidad científica, también puede y debería darse en otros ámbitos, mediante talleres, sesiones de capacitación y educación. Una ventaja adicional de la buena comunicación es que puede atraer a estudiantes de postgrado e investigadores de gran nivel a los proyectos. Los sitios web organizados y estructurados de manera clara son un medio excelente de difusión para llegar a científicos y otros interesados. La comunicación en los trabajos de campo también es decisiva. En un proyecto dedicado al estudio de las actividades ganaderas y la deforestación, la capacitación exhaustiva de los encuestadores garantizó que los investigadores obtuvieran un conocimiento acabado del panorama local y nacional (Wood y Tourrand, Capítulo 17). Durante el trabajo de campo y la recolección de datos, un lenguaje apropiado y el contacto con las personas adecuadas son vitales para el éxito del proyecto. A partir de dos documentales realizados por el CRN sobre variabilidad climática y sus impactos en Mesoamérica y el Caribe, los investigadores dieron entrevistas en la televisión y la prensa -con muy buena recepción por parte del público- y realizaron programas de capacitación en universidades para enseñar el uso de información meteorológica a estudiantes y docentes (Magaña y Caetano, Capítulo 13).

Si bien las etapas de análisis y síntesis corresponden a la ciencia, realizar comunicaciones acerca de los resultados a la comunidad y los responsables de políticas puede marcar una diferencia en cuanto a su aplicación. Los informes finales de los proyectos tienen un carácter netamente científico, sin embargo es imprescindible preparar informes ejecutivos y comunicaciones especiales sobre conclusiones clave para los profesionales y los tomadores de decisiones. Es decir que los investigadores del CAG deben asumir su responsabilidad en cuanto a la divulgación y el diálogo con las agencias gubernamentales y el sector político y privado. Las revistas como *Science* y *Nature* constituyen foros excelentes para el debate científico, para que pueda darse a escala global, se ha tomado el inglés como idioma común. Es por eso que no hay revistas científicas de igual alcance en otras lenguas.

Como en el ámbito político los horizontes temporales son más acotados que en el científico, los pedidos de información deben responderse de forma inmediata. Aún si los investigadores poseen la información requerida, su lenguaje es demasiado complejo. Para salvar estos inconvenientes los científicos deben conocer el proceso político para brindar respuestas apropiadas y concisas. Una forma de lograrlo es mediante

la participación de los responsables de políticas en los proyectos desde las etapas iniciales. La comunicación efectiva es el resultado del trabajo conjunto de científicos, responsables de políticas, especialistas en comunicación y posiblemente editores y equipos de redacción. Si los medios y la comunidad política reciben periódicamente información y datos de importancia junto con historias de interés humano mejorará la comunicación de la ciencia a la sociedad en general.

Recomendaciones

- Establecer una estrategia de comunicación en el nivel organizativo y de proyecto.
- Desarrollar mecanismos que transmitan la importancia de la investigación a los encargados de políticas y al público interesado.
- Generar estrategias de vinculación entre los resultados regionales sobre el CAG y las agendas internacionales.
- Proveer lineamientos para la incorporación de la divulgación en los sitios web según los temas estudiados y contribuir a la administración de estos sitios.
- Capacitar a los investigadores, especialmente de los proyectos nuevos, para que puedan comunicarse adecuadamente con los medios, el sector privado, los responsables de políticas, los políticos, la ONGs y el público interesado.
- Exigir que las propuestas de investigación describan los objetivos y estrategias de comunicación.
- Mantener registro de proyectos que integran con éxito los requerimientos de los tomadores de decisiones y otros *stakeholders*. Los buenos ejemplos ayudarán a la aplicación de la ciencia en la política.
- Como las agencias de financiamiento tienden a incluir cada vez más los aspectos de aplicación política y comunicación entre sus requisitos para la selección de propuestas, deberían valorar a su vez los esfuerzos en este sentido de las instituciones académicas y de investigación.

Referencias

- Bennett, E. M., S. R. Carpenter, G. D. Peterson, G. S. Cumming, M. Zurek, and P. Pingali. 2003. Why global scenarios need ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1(6):322–9.
- Carrier, M., D. Howard, and P. Weingart. 2004. *Science and values*. Notre Dame, Ind.: University Press of Notre Dame.

- Castillo, A., A. Torres, A. Velázquez, and G. Bocco. 2005. The use of ecological science by rural producers: A case study in Mexico. *Ecological Applications* 15(2):745–56.
- Dalgaard, T., N. J. Hutchings, and J. R. Porter. 2003. Agroecology, scaling and interdisciplinarity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 100:39–51.
- Donges, P., and K. Imhof. 2001. Öffentlichkeit im Wandel. In Jarren, O., and H. Bonfadelli, eds. *Einfuehrung in die Publizistikwissenschaft*. Bern: Haupt.
- Forman, P. 1971. Weimar culture, causality and quantum theory, 1918–1927: Adaptation by German physicists and mathematicians to a hostile intellectual environment. In McCormach, R., ed. *Historical studies in the physical sciences*, vol. 3. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.
- Latour, B. 2004. *Politics of nature: How to bring the sciences into democracy*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Lubchenco, J., and G. Mehta. 2004. International science meetings. *Science* 305:1531.
- Norton, B. G. 1998. Improving ecological communication: The role of ecologists in environmental policy formation. *Ecological Applications* 8(2):350–64.
- Nowotny, H. 2005. High- and low-cost realities for science and society. *Science* 308:1117–8.
- Palmer, M., E. Bernhardt, E. Chornesky, S. Collins, A. Dobson, C. Duke, B. Gold, R. Jacobson, S. Kingsland, R. Kranz, M. Mappin, M. L. Martinez, F. Micheli, J. Morse, M. Pace, M. Pascual, S. Palumbi, O. J. Reichman, A. Simons, A. Townsend, and M. Turner. 2004. Ecology for a crowded planet. *Science* 304:1251–2.
- Roqueplo, P. 1995. Scientific expertise among political powers, administration and public opinion. *Science and Public Policy* 22(3):175–87.
- Sagar, A. D. 2000. Capacity development for the environment: A view for the South, a view for the North. *Annual Review of Energy and the Environment* 25:377–439.
- Stehr, N., and P. Weingart. 2000. *Practising interdisciplinarity*. Toronto: Toronto University Press.
- Wellcome Trust. 2000. *Planning for the future: The Wellcome Trust 2000–2005*. London: Wellcome Trust.

II

Marco conceptual

6

Comunicación científica en los medios de las sociedades democráticas

Peter Weingart

Modelos de comunicación científica anticuados que aún persisten

Existe una brecha entre el grupo directamente involucrado con la ciencia y el dedicado a la investigación de la comunicación científica. El primero está compuesto por investigadores, administradores y profesionales que trabajan en las “relaciones públicas” (como las agencias que organizan eventos científicos o los editores de revistas científicas y los periodistas), mientras que el segundo está integrado por los especialistas en estudios sobre ciencia y medios. Los primeros se consideran profesionales expertos y los segundos creen saber más porque han investigado el desempeño de los otros. Los primeros se apegan a lo que los segundos llaman un “modelo canónico” pasado de moda. Este modelo describe lo que el público comprende acerca de la ciencia (PUS, por sus siglas en inglés), el compromiso público con las actividades en ciencia y tecnología (PEST) y el compromiso de muchos periodistas científicos con su trabajo. Se lo considera anticuado debido a sus supuestos básicos sobre el proceso de comunicación, los públicos destinatarios y las razones de su elección, y la relación de la ciencia tanto con los medios como con el público en general (Shinn y Whitley, 1985; Hilgartner, 1990). ¿Cuáles son estas suposiciones y por qué son inadecuadas?

El primer supuesto es que el público tiene una escasa comprensión de la ciencia, y ello explica su resistencia a nuevos conocimientos y tecnologías derivados de ella. En cambio, si el público contara con más información, estaría más predispuesto a aceptar el progreso científico y sus productos.

El segundo supuesto es que el conocimiento científico debe “mediatizarse” ya que es demasiado complicado para que el ciudadano promedio lo comprenda. Esta mediatización debe cumplir ciertas condiciones: captar el interés del público, que sólo puede lograrse mediante la utilización de las herramientas de los medios masivos (edutainment, infotainment) y la transmisión veraz de la información difundida por los científicos. Las múltiples formas de mediatización son conocidas como *popularización* e involucran a periodistas científicos, popularizadores profesionales, organizadores de exhibiciones y otros, que pueden llamarse sumariamente “los medios”.

El tercer supuesto es que existe una clara distinción entre ciencia (es decir, los científicos como personas o las organizaciones científicas como las universidades, los consejos de investigación, las revistas científicas) y los medios según se los definió más arriba. La ciencia, en esta acepción, produce conocimientos nuevos y autorizados y está separada de la política. Difunde su conocimiento sin más interés que decir la verdad. Los medios, por otra parte, transmiten este conocimiento al público de un modo comprensible, pero carecen de profundidad debido a la amplitud de su cultura general. Tienden a aplicar criterios de selección y representación inadecuados, concentrándose en lo sensacional, lo emocional, lo irracional, y así sucesivamente. El modelo de comunicación subyacente consiste en una transferencia “unidireccional y lineal desde un emisor (la comunidad científica) hasta un receptor pasivo (el amplio público desinformado)” donde los medios hacen la transferencia y son responsables de las “distorsiones” (y por lo tanto culpados por ellas) (Bucchi, 1996: 377).

Parte de la respuesta de porqué estos supuestos son inapropiados reside en sus orígenes históricos y sus justificaciones sociales e institucionales. La ciencia moderna como institución social ha ido evolucionando desde su inicio en el siglo XVII. Esto trajo aparejados cambios radicales en su entorno político, es decir, la estructura de las sociedades y la organización del poder político que apoya a la ciencia (gobernanza), así en como el público al que la ciencia se dirige (Fox y Turner, 1976; Biagioli, 1993; Guston y Kenniston, 1994; Daum, 1998). Este cambio puede verse también en la transformación del tipo de patrocinio:

- aristocracia, las cortes son patrocinantes (siglos XVII y XVIII)
- burguesía instruida, apoyo a la ciencia a través de la filantropía (siglo XIX y comienzos del siglo XX)

- elecciones democráticas masivas, apoyo a la ciencia a través del voto popular (desde la segunda mitad del siglo XX hasta la actualidad).

El tipo de patrocinio define las formas y medios que usa la ciencia para dirigirse a sus patrocinadores. Sin embargo, es necesario comprender en primer lugar por qué la ciencia depende del patrocinio. Las razones yacen en la diferenciación de la ciencia como sistema social independiente. A escala institucional, el principal desarrollo está dado por el surgimiento de las disciplinas científicas a comienzos del siglo XIX, que permitió la independencia de la investigación al incorporar criterios de pertinencia y estándares de calidad. Esto ocurre en forma paralela a la expansión de la capacitación y al reconocimiento oficial de los títulos. En el nivel de los contenidos, conlleva la abstracción creciente de los temas de estudio, el surgimiento de un mundo de laboratorio, la matematización del lenguaje científico y la emergencia de jergas y de profesionales especializados (Stichweh, 1984).

Todos estos avances contribuyen a la idea de que la ciencia está cada vez más lejos de la sociedad y de que es inaccesible para el ciudadano promedio. De hecho, la diferenciación es parte funcional de las sociedades en general. Sin embargo, existe una dependencia ya que la ciencia no genera los recursos para su propio sustento. Aún en la actualidad, sólo se autoabastece en una pequeña proporción. La ciencia necesita del apoyo de la sociedad, lo que la transforma en un ítem más del presupuesto nacional (es decir que forma parte del proceso político general de distribución de recursos). Por lo tanto, los destinatarios naturales de las solicitudes de fondos que hace la ciencia son las autoridades nacionales, desde los gobernantes totalitarios hasta los políticos elegidos democráticamente y su electorado.

Como la ciencia se aleja cada vez más de la sociedad, y al mismo tiempo, depende de sus recursos, la mediación cobra importancia y adquiere diferentes formas en función del público objetivo y la información disponible para los científicos. Simplificando, los tipos de mediación podrían asociarse con los tipos de público, según las etapas históricas antes mencionadas:

- En las sociedades cortesanas, la comunicación era desde “abajo”. La ciencia buscaba despertar la curiosidad y la experimentación por parte del público; los gabinetes de curiosidades eran una forma de entretenimiento.

- En las sociedades burguesas, la comunicación era desde “arriba”. La ciencia tenía el monopolio de la verdad, definiendo los problemas y las soluciones. Su popularización se realizaba mediante publicaciones de amplio alcance y asociaciones de naturalistas *amateur*.
- En las democracias, la demanda masiva de participación exige nuevas formas de comunicación. La información científica se divulga a través de los medios (prensa y TV) y presentaciones en eventos públicos (PUS, PEST, diálogo científico) o centros científicos (Weingart, 2005: cap. 1).

El modelo canónico de comunicación científica se apoya en una nueva visión del público que surgió en las décadas de 1920 y 1930. El público del siglo XIX, ávido de conocimiento, que leía revistas de divulgación científica y asistía a disertaciones públicas se vio reemplazado por un nuevo público masivo que, desde el punto de vista de la comunidad científica, parecía desinteresado e incapaz de entender los nuevos desarrollos. Las razones más probables de este cambio se encontrarían en el ensanchamiento de la brecha entre las clases bajas cada vez más influyentes y las clases medias burguesas en decadencia (de cuyas filas provenía la mayoría de los científicos), brecha que llevó (en Europa) a un clima generalizado de decadencia cultural y crisis (Forman, 1971). Los avances contemporáneos de la física -la teoría de la relatividad y la mecánica cuántica- tornaron el conocimiento científico más complejo e inaccesible, al tiempo que dieron una nueva visión del mundo (Bensaude-Vincent, 2001: 109). La popularización perdió su función y los científicos comenzaron a verla, en el mejor de los casos, como superflua y “contaminante” del conocimiento (Hilgartner, 1990). El proceso continuó luego de la Segunda Guerra Mundial como consecuencia de la desaparición de las elites burguesas y la democratización de las sociedades industrializadas. Un indicador es quizá que los ingenieros nucleares, enfrentados a las protestas públicas luego del primer accidente nuclear en Three Mile Island en 1979, declararon que el temor de los manifestantes era irracional e infundado. Esto constituyó el punto culminante de la denigración del público y los medios por parte de la comunidad científica.

La aparición de científicos en televisión tomando posiciones políticas en debates públicos —a favor o en contra de la energía nuclear— acabó con la imagen de la distinción clara entre expertos apolíticos y tomadores de decisiones políticos. Esto llevó a que los analistas postularan el continuo de comunicación científica antes que la distinción (Cloitre y Shinn, 1985; Hilgartner, 1990).

Nuevos desafíos para la comunicación científica

El disparador del debate antinuclear, surgido en las décadas de 1970 y 1980, fue la implementación dominante de la tecnología nuclear en un momento en que la lucha por la protección del medio ambiente se había difundido con rapidez en todos los países industrializados. Las elites políticas, científicas y corporativas hicieron una mala evaluación del impacto de este nuevo conjunto de valores, que primero se tradujo en movimientos sociales y muy pronto en organizaciones no gubernamentales más estables como Greenpeace y los partidos verdes, todos hitos de una nueva ola de democratización. Gran parte de este proceso se concentró en la percepción de los riesgos, tanto para el medio ambiente como para la salud humana, asociados a las nuevas tecnologías (Beck, 1986). La energía nuclear se convirtió en el caso paradigmático de la implementación de un conocimiento científico/ de ingeniería, con varios grados de incertidumbre y desconocimiento acerca de sus impactos. Los medios revelaron el desacuerdo entre los expertos, y de ese modo el público se enteró del debate científico interno hasta entonces oculto. Así, se amplió el área de incumbencia de las políticas tecnológicas y científicas, en el sentido de que debían dirigirse a la protección de la salud humana y el medio ambiente (es decir, *evaluación tecnológica* o *evaluación de riesgos*, que más tarde se llamaría sumariamente *sustentabilidad*) (Weingart, 2004).

El segundo desafío importante para la comunicación científica surgió con el cambio en la función de los medios, que comenzaron a separarse del sistema político en el período entreguerras, proceso que se aceleró después de la Segunda Guerra Mundial. Las editoriales familiares y los partidos políticos propietarios de medios de prensa disminuyeron en número y fueron reemplazados por grandes corporaciones, que tenían por objetivo primario el beneficio económico y trataban al público masivo como cliente. El surgimiento de los medios como sistema social independiente implicó la creación de criterios propios de selección y evaluación de la información, que ya no seguían el principio de “representación de la verdad” (Donges e Imhof, 2001: 121).

Los popularizadores fueron reemplazados a medida que la ciencia aportaba nuevos temas y éstos eran tomados por una nueva clase de periodistas científicos que trabajaban con las restricciones impuestas por los medios (empresas con fines de lucro). La importancia de las noticias, que consistía en captar el interés del mayor público posible, dictaba el contenido y la forma de los informes periodísticos. Esto explica que las noticias sobre ciencia se centren en las controversias internas; escenarios dramáticos como las inundaciones o sequías asociadas al cambio climático, la caída de meteoritos, el fracaso de las predicciones científicas, la incertidumbre del conocimiento (riesgos, desafíos a los valores éticos como la clonación) y cuestiones morales

tales como el fraude en la ciencia. La educación del público tiene una importancia secundaria. Ni siquiera el periodismo científico de primer nivel de los periódicos principales y la televisión de alta calidad escapan completamente a las exigencias de orientarse hacia su público objetivo. Resulta ingenuo esperar que los medios reflejen lo que los científicos consideran de interés periodístico acerca de sus trabajos y del conocimiento que comunican a sus pares.

El tercer desafío consiste en que la ciencia perdió su condición de estamento, es decir, de institución cuyo uso de los fondos públicos y controles internos de calidad se daban por sentados en gran medida sobre la promesa del valor fundamental de sus descubrimientos para la sociedad (Price, 1967). El impacto de la “cultura de la auditoría” no se detuvo ante los muros de la torre de marfil. Desde el fin de la Guerra Fría, la sociedad comenzó a observar a la comunidad de investigadores y sus mecanismos internos de establecimiento de prioridades y atribución de reputaciones. Hasta cierto punto, dichos mecanismos se hicieron públicos bajo una demanda de rendición de cuentas (Guston y Kenniston, 1994; Power, 1997). Los científicos del mundo sufren la presión de publicar sus trabajos de manera accesible y visible fuera del estrecho círculo de sus colegas y a un ritmo que les permita acceder a las remuneraciones, cuyo otorgamiento está ahora asociado a las publicaciones y citas registradas. La tentación de precipitarse hacia los medios para garantizarse la prioridad es particularmente grande en las áreas en las que hay muchos recursos en juego y la vida media de las novedades es breve: medicina, bioquímica, ciencias de los materiales. Esta tentación se ve fortalecida cuando los medios se muestran interesados y difunden de buena gana la información que se les da porque cumple con los requisitos comerciales de las noticias. Debido a su efectiva y amplia difusión, la información puede entonces tener un gran impacto en el discurso público y, en última instancia, en los tomadores de decisiones de los gobiernos y el mundo corporativo. El riesgo de iniciar reacciones masivas por parte de los afectados directa o indirectamente, fue aumentando a medida que todo el sistema mediático que observa a la sociedad se volvía más perceptivo.

La estrecha conexión entre la ciencia, los medios y la política agudiza los riesgos particulares del tipo de comunicación que enfrenta cada uno de ellos. Como estos tres actúan según sus propios criterios de pertinencia, el nivel de selectividad de la percepción y la comunicación entre ellos es alto. La información que los científicos brindan a los medios puede ser amplificada -hasta el punto de su deformación-, atenuada o ignorada por completo. Las motivaciones económicas inducirán a los medios a utilizarla del modo que estimen conveniente. A su vez, los responsables de políticas pueden reaccionar exageradamente, o procesar la

información en contextos que poco tienen que ver con el mensaje original. El temor a perder la legitimidad hará que los responsables de políticas también traten de controlar la forma en que se presenta el conocimiento. Finalmente, los científicos pueden perder su credibilidad al comprometerse en cuestiones reivindicativas o tratar de captar la atención exagerando las alertas de catástrofes. Así, los distintos fundamentos de la ciencia, la política y los medios generan riesgos para la comunicación, que son específicos de cada uno de ellos:

- para la ciencia, pérdida de la credibilidad
- para los políticos, pérdida de legitimidad
- para los medios, pérdida de atención y participación en el mercado

El conjunto de estos desafíos hace insostenibles los supuestos que siguen rigiendo gran parte de lo que se entiende acerca de la relación entre la ciencia, por un lado, y el público, los medios y la política, por el otro. Es fundamental contar con un modelo de comunicación mucho más complejo que reemplace al modelo simplista y unidireccional que continúa dando forma a las discusiones acerca de la ciencia y el público.

La comunicación científica y sus riesgos: el caso del cambio climático

La investigación del cambio climático es un caso particularmente ilustrativo porque involucra un conocimiento científico de aplicación política, de interés para los medios y que además fue comunicado por científicos que hicieron advertencias sensacionalistas sobre una catástrofe inminente. (Sin embargo, este caso no describe *todos* los aspectos de la comunicación científica que se mencionan más arriba). Presentaremos ahora un ejemplo de comunicación sobre cambio climático en Alemania, que fue estudiado en detalle y cuyos datos pueden obtenerse fácilmente. Los patrones observados se repiten en otros países (Weingart et al., 2000).

Motivados por el interés de reinstalar la energía nuclear en la agenda como opción para la política energética, físicos alemanes publicaron un breve informe en el que se anunciaba que el cambio climático tendría un impacto dramático en el nivel del mar. La declaración dio origen a un debate duradero y finalmente llevó al lanzamiento de un amplio programa de investigación sobre el cambio climático, cuyas argumentaciones iniciales tuvieron que corregirse más adelante (Weingart et al., 2000). El efecto buscado con estos informes —colocar nuevamente la energía nuclear en la agenda política— no se logró. El Parlamento alemán tomó esta amenaza con seriedad, generó capacidades nacionales de investigación del clima y finalmente se comprometió a reducir las emisiones de dióxido de carbono en un 25 por ciento. Sin embargo, este objetivo no pudo cumplirse y puso en jaque la legitimidad del gobierno. Entre 1975 y 2000, se relacionó el cambio

climático con distintos temas de la agenda política. El hecho de que los políticos usen el conocimiento científico según sus intereses pudo verse en el caso de dos comisiones parlamentarias sobre cambio climático. Mientras una trataba de lograr consenso entre los partidos políticos, la otra fue considerada un fracaso porque lo perdió cuando los políticos comenzaron a posicionarse para las siguientes elecciones.

Los medios reaccionaron de un modo predecible retomando la dramática advertencia sobre el aumento del nivel del mar. Esto tuvo su ejemplo en la portada de una revista alemana de noticias (*Der Spiegel*), que mostraba la Catedral de Colonia semisumergida. Como el cambio climático no forma parte de la vida cotidiana, los medios suelen traducir el fenómeno abstracto en categorías vivenciales, según el valor de la noticia. Los veranos inusualmente calurosos, las precipitaciones intensas y las inundaciones de primavera se asocian al cambio climático, al igual que la falta de nieve para los deportes de invierno.

Tal vez lo más llamativo fue el escepticismo creciente en los medios que, aunque se registró en unos pocos informes, fue un indicador de los cambios rápidos en el foco de atención y de la necesidad de generar noticias. Este escepticismo se vio reflejado en algunos artículos que cuestionaban la confiabilidad de los modelos climáticos computacionales, poniendo de relieve la incertidumbre de los pronósticos de cambio climático e insinuando que los científicos habían exagerado su punto para obtener fondos. Esto llevó a la pérdida de credibilidad con que contaban originalmente los científicos del cambio climático y puso en riesgo el apoyo del público a sus trabajos de investigación.

Conclusiones

El caso del cambio climático muestra lo siguiente:

- La supuesta separación entre la ciencia y sus públicos, así como entre los medios y la política no existe. Los científicos se comunican activamente y según sus propias motivaciones.
- Al mismo tiempo, los medios observan la ciencia de manera permanente y brindan la información según sus propias reglas e independientemente de la intención de los científicos.
- La información difundida por los medios puede tener un amplio impacto, que escapa al control de la comunidad científica.
- Lo mismo se aplica al modo en que los responsables de la formulación de políticas procesan el conocimiento científico.

El problema, entonces, consiste en cómo puede mejorarse la comunicación científica. Al no poder modificar las condiciones estructurales causantes de esta situación, más que soluciones, sólo habrá que esperar cambios graduales. Lo más importante a este respecto parece ser que los científicos traten de restablecer la distancia institucional con los medios y la política. Esto significa que deberían ser más concienzudos y sofisticados al tratar con los medios y sopesar meticulosamente las ventajas a largo plazo de la credibilidad respecto de las ventajas inmediatas de la atención de los medios. Es necesario abordar la comunicación de alertas de forma cuidadosa.

Referencias

- Beck, U. 1986. *Die Risikogesellschaft*. Frankfurt: Suhrkamp Verlag.
- Bensaude-Vincent, B. 2001. A genealogy of the increasing gap between science and the public. *Public Understanding of Science* 10:99–113.
- Biagioli, M. 1993. *Galileo, courtier: The practice of science in the culture of absolutism*. Chicago: University of Chicago Press.
- Bucchi, M. 1996. When scientists turn to the public: Alternative routes in science communication. *Public Understanding of Science* 5:375–94.
- Cloitre, M., and T. Shinn. 1985. Expository practice: Social, cognitive and epistemological linkage. In Shinn, T. and R. Whitley, eds. *Expository science: Forms and functions of popularisation*. Yearbook Sociology of the Sciences IX. Dordrecht: Reidel. (pp. 31–60)
- Daum, A.W. 1998. *Wissenschaftspopularisierung im 19. Jahrhundert*. München: R. Oldenbourg Verlag.
- Donges, P., and K. Imhof. 2001. Öffentlichkeit im Wandel. In Jarren, O. and H. Bonfadelli, eds. *Einführung in die Publizistikwissenschaft*. Bern: Haupt. (pp. 101–33)
- Forman, P. 1971. Weimar culture, causality, and quantum theory, 1918–1927: Adaptation by German physicists and mathematicians to a hostile intellectual environment. *Historical Studies of the Physical Science*, III:1–115.
- Fox, R., and G. L. Turner. 1976. *The patronage of science in the nineteenth century*. Leyden: Nordhoff.
- Guston, D. H., and K. Kenniston, eds. 1994. *The fragile contract*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Hilgartner, S. 1990. The dominant view of popularization: Conceptual problems, political uses. *Social Studies of Science* 20:519–39.
- Power, M. 1997. *The audit society: Rituals of verification*. Oxford: Oxford University Press.
- Price, D. K. 1967. *The scientific estate*. Cambridge, Mass.: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Shinn, T., and R. Whitley, eds. 1985. *Expository science: Forms and functions of popularisation*. Yearbook Sociology of the Sciences IX. Dordrecht: Reidel.
- Stichweh, R. 1984. Zur Entstehung des modernen Systems wissenschaftlicher Disziplinen. *Physik in Deutschland 1740–1890*. Frankfurt: Suhrkamp.
- Weingart, P. 2004. Science in a political environment: The dynamics of research, risk perception and policy making. *EMBO Reports* 5:52–5.
- Weingart, P. 2005. *Die Wissenschaft der Öffentlichkeit: Essays zum Verhältnis von Wissenschaft, Medien und Öffentlichkeit*. Weilerswist: Velbrück Wissenschaft.
- Weingart, P., A. Engels, and P. Pansegrau. 2000. Risks of communication: Discourses on climate change in science, politics, and the mass media. *Public Understanding of Science* 9:1–23.

7 Las instituciones como productoras y usuarias de la ciencia

Peter R. Jutro

Este capítulo explora aspectos de la relación entre la gestión de la ciencia ambiental y las instituciones que la financian y la utilizan. Dada la evolución de las ciencias ambientales, el análisis de su complejidad requiere un nivel de integración operativa que generalmente trasciende la capacidad individual de los científicos y aún de las disciplinas. Aunque la ciencia actual se articula sobre el trabajo de investigadores individuales y el conocimiento ecológico tradicional subsistió sin un apoyo institucional ortodoxo, el tratamiento adecuado de la complejidad y la escala de los principales problemas ambientales contemporáneos demanda recursos que ponen a prueba las capacidades de las instituciones que históricamente han dado sustento a las ciencias ambientales. La comprensión del contexto en el que se desarrolla y utiliza la ciencia puede ser decisiva para su efectividad. Las cuestiones socio-científicas que enfrenta el Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI) son ejemplos de esta problemática intrínsecamente compleja.

Contexto histórico de la interdependencia ciencia-institución

Podríamos mitificar la imagen del científico solitario, pero, de hecho, el apoyo institucional a las ciencias ambientales es de larga data y resulta fácil de rastrear hasta la Academia de Platón. Aristóteles disci-

pulo de Platón y maestro de Alejandro Magno fundó luego el Liceo con el apoyo de este último y aprovechó su base institucional para investigar y publicar *Meteorología* y *Zoología*, acaso los primeros ejemplos de ciencia ambiental basada en la observación (Aristotle, 1952; Aristotle, 1965; Aristotle, 1970; Aristotle, 1991). La afiliación institucional permitió el legado intelectual; sin ella, y en tiempos en que no existían las publicaciones científicas ni el periodismo, el conocimiento tenía pocas chances de perdurar.

Más adelante, gran parte de la ciencia ambiental tuvo patrocinadores institucionales. La taxonomía evolucionó gracias a Lineo, cuyo trabajo de 1735, *Systema Naturae*, fue patrocinado por la Universidad Uppsala a comienzos de 1700 (Linnaeus, 1735). Aunque fue patrocinado por una universidad, el trabajo tenía una base religiosa: el estudio de la naturaleza revelaría el Orden Divino de la Creación y era responsabilidad del naturalista construir un sistema de clasificación que lo mostrara. Lineo es considerado el fundador del sistema binomial de nomenclatura y el creador de la sistemática moderna. A medida que la ciencia maduraba y las motivaciones para el patrocinio seguían evolucionando, se produjo una transformación en las ciencias ambientales desde la observación y la catalogación (por naturalistas) a la explicación (por científicos). La Iglesia se convirtió en un gran patrocinador de las ciencias ambientales y naturales, en parte porque su propósito era la glorificación de Dios. William Paley sostenía que se podía comprender la naturaleza de Dios mediante el análisis de lo que Él había creado (Paley, 1802). Aunque adinerado, Charles Darwin se embarcó en el HMS *Beagle* en 1836 a través del Christ's College de Cambridge y la expedición fue financiada por la Armada Británica. Alexander von Humboldt (1769–1859) fue quizá el último naturalista influyente sin afiliación institucional. Su trabajo proporcionó el modelo para el diario de Darwin (von Humboldt, 1815). Vale la pena destacar que varios de los trabajos filosóficos que motivaron el desarrollo de la conservación, tal como se la entiende en el contexto de la biodiversidad, surgieron más como literatura que como ciencia y que se trataba de obras de académicos independientes (por ejemplo, George Perkins Marsh (1801–1882), Henry David Thoreau (1817–1862) y Aldo Leopold (1887–1948)). Esto sirve para recordarnos que las cuestiones de la diversidad biológica involucran componentes morales, éticos y religiosos que deben estar en equilibrio con los análisis y argumentos científicos.

El apoyo institucional continuó a medida que la empresa científica se fue haciendo más compleja y onerosa y las oportunidades para los naturalistas independientes fueron esfumándose. Desde las antiguas academias hasta las universidades actuales, desde la Iglesia hasta las fundaciones de caridad y museos, desde la realeza hasta las sociedades reales y academias nacionales, desde los gobiernos hasta las organizaciones

intergubernamentales y aun desde los mecenas acaudalados hasta la industria privada, los científicos siempre han buscado instituciones que financien su trabajo.

Aún en el ámbito de la publicación, que es el mediador entre la producción y el uso de la ciencia, se produjo una transición desde el boca en boca hasta las monografías y revistas con apoyo institucional. Actualmente existen mecanismos internacionales cooperativos como el Mecanismo de Facilitación del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), diseñado para promover el intercambio de información vinculada a los objetivos del CDB. Otros ejemplos son NatureServe (<<http://www.natureserve.org>>); InfoNatura, la base de datos bióticos de América Latina (<<http://www.natureserve.org/infonatura>>); BirdLife International, una alianza global de organizaciones de conservación (<<http://www.birdlife.org>>); y DarwinNet, un mecanismo de información sobre biodiversidad patrocinado por BirdLife International en Perú y Ecuador (<<http://www.darwinnet.org>>). Los dos últimos están financiados parcialmente por la Iniciativa Darwin del Reino Unido (<<http://www.darwin.gov.uk>>).

Una característica de la investigación ambiental de gran escala es que requiere de una tecnología costosa. Inicialmente, los gobiernos de Estados Unidos y el Reino Unido financiaron en gran parte los modelos ambientales computacionales de gran escala. Durante décadas, Estados Unidos puso sus imágenes satelitales a disposición de los científicos; actualmente también lo hacen Canadá, India, Rusia, Brasil, Israel, la Agencia Espacial Europea, Japón y Francia. Hasta la fecha, sólo los gobiernos nacionales o las grandes compañías podían costear la investigación, desarrollo y costos operativos de estas herramientas, independientemente de sus usos para la ciencia. Las alianzas entre gobiernos y el sector privado son más comunes actualmente, lo que dificulta una caracterización coherente de la taxonomía del apoyo a la investigación. Un ejemplo es la expedición del genetista J. Craig Venter en el *Sorcerer II*: un viaje oceánico para buscar formas de vida desconocidas, cuyos elementos constitutivos podrían utilizarse para resolver problemas ambientales. La expedición fue un emprendimiento privado que contó con un gran aporte gubernamental. Otro ejemplo podría ser ESRI, la compañía que investiga, desarrolla y comercializa software SIG (sistema de información geográfica), que brinda apoyo técnico y financiero a los científicos para el uso del sistema. Estos pueden ser considerados ejemplos de intentar “prosperar haciendo el bien”⁵.

5 N.T.: En el original “Do well by doing good.”

Cuestiones socio-científicas de las últimas décadas

La complejidad de la cruzada de las ciencias ambientales comenzó con la publicación de *Primavera silenciosa* (Carson, 1962), y se incrementó a medida que el movimiento ambientalista de finales de la década de 1960 conducía primero a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (Estocolmo, Suecia, 1972) y, dos décadas más tarde y ante el agravamiento de la situación, a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) en Río de Janeiro, Brasil, 1992. Si bien la agenda de Estocolmo incluía problemas difíciles de contaminación ambiental, éstos pueden considerarse sencillos en comparación con los estándares actuales. Al momento de realizar la CNUMAD, sólo se había abordado efectivamente el tema de la disminución del ozono estratosférico. Las cuestiones científicas y sociales vinculadas al desarrollo sostenible, el cambio climático global, el aumento del nivel del mar, la deforestación, la desertificación, los contaminantes orgánicos persistentes, la diversidad biológica, la bioseguridad, la protección de la propiedad intelectual, y la equidad Norte-Sur aún aguardaban algún tipo de abordaje o acuerdo. Hay gran cantidad de literatura sobre la historia del movimiento ambientalista. En vez de citar un texto individual, referiré al lector a un sitio web sobre historia ambiental <<http://www.ericademon.co.uk/EH/EHsite.html>>. La revista científica *Environmental History*, publicada por la Sociedad Americana para la Historia Ambiental (ASEH, por sus siglas en inglés), contiene artículos sobre el medio ambiente en América Latina y está disponible online en <<http://www.aseh.net/publications/environmental-history/>>.

La naturaleza fundamental de las cuestiones ambientales pone de relieve la importancia de las instituciones. Los temas se han tornado tan complejos, multidisciplinarios, transnacionales y polémicos que ya no es posible que un científico o una asociación de científicos por sí solos los aborden de manera eficiente. Los acuerdos institucionales se convirtieron en una necesidad, no sólo para financiar a los científicos sino también para facilitar la caracterización de problemas socio-científicos complejos, dividirlos en segmentos manejables, brindar información técnica y ofrecer una estructura que enmarque la investigación ambiental.

También es importante reconocer que históricamente la ciencia ambiental está asociada a una cierta confusión de identidad. En la esfera de la ética personal, muchos investigadores ambientales se preocupan por el ambiente y desean protegerlo. Son las instituciones las que tienen la capacidad de cuidar la integridad científica de los investigadores y su trabajo, al tiempo que contribuyen a garantizar que la información producida por ellos cumpla con sus objetivos sociales.

Los temas generalmente llamados “globales” son tal vez los más interesantes en cuanto a la relación entre los científicos y las instituciones. Entre los problemas ambientales globales más acuciantes, la CNUMAD consideró el cambio climático global y la diversidad biológica, ya que la disminución del ozono estratosférico había sido abordada por otros instrumentos legales internacionales. ¿Qué es necesario saber para entender estos temas? ¿Cómo evolucionaron las instituciones para abordarlos? A continuación se intentará responder a estas preguntas.

Complejidad relativa de tres temas ambientales característicos

La elección de criterios de medida y la caracterización cualitativa de los temas ambientales (Tabla 7.1) son muy subjetivas; para una misma cuestión podría haber tantas medidas y valores fundamentados como personas consultadas. La tabla ilustra las diferencias esenciales entre tres problemas característicos y los distintos niveles de aplicación de la ciencia para solucionarlos. Esto indica que, las cuestiones ambientales de gran escala requieren un análisis más profundo de la naturaleza óptima de las instituciones necesarias para influir en el espacio de los problemas y en sus soluciones.

Tabla 7.1. Indicadores analíticos para la comparación de problemas ambientales

	Claridad del Objetivo	Complejidad social	Complejidad científica	Alcance	Costo Relativo	Incertidumbre científica	Complejidad de la Solución
Ozono estratosférico	Alta	Baja	Media	Global	Baja	Baja	Baja
Cambio climático global	Alta	Alta	Alta	Global	Alta	Alta	Alta
Biodiversidad	Media	Alta	Variable	Regional/ mundial	Variable	Variable	Alta

La disminución del ozono estratosférico primero fue atribuida a los vuelos supersónicos comerciales y actualmente, a la emisión de químicos antropogénicos (puede hallarse información sobre el agotamiento del ozono y temas vinculados en <<http://www.epa.gov/ozone>>). Tres científicos, un mexicano, un holandés y un estadounidense estudiaron la química del problema; Paul J. Crutzen, Mario J. Molina y F. Sherwood Rowland compartieron el Premio Nóbel de Química de 1995 “por su trabajo conjunto en la química at-

mosférica, especialmente en lo que concierne al campo de la formación y descomposición del ozono”. La química es sumamente simple y sorprendente a la vez. La solución parecía también relativamente fácil. Sólo había un número limitado de empresas que fabricaban sustancias perjudiciales para la capa de ozono; las fuerzas económicas las obligaron a desarrollar sustitutos más benignos y los vuelos supersónicos no resultaron económicamente viables. Bajo el auspicio de las Naciones Unidas, se emprendieron negociaciones para un tratado destinado a limitar la depleción del ozono. Se exhortó a los gobiernos a reconocer que los beneficios de cumplir con el tratado superaban con creces sus costos, y algunas compañías químicas vieron una oportunidad económica en el desarrollo de substitutos benignos. El *Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono* de 1985 entró en vigor el 22 de septiembre de 1988 y fue seguido por el *Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono*, vigente desde el 10 de agosto de 1992. A partir de entonces y a pesar de su variabilidad anual, la concentración del ozono estratosférico se incrementó y el “agujero de ozono” comenzó a reducirse (OMM/PNUMA, 2006).

El cambio climático global (CCG) resultó ser un problema mucho más difícil de abordar y su solución, mucho más complicada aún. Además, siempre generó controversias por un sinnúmero de razones, fundamentalmente por el posible impacto en la economía y en la distribución de costos que implicaría intentar limitarlo. El dióxido de carbono (CO_2), gas de efecto invernadero más importante y producto de la combustión, es clave para la energía y la economía mundiales. Una serie de cuestiones vinculadas a la distribución, como el consumo de energía *per cápita* y la fotosíntesis como factor compensatorio, entre otros, sólo complicaron los esfuerzos de los científicos por determinar fehacientemente qué componente del calentamiento global podía ser atribuido a causas antropogénicas. La pregunta, “¿De qué lado estás?”, se convirtió en un problema cuando comenzaron las negociaciones para el tratado de la ONU y en general estuvo vinculada al tipo de afiliación de los científicos, ya sean instituciones científicas, ambientales, gubernamentales o comerciales. Los fines políticos desafiaron la presunción de objetividad científica. En algunos países, especialmente en Estados Unidos, el fundamento de la ciencia del cambio global continúa siendo una cuestión de política interna.

Diversidad biológica

El tema de la diversidad biológica es tan difícil como los mencionados anteriormente y tal vez sea el más complejo e interesante y el más relacionado con América Latina. Primero, mientras que la disminución

del ozono y el cambio climático son cuestiones efectivamente globales, la biodiversidad es un tema mundial más que global. Las emisiones de CO₂ y de productos químicos que agotan la capa de ozono en alguna parte del mundo afectarán el clima o la concentración de ozono estratosférico (o tal vez ambos) en otra. Por otro lado, la extinción de una especie o la degradación de un hábitat en un país de América Latina no tendrá un efecto directo en la biota de un país de Asia. Si bien en todo el mundo se observan problemas análogos, la probabilidad de que sus efectos biológicos de primer orden tengan un gran alcance espacial es baja, a menos que estén causalmente vinculados a un fenómeno verdaderamente global como el cambio climático.

Segundo, la definición diversidad biológica es tan amplia que comprende, desde una perspectiva biológica, la diversidad de genes, especies, comunidades y ecosistemas. Por lo tanto, despertó el interés de un vasto grupo conformado por las comunidades de conservación y extracción convencional de recursos y de casi todas las áreas de las ciencias biológicas.

La biodiversidad será el foco del resto de este capítulo y servirá de marco para ilustrar diferentes relaciones entre la ciencia y las instituciones, que benefician a ambas. La biodiversidad surgió como tema vinculado fundamentalmente a la conservación y a las áreas protegidas a partir de las negociaciones para un tratado con un complejo ensamblaje de objetivos. El CDB abordó una variedad de cuestiones de conservación, además de la propiedad de los recursos, la protección de la propiedad intelectual, los derechos indígenas, la bioseguridad y la asignación equitativa de recursos económicos, cada uno de los cuales constituye un gran desafío, aún si se los trata por separado.

Tipos de instituciones

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) es la institución que concentra las discusiones sobre diversidad biológica y coordinó la implementación del CDB a través de su Secretaría de Montreal. Además, fue anfitrión de la CNUMAD y mantiene su Secretaría y el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (OSACT), un cuerpo intergubernamental abierto. Por tratarse de un acuerdo ambiental internacional negociado multilateralmente en el ámbito de la diplomacia, muchas instituciones (organismos gubernamentales, organizaciones ambientales internacionales, regionales, nacionales y locales; industrias; grupos industriales y centros de investigación) se involucraron en las negociaciones del CDB para tratar de influir en su contenido. Muchos citaron información científica que sustentaba sus puntos de vista o apoyaron la producción científica para tal fin. Esta información fue dirigida a los gobiernos nacionales, dele-

gaciones y alianzas diplomáticas, por ejemplo el Grupo de los Setenta y Siete de las Naciones Unidas (G-77), originalmente un grupo de setenta y siete países en desarrollo que ahora cuenta con más de ciento treinta miembros; o JUSCANZ, bloque formado por Japón, Estados Unidos, Canadá, Australia y Nueva Zelanda. Estos intentos institucionales de utilizar la ciencia para influir en los países persistieron a lo largo del período de ratificación y aun se manifiestan en la actualidad. Las cuestiones políticas y de negociación del CDB fueron muy complejas. En ellas se involucraron las instituciones existentes, otras que surgieron como resultado directo o indirecto de la CNUMAD, o como consecuencia del interés que despertó la biodiversidad en todo el mundo. También se crearon nuevas fundaciones y acuerdos institucionales para apoyar la investigación de la biodiversidad. El Banco Mundial estableció nuevos mecanismos de financiamiento, por ejemplo, el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (FMAM). El Grupo Consultivo sobre Diversidad Biológica, fundado en 1987, es un foro para donantes que concentran su interés en la conservación y restauración de los recursos biológicos.

Muchas de las organizaciones científicas independientes que siguen funcionando en la actualidad se formaron en el contexto del CDB. El Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) de Costa Rica (<<http://www.inbio.ac.cr>>) es un ejemplo de la dificultad que entraña categorizar a las instituciones. Se trata de una organización privada sin fines de lucro que cuenta con un comité asesor internacional y que fue creada en 1989 con apoyo del gobierno de ese país y fondos semilla de la compañía farmacéutica Merck mediante un acuerdo propiciado por el académico estadounidense Thomas Eisner, profesor de biología de la Universidad de Cornell. Sus objetivos van desde el avance de la ciencia (taxonomía), el desarrollo de una nueva área de práctica científica (parataxonomía) y la investigación hasta la aplicación del conocimiento científico sobre biodiversidad en actividades económicas como el ecoturismo, la medicina y la agricultura.

La aparición de nuevas instituciones o la transformación de las antiguas se debe en gran parte a la complejidad inherente al concepto de diversidad biológica. La definición de *diversidad biológica* es tan amplia que, aunque es intrínsecamente comprensible en abstracto, describir sus características específicas puede resultar sumamente difícil. Desde que el concepto de *biodiversidad* se entrelazó con el neologismo *desarrollo sostenible*, las organizaciones hicieron más esfuerzos por ajustarse a las nuevas formas de mirar el mundo.

Las organizaciones gubernamentales, comerciales y no gubernamentales de todo el mundo reconocieron recientemente la necesidad de redefinir su función en cuestiones ambientales. En la década de 1960, los gobiernos comenzaron a mediar entre un público descontento con la situación ambiental y empresas que

no tenían en cuenta los impactos indirectos o de largo plazo de sus actividades en el bienestar de la sociedad. En muchos casos, éstas se reorganizaron para responder a las regulaciones gubernamentales, causas judiciales y acciones directas de los ciudadanos. Para influir en el debate y nivelar el campo de juego con gobiernos y empresas surgieron grupos no gubernamentales que desarrollaron nuevas estrategias e incrementaron su apoyo al conocimiento científico y su aplicación. Algunas empresas continúan financiando investigaciones científicas relacionadas con el ambiente por lo que, en ciertos casos, sus actividades podrían entrar en la categoría de “prosperar haciendo el bien” (Convis, 2001).

Aún continúa la búsqueda de modelos de base para el desarrollo de una plataforma científica referida al manejo ambiental. Algunos han sugerido que la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (NAFTA, por sus siglas en inglés) podría servir como modelo único que garantice la permanencia de las inquietudes objetivas y científicamente fundamentadas respecto del ambiente en el foco de atención de la diplomacia (Audley y Vaughan, 2003). En el marco del Acuerdo de Libre Comercio de América Central (ALCAC) se mantiene un debate similar.

Finalmente, la confusión inicial acerca de los temas resultó en la creación de instituciones diferentes para tratar cada uno de ellos. Nadie puede negar que el cambio climático y la diversidad biológica están relacionados (el clima afecta la distribución de la biota y la distribución biótica forma parte de los ciclos de los gases efecto invernadero) (Peters y Lovejoy, 1992). No obstante, se fue reconociendo la necesidad de colaboración y síntesis entre estos dos temas. La secretaría de la CNUMAD dio cuenta de este asunto al publicar los resultados de un simposio que se celebró en la Universidad de East Anglia en Norwich, RU, en abril de 2003 (CDB, 2003).

Implicancias científicas e institucionales de la falta de representación

Aunque el CDB trata el tema de las comunidades indígenas y la diversidad biológica (CDB, Artículo 8(j): Conocimiento tradicional, innovaciones y prácticas), la relación entre ellas continúa siendo problemática y han surgido conflictos entre indígenas, científicos y museos respecto de las políticas de utilización (Chapin y Jutro, 1998). Es por ello que se iniciaron actividades para cubrir la brecha entre las comunidades indígenas, los científicos y los grupos conservacionistas. Un ejemplo es el taller extraoficial sobre “La relación entre el conocimiento indígena, la ciencia occidental y la conservación ambiental: trabajando juntos en relaciones de cooperación”, celebrado en Front Royal, Virginia, del 18 al 21 de mayo de 2008 y organizado

por Instituto de Derecho Ambiental con el apoyo de la oficina de Investigación y Desarrollo de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. El taller contó con la participación de representantes indígenas, conservacionistas y científicos de América del Norte y América Latina (Milius, 1998).

El apoyo institucional a las recolecciones de campo con fines científicos resultó clave para mantener y desarrollar el archivo biótico de la ciencia. La Sistemática ofrece información fundamental para las ciencias ambientales; las colecciones de los museos brindan materiales de referencia que permiten el estudio de los ecosistemas y sus componentes.

Se desconoce la cantidad de especies que habitan la Tierra, pero su número es inmenso. Por ende, es imposible recolectar o estudiar ejemplos de toda la biota y deben establecerse prioridades. Históricamente, una de las formas de hacerlo fue acudir a la orientación de los pueblos indígenas sobre su medio ambiente. En el contexto de la propiedad intelectual y material, esta parte de la relación entre la ciencia, las instituciones y las comunidades indígenas se volvió conflictiva. Un polémico artículo abordó este tema y criticó el excesivo interés de las grandes organizaciones conservacionistas en las cuestiones indígenas (Chapin, 2004). Una publicación de la Sociedad Geográfica Nacional y el Centro de Apoyo a las Tierras Nativas presentó un conjunto de mapas con las tendencias en las relaciones de los indígenas con los ecosistemas en América Central y el sur de México (National Geographic Society, 2002). Puede verse allí una fuerte correlación entre la presencia indígena y la conservación de ecosistemas naturales, que tienen mayor probabilidad de permanecer intactos cuando son habitados por poblaciones autóctonas, que a su vez dependen de los ecosistemas que ocupan. Resta preguntarse si el conocimiento indígena es útil para la investigación ambiental y la comprensión de la ecología. Existen ejemplos de esta relación, pero se necesitan más evidencias sobre el alcance de su utilidad. Para hallarlas se requiere de una investigación multidisciplinaria, en parte porque tendrían que usarse métodos de las ciencias sociales para reunir información ecológica (Huntington, 2000). Esta hipótesis tendría por corolario que el conocimiento que los científicos necesitan depende de la supervivencia de las comunidades indígenas.

Gran parte de la investigación del cambio global financiada institucionalmente se ocupa de las consecuencias ecológicas de los cambios y es por ello que el conocimiento acerca de este tema sumamente político tiene una importancia crítica para las instituciones de financiamiento y los científicos. Berkes (1993) hizo un sucinto análisis histórico sobre el conocimiento indígena, llamado *conocimiento tradicional* (CT).

El futuro de las instituciones y la ciencia

Los ambientalistas de pocas décadas atrás no reconocerían el ambiente institucional de hoy, que ha expandido su marco analítico en el espacio y el tiempo para estudiar la influencia del hombre en el planeta. Su cambio es consecuencia de la evolución desde las inquietudes acerca de la contaminación local y los recursos naturales hacia la maduración de la ciencia, que ahora se basa en el reconocimiento de la complejidad y las interrelaciones entre el ambiente, la sociedad y las instituciones en los niveles regional, transnacional y global. Las instituciones que deseen apoyar la ciencia y beneficiarse de sus aportes deberán continuar desarrollando el conocimiento acerca de las interdependencias ambientales naturales y de la evolución de las relaciones entre ellas y la empresa científica. El lema ambiental solía ser “piensa globalmente, actúa localmente”, pero la diplomacia internacional lo transformó en “piensa localmente, actúa globalmente”. Las instituciones deben ahora adaptarse y comprender la complejidad, es decir “piensa y actúa localmente, piensa y actúa globalmente y comprende las consecuencias”.

Referencias

- Aristotle. 1952. *Meteorologica*. Cambridge, Mass.: Loeb Classic Library, Harvard University Press.
- Aristotle. 1965. *History of animals*. Cambridge, Mass.: Loeb Classic Library, Harvard University Press. (no. 437–9, vol. 9)
- Scope 68.qxd 4/24/07 3:11 PM Page 71 Aristotle. 1970. *History of animals*. Cambridge, Mass.: Loeb Classic Library, Harvard University Press. (no. 437–9, vol. 10)
- Aristotle. 1991. *History of animals*. Cambridge, Mass.: Loeb Classic Library, Harvard University Press. (no. 437–9, vol. 11)
- Audley, J., and S. Vaughan. 2003. Time for the NAFTA environmental watchdog to get some teeth. Web commentary, June 24, 2003. Washington, D.C.: Carnegie Endowment for International Peace. (<<http://www.carnegieendowment.org/publications/index.cfm?fa=view&id=1300&prog=zgp&proj=zted>>)
- Berkes, F. 1993. Traditional ecological knowledge in perspective. In Inglis, J.T., ed. *Traditional ecological knowledge: Concepts and cases*. Ottawa: Canadian Museum of Nature/International Development Research Centre. (pp. 1–9)
- Carson, R. 1962. *Silent spring*. Boston: Houghton Mifflin.
- CBD Ad Hoc Technical Expert Group on Biological Diversity and Climate Change. 2003. *Interlinkages between biological diversity and climate change: Advice on the integration of biodiversity considerations into the implementation of the United Nations Framework Convention on Climate Change and its Kyoto Protocol*. Montreal: Convention on Biological Diversity. (Technical Series no. 10)
- Chapin, M. 2004. A challenge to conservationists. *World Watch Magazine*, November/December: 17–31.
- Chapin, M. and P. Jutro. 1998. Native coral. *Science* 281(5384):1805.
- Convis, Jr., C. L. 2001. *Conservation geography: Case studies in GIS, computer mapping, and activism*. Redlands, Calif.: ESRI Press.
- Huntington, H. P. 2000. Using traditional ecological knowledge in science: Methods and applications. *Ecological Applications* 10(5):1270–4.
- Linnaeus, C. 1735. *Systema naturae*. Facsimile Edition. Utrecht, Netherlands: Hes & De Graaf. (2003)
- Milius, S. 1998. When worlds collide: Why can't conservation scientists and indigenous peoples just get along? *Science News* 154:6.
- National Geographic Society. 2002. *Pueblos Indígenas y Ecosistemas Naturales en Centroamérica y el Sur de México*. Washington, D.C.: National Geographic Society.

- OMM/PNUMA, Scientific Assessment Panel of the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. 2006. Resumen ejecutivo, WMO/UNEP scientific assessment of ozone depletion: 2006. Geneva: Organización Meteorológica Mundial y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
- Paley, W. 1802. *Natural theology: Or, evidences of the existence and attributes of the deity, collected from the appearances of nature*. Facsimile Edition. New York: Oxford University Press. (2006)
- Peters, R. L., and T. L. Lovejoy, eds. 1992. *Global warming and biological diversity*. New Haven: Yale University Press. (386 pp.)
- von Humboldt, A. 1815. *Personal narrative of travels to the equinoctial regions of the new continent, during the years 1799–1804*. Translated from the original German into English by Helen Maria Williams. Philadelphia: M. Carey.

8

Vulnerabilidad de las sociedades al cambio ambiental global

Mike Brklacich, May Chazan y Andrew Dawe

Vulnerabilidad es un término de uso tan amplio que en la actualidad resulta casi inútil para descripciones detalladas, a menos que sea empleado para llamar la atención sobre áreas altamente preocupantes. (Timmerman, 1981)

El concepto de *vulnerabilidad social* no es nuevo y fue utilizado extensamente en contextos diferentes que incluyen las amenazas ambientales (Mustafa, 1998; Lewis, 1999; Cutter, 2006), las hambrunas (Sen, 1981; Devereux, 1993; Watts y Bohle, 1993; Maxwell, 1996) y la salud humana (Kalipeni, 2000). La comunidad científica del CAG también incursionó en el campo de la vulnerabilidad y su evaluación (Luers et al., 2003; Turner et al., 2003; Hesse et al., 2005; Vogel, 2006). No obstante, las múltiples definiciones de *vulnerabilidad* dificultan su aplicación dentro y fuera de la comunidad del CAG (Adger, 2006), pese a los varios llamados para conciliar las ambigüedades conceptuales y mejorar los métodos de evaluación (Delor y Hubert, 2000; Wisner et al., 2004).

Además, las evaluaciones de vulnerabilidad realizadas por los científicos no se tradujeron con éxito en políticas concretas tendientes al bienestar futuro de los individuos y comunidades expuestos a las amenazas ambientales (Walker, 2006) y son múltiples las razones que lo explican. Ellas incluyen la ambigüedad conceptual ya mencionada, la escasa colaboración entre las comunidades de la ciencia del CAG y de desarrollo internacional y el hecho de que las herramientas para medir la vulnerabilidad aún no hayan sido desarrolladas por completo. Resulta evidente que, además de los resultados de su trabajo, la comunidad del CAG debe comunicar con urgencia y de manera efectiva a la comunidad de desarrollo la pertinencia política y las implicancias sociales, económicas, políticas y ambientales de sus conclusiones (Caldwell, 1990).

El propósito de este capítulo es brindar un marco para discutir la aplicación de los conceptos de vulnerabilidad a las cuestiones vinculadas al CAG en las Américas. Más específicamente, el capítulo resume la evolución de las nociones de vulnerabilidad; reseña y evalúa algunos enfoques para estimarla; y propone recomendaciones para promover la inclusión de la vulnerabilidad social en la ciencia del CAG y aumentar su pertinencia política.

Evolución de las nociones de vulnerabilidad humana

Así como es imposible comprender una película mirando un solo cuadro, resulta imposible entender un crimen o cualquier otro proceso observando un evento o un momento aislado. (MacLean, 1986)

La vulnerabilidad social surgió recientemente como una de las prioridades que deben guiar las respuestas políticas a muchas cuestiones relacionadas con el cambio ambiental (Watson et al., 1998; McCarthy et al., 2001; Kovats et al., 2003; PNUMA, 2003; ONU/EIRD, 2003 http://www.unisdr.org/eng/public_aware/highlights/2003/June-July-esp.pdf). Gran parte de la investigación no estuvo bien arraigada en los numerosos trabajos sobre vulnerabilidad social vinculada a las amenazas ambientales, las hambrunas y la salud humana. El trabajo de Gilbert F. White de la década de 1940 sobre la actividad humana en las planicies aluviales de los principales ríos americanos constituye uno de los primeros estudios sobre la vulnerabilidad a las presiones ambientales y sentó las bases de la investigación de las amenazas naturales en las siguientes cuatro décadas (Mitchell, 1989). Este trabajo mostró cuán compleja es la interacción entre los sistemas sociales y ambientales que da origen a la vulnerabilidad. Además insinuó que los impactos de las

amenazas no sólo dependen de su magnitud o frecuencia (por ejemplo, las inundaciones) sino también de las interacciones entre los múltiples forzantes y factores causales (por ejemplo, inundaciones, planicies aluviales densamente pobladas, escaso desarrollo de los sistemas de respuesta a emergencias y falta de seguridad social) (Jones, 1991; Burton et al., 1993). No obstante, este estudio a menudo mostraba las comunidades vulnerables como víctimas indefensas y, aún cuando fuese muy limitada, no consideraba su capacidad para responder a las amenazas ambientales (Emel y Peet, 1989).

Más recientemente, la investigación de la vulnerabilidad humana se apartó de los enfoques que enfatizan la “naturalidad” de las amenazas y los desastres para concentrarse en comprender los factores socio-políticos imperantes que transforman el estrés ambiental en desastre (Cuny, 1983; Hewitt, 1983; Wijkman y Timberlake, 1984; Blaikie et al., 1994). Comenzó a verse que en la generación de la vulnerabilidad intervienen las desigualdades en el poder político-económico, los derechos, libertades, el dominio sobre los recursos y la estabilidad institucional. En esta perspectiva, las vulnerabilidades surgen de las condiciones sociales, económicas y políticas y están estrechamente vinculadas a las desigualdades sociales (Watts y Bohle, 1993; Mustafa, 1998). Según un marco conceptual muy reconocido, la vulnerabilidad tiene una “estructura dual” que involucra las relaciones entre sus “aspectos externos” (es decir, factores estructurales de más largo plazo que determinan los niveles de exposición a las amenazas) y sus “aspectos internos” (es decir, la capacidad de los individuos y las comunidades para hacer frente al estrés) (Chambers, 1989; Bohle, 2001). Los debates sobre cambio climático suelen presentar esta estructura dual en términos de probabilidad de experimentar los efectos del aumento del nivel del mar o eventos climáticos extremos y la capacidad de adaptarse a ellos (esto es, la necesidad de reducir las emisiones de carbono para mitigar la exposición “externa” y así facilitar la adaptación “interna”) (Kelly y Adger, 2000). Los marcos de las políticas de cambio climático a menudo articulan esto como una dicotomía —mitigación o adaptación—, pero desde el punto de vista de la vulnerabilidad social se busca comprender las relaciones entre exposición y capacidad de respuesta, reconociendo además que los forzantes son comunes a ambas. En efecto, la evidencia sugiere que los mismos procesos que ubican a ciertas personas y grupos en zonas de riesgo —áreas marginales, bajas, hogares precarios con economía de subsistencia— también limitan sus opciones para evitar consecuencias adversas (Mustafa, 1998; Bohle, 2001).

Al reformular la investigación sobre riesgos y hambrunas para comprender las causas subyacentes y las múltiples dimensiones de la vulnerabilidad humana también se observó que, en la mayoría de los casos,

los factores de estrés externos no generan la vulnerabilidad sino que la ponen de manifiesto (Walker, 1989; Mustafa, 1998; Adger, 1999). De aquí que la vulnerabilidad no debe ser considerada como el resultado de eventos climáticos extremos u otras presiones ambientales, sino como una condición preexistente que a menudo es “revelada” por tales eventos (Vogel y O’Brien, 2004). Asimismo, se demostró que la diferenciación de vulnerabilidades subyacentes hace que los efectos de las amenazas ambientales varíen según los grupos y lugares (O’Brien y Leichenko, 2000). Es más, la investigación de la vulnerabilidad incluye ahora otras presiones que operan en muchas escalas temporales y espaciales (por ejemplo, globalización, CAG y VIH/ SIDA) (Chen y Narasimhan, 2003). Se reconoce también que las vulnerabilidades se superan en un contexto de cambio permanente, donde existe un desfase espacio-temporal cada vez mayor entre las fuentes del cambio y sus efectos (Kelly y Adger, 2000).

La evolución de la investigación de la vulnerabilidad social referente a las hambrunas, riesgos y salud ofrece un punto de partida útil para incrementar la aplicabilidad de las evaluaciones del CAG en la política. En general, la investigación contemporánea destaca los siguientes aspectos de la vulnerabilidad social:

- Se la define como la capacidad de los individuos y comunidades para responder (enfrentar, recuperarse y adaptarse) a los factores de estrés externos que amenazan sus medios de vida y su bienestar.
- Forma parte de todos los sistemas humanos. Antes que causarla, los factores de estrés la *ponen de manifiesto*, y la repetición de impactos incrementa las vulnerabilidades futuras.
- Se da de forma *diferenciada* dentro de los grupos y lugares y entre ellos; está vinculada a contextos más amplios de desigualdades sociales, económicas y políticas.
- Es el resultado de la convergencia de muchos factores y se supera dentro de sistemas sociales *dinámicos*.
- Se reduce evitando la exposición y mejorando las respuestas a las amenazas presentes, lo que a su vez implica una reducción potencial de los impactos actuales y las vulnerabilidades a los factores de estrés futuros.

Reseña y evaluación de algunos enfoques para estimar la vulnerabilidad social

Las estimaciones de la vulnerabilidad en un país pueden mostrar niveles comparativamente bajos, a pesar de la presencia de grupos o individuos muy vulnerables. (PNUMA, 2003)

Si bien las nociones de vulnerabilidad social evolucionaron considerablemente en los últimos quince años, su estimación en ambientes rápidamente cambiantes y el establecimiento de lazos más fuertes entre la ciencia de la vulnerabilidad y las políticas del CAG continúan presentando problemas. En esta sección se reseñan tres enfoques para estimar la vulnerabilidad y se los evalúa según las nociones contemporáneas presentadas en la sección anterior. Los tres casos elegidos –la Red de Sistemas de Alerta Temprana contra la Hambruna (FEWS, por sus siglas en inglés), Consorcio ProVention: Caso de estudio de Belice (PC-B, por sus siglas en inglés) y Programa de la Evaluación de la Gestión del Riesgo (RiskMAP)- ilustran metodologías que tienen las siguientes características:

- Emplean escalas espaciales que van desde hogares hasta naciones y escalas temporales que comprenden desde unos pocos años hasta varias décadas.
- Se desarrollaron y aplicaron en una gran variedad de temas de vulnerabilidad social (alimento, manejo de riesgo, amenazas naturales).
- Son pertinentes al contexto de Latinoamérica y el Caribe.
- Se basan en enfoques de arriba hacia abajo (FEWS y RiskMAP) y de abajo hacia arriba (PC-B).
- Fueron diseñados para tratar temas vinculados a políticas y/o programas públicos.

La Red de Sistemas de Alerta Temprana contra la Hambruna (FEWS)

La Agencia estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID) lanzó la FEWS y su red de información (FEWS NET) (<www.fews.net>) con el objetivo principal de fortalecer la capacidad de los países africanos y las organizaciones regionales para enfrentar las amenazas de inseguridad alimentaria mediante la provisión de alertas tempranas e información sobre vulnerabilidad (Boudreau y Coutts, 2002). FEWS NET comprende varias agencias de Estados Unidos, veintidós gobiernos del África sub-sahariana, agencias de la ONU, organizaciones no gubernamentales y el sector privado. Recientemente, se aplicó la FEWS en la

región de Latinoamérica y el Caribe (LAC) (Tabla 8.1) y enseguida se convirtió en un pilar central para las decisiones gubernamentales y multilaterales sobre ayuda alimentaria y asistencia humanitaria.

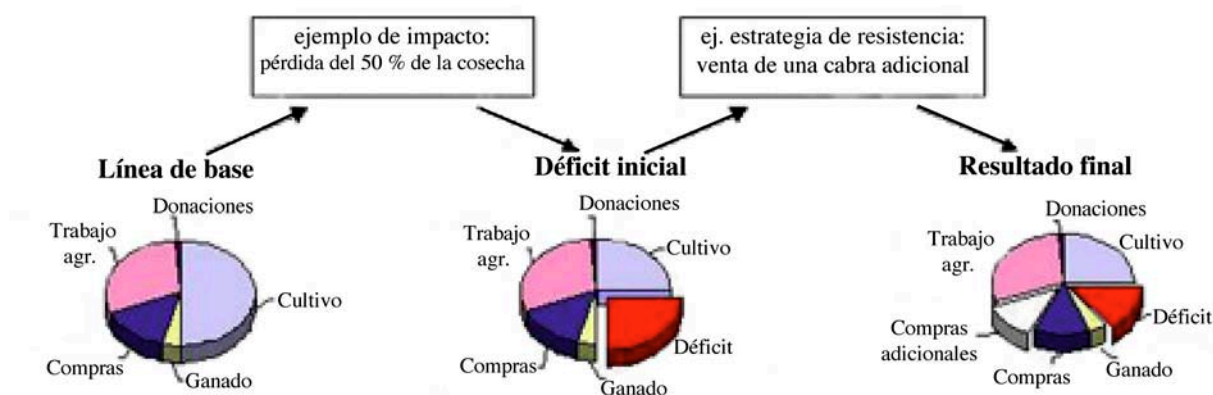


Figura 8.1. Línea de base de la FEWS y evaluaciones de vulnerabilidad

La FEWS emplea un enfoque de “economía del hogar” o “medios de vida” derivado del trabajo de Sen (1981), quien amplió las nociones de seguridad alimentaria hacia la provisión de alimentos y destacó que el acceso a ellos era un componente crítico de dicha seguridad. El enfoque de economía del hogar (HEA o FEA, por sus siglas en inglés) parte de una evaluación de base que utiliza encuestas de hogares para desarrollar perfiles de medios de vida. Estos perfiles describen cómo los hogares representativos - ingresos bajos, medios y altos- de las diferentes zonas de medios de vida (FEZ, por sus siglas en inglés) acceden al alimento y al ingreso y cómo lo gastan. La línea de base establece el marco de referencia para medir los efectos de las amenazas en el futuro de la seguridad alimentaria, teniendo en cuenta hasta qué punto puede ampliarse el alcance de las estrategias de resistencia u otras con el fin satisfacer las necesidades básicas. La Figura 8.1 ilustra la aplicación del FEA a un factor de estrés hipotético (esto es, pérdida del cincuenta por ciento de la cosecha). FEWS NET hace un seguimiento rutinario de las tendencias mensuales de los precios de los alimentos, la producción agropecuaria, las condiciones meteorológicas, el comercio y el empleo. Con estos datos se preparan informes mensuales con alertas de seguridad alimentaria para los perfiles representativos de cada FEZ y se envían a los tomadores de decisiones y planificadores en los ámbitos nacionales y regionales. Para ello se utiliza un sistema de alerta alimentaria de cuatro niveles. *Emergencia* significa que está ocurriendo una crisis severa de seguridad alimentaria. *Advertencia* indica una crisis incipiente. *Precaución* indica la posibilidad de una crisis. *Sin Alerta* se utiliza cuando no hay indicios de un problema de seguridad alimentaria. El perfil de la línea basal de medios de vida brinda una visión general del contexto reinante, mostrando de esta manera

los factores estructurales que dieron forma a los niveles presentes de (in)seguridad alimentaria. El enfoque que se muestra en la Figura 8.1 se utilizó para evaluar las proyecciones a dos años de la seguridad alimentaria bajo diversos escenarios.

LA FEWS Y EL IMPULSO AL ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL EN LA INVESTIGACIÓN DEL CAG

La FEWS ofrece varias oportunidades para promover la aplicabilidad de la ciencia de la vulnerabilidad social en el contexto de políticas del CAG. A su vez reconoce que los derechos a los beneficios básicos y el acceso a ellos son elementos clave de la seguridad alimentaria. Esto representa un avance significativo respecto de gran parte de la investigación previa sobre la vulnerabilidad al CAG, donde el suministro de comida es el indicador principal de la seguridad alimentaria. Al centrar su atención en las causas sociales, políticas y económicas de la vulnerabilidad, también refleja los avances conceptuales sintetizados al inicio de este capítulo. Además, a través de sus perfiles de líneas basales de medios de vida emergentes de las encuestas de hogares, FEWS tiene la ventaja adicional de mostrar hasta qué punto las instituciones dan forma a la seguridad alimentaria. Es más, los perfiles basales toman en cuenta el modo en que podrían emplearse las estrategias de supervivencia para contrarrestar las amenazas, reflejando así las nociones de vulnerabilidad social antes señaladas.

Algunos trabajos recientes señalaron la importancia de FEWS en la identificación de áreas de déficit de alimentos y en la distribución de la ayuda alimentaria. No obstante, su éxito fue menor en la comprensión de la multiplicidad de factores de estrés subyacentes (por ejemplo, crisis económicas, VIH/SIDA y aumento de la pobreza) que causan la inseguridad alimentaria en la región sudafricana (Drimie y Vogel, 2005). Además, el horizonte temporal que emplea FEWS es de aproximadamente cinco años y resulta mucho más corto que los marcos temporales del CAG. Sin embargo, por tratarse de una de las herramientas informativas más sistemáticas y amplias disponibles para los tomadores de decisiones, su integración en América Central ha sido amplia. FEWS adquirió un papel protagónico en el desarrollo de respuestas políticas de largo plazo que consideran simultáneamente la vulnerabilidad social y los peligros del CAG.

Consortio ProVention: el estudio de caso de Belice (PC-B)

El Consorcio ProVention (<www.proventionconsortium.org>) está integrado por gobiernos, organizaciones, instituciones académicas, el sector privado y organizaciones de la sociedad civil (OSCs) que trabajan para ayudar a los pobres de los países en desarrollo para reducir el riesgo y los impactos sociales, económicos y ambientales de los desastres naturales y tecnológicos (ProVention Consortium, 2005). Las actividades están orientadas a promover políticas y programas de manejo de desastres e incluyen la identificación de riesgos para el bienestar humano, la reducción de vulnerabilidades mediante el fortalecimiento de la capacidad de respuesta y la protección de comunidades y bienes ante los desastres (Tabla 8.1).

La evaluación de vulnerabilidades y capacidades del caso Belice permite apreciar el enfoque de abajo hacia arriba que aplica el Consorcio ProVention para aumentar y garantizar el bienestar humano ante una variedad de amenazas. El PC-B involucra a líderes provenientes de los gobiernos nacionales y locales, OSCs, el sector privado e instituciones académicas en procesos participativos de análisis de la vulnerabilidad y las capacidades (AVC). La Tabla 8.2 presenta las etapas básicas de dicho proceso. Comienza con la articulación de las amenazas, ambientales y no ambientales (por ejemplo, inundaciones, huracanes, VIH/SIDA), lo expuesto a la amenaza (por ejemplo medios de subsistencia, infraestructura, vidas humanas), los factores que contribuyen a la vulnerabilidad (por ejemplo pobreza, discriminación, ignorancia) y las capacidades actuales para reducirla. Una vez establecido este contexto inicial, se investigan las oportunidades para reducir los impactos negativos de cada una de las amenazas, incluyendo la identificación de opciones de preparación ante desastres y el desarrollo de prioridades para las políticas y los programas destinados a reducir la vulnerabilidad. En términos generales, el PC-B busca ir más allá de la identificación de relaciones vulnerabilidad-amenaza que generan los desastres, para encontrar alternativas de desarrollo de capacidades comunitarias que permitan reconocer las amenazas, enfrentarlas y adaptarse a ellas, mejorando de esta manera el bienestar humano.

*PC-B Y EL IMPULSO AL ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL**EN LA INVESTIGACIÓN DEL CAG*

El PC-B conjuga muchas de las nociones fundamentales que caracterizan la investigación actual sobre vulnerabilidad. Reconoce que las vulnerabilidades varían espacial y temporalmente, que son generadas por factores sociopolíticos subyacentes y que se ponen de manifiesto ante detonantes tales como las inunda-

ciones o los huracanes. Por otro lado, el PC-B hace énfasis en la necesidad de considerar una variedad mayor de factores ambientales y no ambientales que pueden tener efectos adversos sobre el bienestar humano y trasciende la mera identificación de la vulnerabilidad para desarrollar una capacidad de respuesta. No obstante, al igual que en el caso de la FEWS, poco se sabe acerca de la aplicación del PC-B en plazos mayores que cinco años, una cuestión que debe considerarse si ha de hacer aportes a la ciencia de la vulnerabilidad al CAG. El PC-B está diseñado para contemplar múltiples amenazas al bienestar humano, pero como su tratamiento es secuencial, los efectos acumulados podrían quedar fuera de su alcance. Desde el punto de vista de las políticas y programas, la participación de diversos *stakeholders* en todas las fases del análisis de vulnerabilidades y capacidades (desde su articulación inicial hasta el desarrollo de planes para la reducción de desastres), aumenta la probabilidad de éxito de las estrategias de mitigación. La presencia de los *stakeholders* en la formulación de políticas y programas ofrece una oportunidad para que la ciencia de la vulnerabilidad al CAG cuente con más información local e incluya a actores no científicos.

Tabla 8.1 Comparación de los tres enfoques para evaluar la vulnerabilidad al cambio global

	Red de Sistemas de Alerta Temprana contra la Hambruna (FEWS)	Consorcio ProVention: Belice (PC-B)	Programa de la evaluación de la Gestión del Riesgo (RiskMAP)
Foco	Seguridad alimentaria	Gestión de amenazas/preparación	Amenazas
Cobertura espacial	África: sur, oeste y Cuerno Mesoamérica (MFEWS) 4 países comenzaron en 2004-05	Municipal (estudio de caso de estudio de la ciudad de Belice)	América Latina y el Caribe
Agencia líder	USAID	América Latina y el Caribe	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Aplicación	Planificación de alertas tempranas y ayuda alimentaria	Preparación, prevención y mitigación de desastres	Prevención y respuesta ante desastres; planificación del desarrollo
Unidades espaciales	Hogares en zonas de economía alimentaria	Municipalidades a naciones/ estados	Naciones/Estados a municipalidades
Unidades temporales	5 años (+/- 2 años desde el presente)	> 5 años	Décadas

	Red de Sistemas de Alerta Temprana contra la Hambruna (FEWS)	Consortio ProVention: Belice (PC-B)	Programa de la evaluación de la Gestión del Riesgo (RiskMAP)
Métodos	Línea basal de perfiles de medios de vida derivados de encuestas de hogares Impacto del comercio, producción agrícola, precio de los alimentos Capacidad de subsistencia basada en opciones de medios de vida	Talleres comunales participativos que documentan amenazas al bienestar humano e identifican vulnerabilidades, capacidades y mecanismos para mejorar la preparación ante desastres	4 índices complementarios, con 3-4 factores cada uno con hasta 8 indicadores Frecuencia y magnitud de las amenazas, impactos de los desastres, exposición, fragilidad y resiliencia; capacidad de respuesta
Datos	Línea basal de perfiles de medios de vida (alimento y fuentes de ingreso, posesión de bienes) Datos rutinarios de producción, precios y comercio	Vulnerabilidades de base y capacidad de respuesta institucional Acciones para reducir el riesgo, mejorar la rehabilitación y las respuestas a las amenazas	Datos rutinarios de largo plazo Base de datos DESINVENTAR Índices de desarrollo humano
Escenarios	Presiones externas, hipotéticas o provenientes de informes de campo	Amenazas naturales y antropogénicas actuales, capacidades institucionales	Recurrencia de amenazas, empírica e hipotética, capacidad de respuesta
Aplicación a la vulnerabilidad al CAG	Derivado de nociones de seguridad alimentaria Los medios de vida recogen las limitaciones actuales Horizontes temporales menores a los del CAG Requiere hogares representativos Estrategias posibles de supervivencia	Derivado de nociones contemporáneas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo Considera las amenazas por separado; y no de forma acumulada Horizontes temporales menores a los del CAG Une la capacidad de respuesta local con los procesos ambientales; menor desarrollo de las conexiones con escalas más amplias	Derivado de conceptos de desastre, amenaza y desarrollo Las medidas macro e institucionales ponen de relieve las limitantes económicas Horizontes temporales, tendencias y tasas de recurrencia variables Usa datos disponibles Cobertura estructural integral
Más información	Boudreau & Courts, 2002 www.fews.net	Provention Consortium, 2005 www.proventionconsortium.org	Cardona, 2005 www.iadb.org

Programa de Evaluación de la Gestión del Riesgo (RiskMAP)

RiskMAP (<www.iadb.org>) es un grupo de indicadores implementados por el Banco Interamericano de Desarrollo para la identificación y manejo del riesgo de desastre (Cardona, 2005). En este marco, la vulnerabilidad es el eje de las acciones para reducir el riesgo y reforzar la prevención ante los desastres (Tabla 8.1). Este enfoque pone de relieve las conexiones entre la reducción del riesgo y el desarrollo de políticas y la planificación. (Figura 8.2.)

Se emplean cuatro índices que en conjunto proporcionan un enfoque integral para identificar los factores de riesgo en eventos de pequeña y gran escala (en términos de frecuencia, magnitud, exposición, resistencia y resiliencia) y las debilidades en la capacidad de respuesta y reconstrucción. El *índice de déficit por*

desastre representa la habilidad macroeconómica y financiera de un país para hacer frente a una situación y las tendencias históricas y probabilidades de impactos en diversas escalas sobre la economía nacional. Utiliza indicadores deductivos y un modelo físico simple de riesgos para estimar la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos extremos (riesgo). El *índice de desastres locales* “captura la problemática de riesgo social y ambiental que se deriva de los eventos frecuentes menores que afectan de manera crónica el nivel local y sub-nacional” (Cardona, 2005). Examina los impactos de los eventos pasados en diferentes escalas y niveles. El *índice de vulnerabilidad prevalente* “caracteriza las condiciones predominantes de vulnerabilidad del país en términos de exposición en áreas propensas, fragilidad socioeconómica y falta de resiliencia social en general” (Cardona, 2005). El *índice de manejo de riesgo* examina, mediante una combinación de indicadores cualitativos y cuantitativos compuestos, las medidas específicas tomadas por un país para prepararse, mitigar y responder a los impactos de los desastres, incluyendo su capacidad organizativa e institucional y la planificación para la acción.

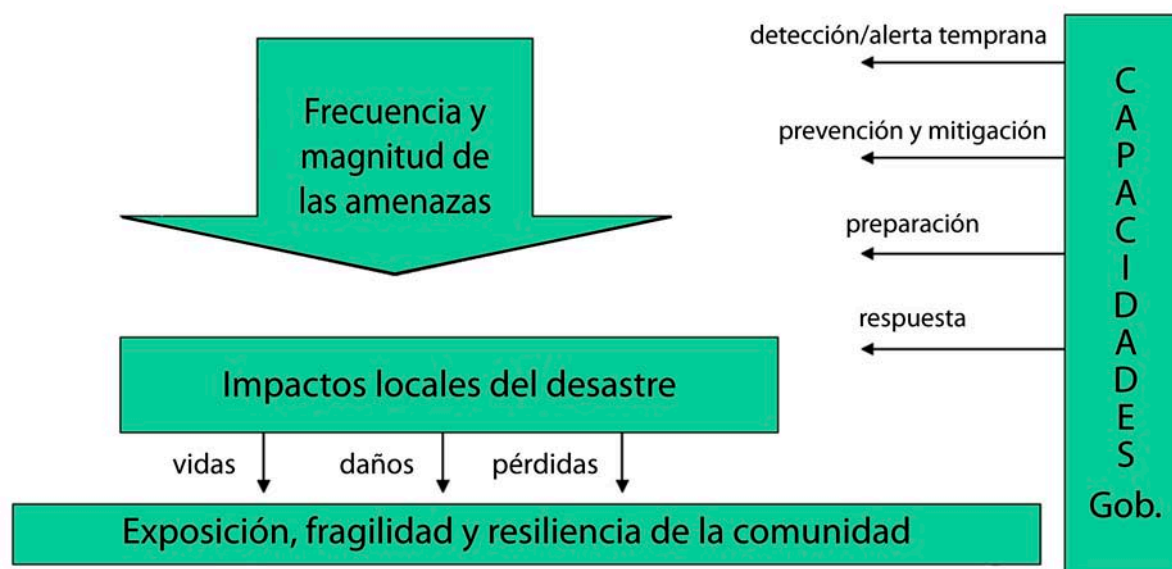


Figura 8.2. Esquema del Programa de la Evaluación de la Gestión del Riesgo (RiskMAP)

RISKMAP Y EL IMPULSO AL ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL

EN LA INVESTIGACIÓN DEL CAG

Los tres factores que componen el índice de vulnerabilidad de RiskMAP —exposición, fragilidad y resiliencia— son coherentes tanto con los enfoques de la economía y ecología políticas para comprender las amenazas y los desastres como con la estructura dual de la vulnerabilidad discutida anteriormente en este capítulo (Bohle, 2001; Wisner et al., 2004). En comparación con los dos marcos descritos más arriba, la consideración de amenazas con amplios horizontes temporales hace que RiskMAP sea pertinente al contexto del CAG. A su vez, por concentrarse en las amenazas y vulnerabilidades, contempla impactos y adaptaciones al cambio global. Su utilidad se ve incrementada porque toma en cuenta la capacidad (económica) de respuesta al cambio global, al tiempo que identifica las áreas sociales y geográficas de vulnerabilidad que deben reducirse mediante actividades de adaptación y planificación del desarrollo a largo plazo. No obstante, la desventaja de este foco en la capacidad operativa consiste en que no atiende el accionar individual y grupal fuera del ámbito estrictamente económico. Finalmente, no debe asumirse la exactitud de los resultados de los datos e indicadores utilizados en estos índices (el nivel de agregación enmascara la distribución de la vulnerabilidad tanto como los factores de correlación la ponen en evidencia). Este inconveniente respecto de los datos está presente en toda la ciencia del CAG y la formulación de políticas de nivel macro se complementaría bien con enfoques de abajo hacia arriba como en el caso del PC-B.

Importancia de la vulnerabilidad social al CAG

Los avances significativos de la ciencia de la vulnerabilidad en los campos de amenazas, hambrunas y salud en los últimos quince años brindan una base sólida para la nueva generación de investigación de la vulnerabilidad al CAG. Es fundamental que las comunidades del CAG continúen construyendo, desde las bases, herramientas para el área de la vulnerabilidad, con marcos analíticos derivados de desarrollos conceptuales y estudios empíricos innovadores, que no dependan únicamente de la disponibilidad de datos. Esto garantizaría que la investigación futura se concentre en los múltiples e intrincados procesos que dan origen a la vulnerabilidad social. Ésta debe ser entendida como parte de la vida cotidiana y no como una anomalía causada por una amenaza ambiental.

Además, aunque es útil conceptualizar la vulnerabilidad social según sus dimensiones externas e internas (es decir, las condiciones estructurales que pueden incrementar la exposición a las amenazas y las capacidades de respuesta de los individuos y los grupos, respectivamente), debe hacerse una investigación que supere tal dualidad para mostrar cómo es la interacción de estos “aspectos” en un lugar determinado. Finalmente, la mayoría de los enfoques actuales para estimar la vulnerabilidad social operan en una sola escala y suelen emplear marcos formulistas o muy generales. Los marcos flexibles serán clave para lograr avances en la ciencia de la vulnerabilidad al CAG. Ellos deberán reflejar el modo en que los procesos globales se introducen, actúan y son superados dentro de las comunidades. Otros enfoques aplicables serían aquellos que describen y sopesan los factores que gobiernan la vulnerabilidad social a escala comunitaria.

Tabla 8.2. Análisis de vulnerabilidad y capacidad del Consorcio ProVentum: Ejemplos del estudio de caso de Belice

Etapas	Inundaciones	VIH/SIDA
1. Identificación de riesgos, vulnerabilidades y capacidades	Infraestructura y medios de vida en riesgo Los ocupantes ilegales en comunidades de áreas costeras bajas son los más vulnerables Capacidad reducida por falta de entrenamiento, apoyo médico y planificación de desastres	Medios de subsistencia, vidas humanas y mano de obra en riesgo La ignorancia, discriminación y presión de los pares aumenta la vulnerabilidad Capacidad reducida por la no aceptación y la falta de conciencia acerca del VIH/SIDA por parte de la comunidad
2. Transformar vulnerabilidades en capacidades	Mejorar infraestructura, prácticas agrícolas y capacidades de supervivencia de la comunidad Desarrollar y divulgar el plan de desastre Reubicar a las comunidades de las zonas bajas	Concientizar Mejorar el acceso a la salud para análisis y tratamientos Mejorar los servicios para los trabajadores sexuales
3. Identificar opciones de prevención y preparación	Hacer cumplir el código de construcción y las regulaciones de uso del suelo Identificar áreas seguras y peligrosas Mejorar el conocimiento de los planes de respuesta	Desarrollar programas de concientización para adolescentes, padres, maestros, etc. Aumentar el apoyo y la coordinación entre las agencias de salud y orientación Mejorar los servicios sociales para las familias con miembros portadores de VIH/SIDA
4. Tomar acciones concretas	Limpiar y mantener los drenajes Implementar sistemas de alerta temprana Participación de la comunidad en simulacros de respuesta a desastres Inspección de casas para garantizar el cumplimiento de códigos	Campaña de concientización Garantizar recursos y personal para análisis, atención médica y servicios sociales de las familias afectadas

Extraído de ProVentum Consortium, 2005 y www.proventumconsortium.org

El estudio de caso de Belice incluyó evaluaciones de otras amenazas como los incendios y huracanes. Se eligió las inundaciones y el VIH para ilustrar un caso de amenaza natural y otro no directamente vinculado al ambiente y al CAG.

Perspectivas políticas de la vulnerabilidad al CAG

Para mejorar la aplicabilidad de la ciencia de la vulnerabilidad al CAG en la política se requiere un cambio fundamental en las prácticas actuales, que habitualmente ven a los científicos biofísicos y sociales fuera del grupo de los *stakeholders* políticos. En su reemplazo, los científicos y los políticos deberían ser vistos como colaboradores. Este enfoque facilitará el desarrollo de objetivos comunes y en consecuencia permitirá una transición gradual desde las herramientas experimentales hacia los marcos analíticos a ser incorporados en las estructuras institucionales. Este proceso debe comenzar con un mapeo institucional para identificar las agencias y los actores responsables de las políticas asociadas al CAG y una evaluación de las relaciones entre ellos. Es necesario que las comunidades científicas de vulnerabilidad y del CAG comprendan el contexto político prevaleciente y respondan a distintos interrogantes: ¿Cómo se enmarcan las preguntas dentro de la vulnerabilidad social? ¿Qué nuevos tipos de información o evidencia son necesarios y cuándo? ¿Es crucial evaluar las fortalezas y debilidades de las alternativas de respuesta, incluyendo la de “no hacer nada”? Una vez halladas estas respuestas y habiendo establecido el contexto, la comunidad de la vulnerabilidad social - CAG tendrá una base más sólida para interactuar con los políticos de forma permanente. Esto facilitará el desarrollo de un enfoque reflexivo para monitorear y responder a los cambios en las comunidades científicas y políticas.

Agradecimientos

Este artículo fue financiado por el Consejo de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades de Canadá (<www.sshrc.ca>), el Consejo Internacional para la Ciencia (<www.icsu.org>) y el Programa Internacional de Dimensiones Humanas del Cambio Ambiental Global (<www.ihdp.org>) y se basa en una investigación realizada conjuntamente con los programas de Cambio Ambiental Global y Seguridad Humana (<www.gechs.org>) y Cambio Ambiental Global y Sistemas Alimentarios (<www.gecafs.org>).

Referencias

- Adger, N. 1999. Social vulnerability to climate change and extremes in coastal Vietnam. *World Development* 27:249–69.
- Adger, N. 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change* 16:268–81.
- Blaikie, P., T. Cannon, I. Davis, and B. Wisner. 1994. *At risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters*. London: Routledge.
- Bohle, H.-G. 2001. Vulnerability and criticality: Perspectives from social geography. *IHDP Update* 2/2001. Bonn: IHDP.

- Boudreau T., and P. Coutts. 2002. Food economy in situations of chronic political instability. Working Paper 188. London: Overseas Development Institute.
- Burton, I., R. Kates, and G. White. 1993. The environment as hazard, 2nd ed. New York: Guilford.
- Caldwell, L. K. 1990. Between two worlds: Science, the environment movement and policy choice. New York: Cambridge University Press.
- Cardona, O. 2005. Indicators of disaster risk and risk management. Summary report. Washington, D.C.: Inter-American Development Bank, Sustainable Development Department.
- Chambers, R. 1989. Vulnerability, coping and policy. *IDS Bulletin* 20(2):1–7.
- Chen, L., and V. Narasimhan. 2003. Global health and human security. En Chen, L., S. Fukuda-Parr, and E. Seidens-ticker, eds. *Human security in a global world*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press. (pp 183–93)
- Cuny, F. 1983. Disasters and development. New York: Oxford University Press.
- Cutter, S. L. 2006. Hazards, vulnerability and environmental justice. London: Earthscan.
- Delor, F., and M. Hubert. 2000. Revisiting the concept of vulnerability. *Social Science and Medicine* 50:1557–70.
- Devereux, S. 1993. Theories of famine. London: Harvester Wheatsheaf.
- Drimie, S., and C. Vogel. 2005. Unravelling the entangled crises: Challenges around vulnerability analysis in the southern African region. Paper presented at the Sixth Open Meeting of the Human Dimensions of Global Environmental Change Research Community, Bonn, Germany, October 2005.
- Emel, J., and R. Peet. 1989. Resource management and natural hazards. In Peet, R., and N. Thrift, eds. *New models in geography*, vol.1. Boston: Hyman. (pp 49–76)
- Hesse, A., B. Goebel, L. Mullin, and Y. Tian. 2005. Conference book for the Sixth Open Meeting of the Human Dimensions of Global Environmental Change Research Community, Bonn, Germany, October 2005.
- Hewitt, K., ed. 1983. Interpretations of calamity. Boston: Allen and Unwin.
- Jones, D. 1991. Environmental hazards. In Bennett, R., and R. Estall, eds. *Global change and challenge: Geography for the 1990s*. New York: Routledge. (pp 27–56)
- Kalipeni, E. 2000. Health and disease in southern Africa: A comparative and vulnerability assessment. *Social Science and Medicine* 50:965–83.
- Kelly, P., and W. N. Adger. 2000. Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation. *Climatic Change* 47:325–52.
- Kovats, S., K. Ebi, and B. Menne. 2003. Methods for assessing human vulnerability and public health adaptation to climate change. In *Health and Global Environmental Change Series No. 1*. Geneva: World Health Organization.
- Lewis, J. 1999. Development in disaster-prone places: Studies of vulnerability. London: Intermediate Technology Development Group.
- Luers, A., D. B. Lobell, L. S. Sklar, C. L. Addams, and P. A. Matson. 2003. A method for quantifying vulnerability, applied to the agricultural system of the Yaqui Valley, Mexico. *Global Environmental Change* 13:255–67.
- Macleane, B. 1986. Critical criminology and some limitations of traditional inquiry. In Maclean, B., ed. *The political economy of crime: Reading for a critical criminology*. Toronto: Prentice Hall. (pp. 2–12)
- Martin, R. 2001. Geography and public policy: The case of the missing agenda. *Progress in Human Geography* 25(2):189–210.
- Maxwell, D. G. 1996. Measuring food insecurity: The frequency and severity of “coping strategies.” *Food Policy* 21(3):291–303.
- McCarthy, J., O. Canziani, N. Leary, D. Dokken, and K. White, eds. 2001. *Climate change: Impacts, adaptation, and vulnerability*. Third assessment report, IPCC Working Group II. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mitchell, B. 1989. *Geography and resource analysis*, 2nd ed. New York: John Wiley and Sons. (pp. 174–98)
- Mustafa, D. 1998. Structural causes of vulnerability to flood hazard in Pakistan. *Economic Geography* 74:289–305.
- O’Brien, K., and R. Leichenko. 2000. Double exposure: Assessing the impacts of climatic change within the context of economic globalization. *Global Environmental Change* 10:221–32.
- ONU/EIRD. 2003. *Living with risk: Turning the tide on disasters towards sustainable development*. Geneva: Secretaría Inter-Agencia de las Naciones Unidas de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres.
- Parson, E. A. 1997. Informing global environmental policy-making: A plea for new methods of assessment and synthesis. *Environmental Modeling and Assessment* 2: 267–79.
- PNUMA. 2003. *Assessing human vulnerability to environmental change: Concepts, issues, methods and case studies*. Nairobi: Division of Early Warning and Assessment, PNUMA.
- ProVention Consortium. 2005. Community risk assessment and action planning project: Belize Red Cross vulnerability and capacity assessment workshop. <http://www.proventionconsortium.org/themes/default/pdfs/CRA/Belize.pdf>
- Sen, A. 1981. *Poverty and famines: An essay on entitlement and deprivation*. Oxford: Clarendon Press/Oxford University Press.

- Timmerman, P. 1981. Vulnerability, resilience and the collapse of society. Environmental Monograph No. 1, Institute of Environmental Studies, University of Toronto.
- Turner, B. L., R. E. Kasperson, P. A. Matson, J. J. McCarthy, R. W. Corell, L. Christensen, N. Eckley, J. X. Kasperson, A. Luers, M. L. Martello, C. Polsky, A. Pulsipher, and A. Schiller. 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100:8074–9.
- Vogel, C. 2006. Foreword: Resilience, vulnerability and adaptation: A cross-cutting theme of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change. *Global Environmental Change* 16: 235–6.
- Vogel, C. and K. O'Brien. 2004. Vulnerability and global environmental change: Rhetoric and reality. AVISO No.13. Global Environmental Change and Human Security Project. Carleton University, Ottawa.
- Walker, P. 1989. *Famine early warning systems: Victims and destitution*. London: Earthscan.
- Walker, P. A. 2006. Political ecology: Where is the policy? *Progress in Human Geography* 39:382–95.
- Watson, R., M. Zinyowera, R. Moss, and D. Dokken, eds. 1998. *The regional impacts of climate change: An assessment of vulnerability*. A Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Working Group II. Cambridge: Cambridge University Press.
- Watts, M., and H.-G. Bohle. 1993. The space of vulnerability: The causal structure of hunger and famine. *Progress in Human Geography* 17:43–67.
- Wijkman, A. and L. Timberlake. 1984. *Natural disasters: Acts of God or acts of man?* London: Earthscan.
- Wisner, B., P. Blaikie, T. Cannon, and I. Davis. 2004. *At risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters*, 2nd ed. London: Routledge.

9

El desafío de la interdisciplinariedad

Barbara Göbel

El cambio ambiental global como caso paradigmático de la ciencias interdisciplinarias

La investigación del cambio ambiental global (CAG) ofrece la oportunidad de evaluar las potencialidades, limitaciones y desafíos de los enfoques interdisciplinarios entre las ciencias naturales y sociales (incluyendo las Humanidades). El CAG puede definirse como el conjunto de transformaciones biofísicas de la tierra, los océanos y la atmósfera inducidas por un sistema de procesos humanos y naturales entrelazados. Las actividades humanas ya produjeron efectos perceptibles en el ambiente del planeta. Casi el cincuenta por ciento de la superficie fue transformado por la acción humana directa, lo que implicó consecuencias significativas para la biodiversidad, el suelo y el clima. Las sociedades utilizan directa o indirectamente más la mitad del agua dulce a la que se puede acceder con las tecnologías disponibles en la actualidad y en muchas áreas las capas freáticas se están agotando. Las concentraciones atmosféricas de varios gases de efecto invernadero se incrementaron de manera sustancial desde la industrialización, con efectos potencialmente dramáticos para el clima terrestre. Los hábitats costeros y marinos están sufriendo alteraciones rápidas y las pesquerías del mundo entero están sometidas a la sobreexplotación. Por lo tanto, es indispensable comprender mejor

la dinámica de los cambios en el uso y la cobertura del suelo, los impactos de los cambios ambientales en las zonas costeras y los procesos de urbanización así como la transformación de los sistemas hídricos y del ciclo global del carbono. Para ello, debemos reconocer que el CAG está íntimamente relacionado con los procesos de cambio socioeconómico, político y cultural en todos los niveles. Este capítulo presenta una visión integral y se centra en los puntos comunes entre el CAG y las dimensiones humanas de la globalización.

La globalización es la interconexión creciente y acelerada del mundo, impulsada por el flujo de mercaderías, capitales, información y personas; como resultado el planeta se convirtió en un lugar único —una “aldea global”— en el cual comunidades muy distantes comparten conocimientos y estilos de vida y diferentes instituciones funcionan como partes de un sistema complejo. Aunque los procesos de globalización (así como el CAG) no son un fenómeno nuevo en la historia humana, su escala, calidad y ritmo en las últimas décadas no tienen precedente. Las personas perciben cada vez más que las situaciones locales están bajo la influencia de factores externos, a menudo impredecibles, y que su capacidad para controlarlos es muy limitada. Al mismo tiempo, se reconoce que un evento o acción local puede tener consecuencias en otros lugares del mundo, con resultados impredecibles y una retroalimentación difusa. El experimentar de forma cotidiana una interconectividad creciente entre las dimensiones locales, nacionales, regionales y globales (que los individuos no pueden captar en toda su dinámica y complejidad) está reestructurando las relaciones básicas entre los humanos y entre ellos y su ambiente.

La complejidad, conectividad e incertidumbre de la globalización dificultan el seguimiento de las intrincadas redes, efectos, retroalimentaciones y expectativas que subyacen a la dinámica de la globalización y el cambio ambiental global. Estos últimos tienen cada vez más impacto en la toma de decisiones y las interacciones humanas locales y regionales. A su vez, ambos se ven afectados por procesos locales y regionales. Por lo tanto, no se puede abordar la seguridad humana, el desarrollo económico y el bienestar social y cultural sin tener en cuenta el CAG y la globalización y sin comprender la dinámica y las complejas interacciones entre las escalas global, regional y local. El CAG impone nuevas demandas a los tomadores de decisiones políticas y a la comunidad científica y, como están enmarcados en un contexto global, también presenta nuevos desafíos. Uno de ellos es cómo responder a los diversos pedidos, a menudo ambivalentes y controvertidos, que las sociedades hacen a la ciencia: la provisión de datos codificados, validados y certificados; la explicación de fenómenos complejos; los pronósticos, escenarios futuros y soluciones aplicables. Otro desafío vinculado a

éste es el de desarrollar modelos para producir, sintetizar y traducir el conocimiento científico teniendo en cuenta los procesos políticos y sociales.

Recientemente se destacó que los científicos del CAG que busquen una mayor aplicabilidad de sus resultados para la sociedad deben tener en cuenta tres dimensiones interconectadas: 1) interdisciplinariedad, 2) orientación hacia la solución de problemas considerando la aplicabilidad de los resultados científicos y 3) inclusión de los *stakeholders* en el diseño y traducción del conocimiento científico hacia otras esferas de acción. La combinación de estas tres dimensiones es un requisito previo para desarrollar estrategias de mitigación o adaptación a los impactos del CAG, viables desde el punto de vista social, cultural, político y económico.

El CAG se caracteriza por una complejidad de procesos socioambientales articulados cuyas múltiples dimensiones espaciales y temporales están conectadas de manera tal que se influyen mutuamente. Por lo tanto es necesario que diferentes comunidades científicas planteen interrogantes comunes, integren sus conceptos y diseñen estrategias de investigación convergentes. Las perspectivas disciplinarias que sólo permiten la comprensión parcial y fragmentada del CAG deben enriquecerse con marcos analíticos más holísticos e integradores. Los sistemas socioeconómicos nunca deben analizarse separados de sus ambientes y por consiguiente requieren la integración de los enfoques de las ciencias sociales y naturales (que ponen respectivamente a la *gente* y la *naturaleza* en el centro del análisis).

A medida que se observan cada vez más impactos negativos del CAG en distintas partes del mundo, la investigación básica debe complementarse de manera urgente con la investigación orientada a la resolución de problemas. Esto sólo puede lograrse si se construye un nexo más fuerte entre la ciencia y la sociedad. La producción de conocimiento científico debe enmarcarse en procesos sociales más amplios. Para poder conectar la ciencia con la práctica, la investigación tiene que considerar las demandas sociales, vincular el conocimiento científico a otros tipos de conocimiento y traducirlo a diferentes áreas de acción. No se trata de un proceso fácil o libre de controversias ya que requiere nuevas vías para pactar la transferencia recíproca del conocimiento.

Desafíos de la interdisciplinariedad

Las disciplinas son unidades construidas históricamente. Se desarrollaron con el objeto de reunir elementos de comprensión y explicación mediante la unificación de perspectivas; construir metalenguajes

que articulen la búsqueda de regularidades y patrones y limiten la investigación a un marco aceptado por los académicos involucrados; y suprimir todo ruido aparente. Tal como dice Sander van der Leeuw, de la Universidad Estatal de Arizona en Tempe, “Las disciplinas son una cuestión de... disciplina”.

Existen numerosas diferencias dentro de las disciplinas y entre ellas:

- datos (por ejemplo, cuantitativos y cualitativos)
- metodología (por ejemplo, el papel de la inducción, la deducción, los modelos, la descripción a través de la narrativa o estudios de caso, las observaciones de laboratorio o de campo)
- niveles de generalidad (por ejemplo, investigación básica, aplicada o práctica)
- modos de generalización (por ejemplo, objetiva o contexto-dependiente o relativa)
- grados de precisión (por ejemplo, cuantificación y aislamiento de la información, imprecisión conceptual con foco en la conectividad entre partes de la información)
- escalas en las que cada disciplina destaca diferentes fenómenos (por ejemplo, globales, regionales o locales)
- estilos culturales (por ejemplo, tradiciones epistemológicas, papel de la teoría y la observación y el rol del conocimiento científico respecto del conocimiento empírico o indígena)
- organización de la práctica científica (por ejemplo, posicionamiento de las estructuras académicas en el marco institucional en cuanto a la producción de conocimiento, la socialización de los sistemas académicos y las carreras, la organización institucional del conocimiento como causa de la fragmentación disciplinaria o la transdisciplinariedad)
- niveles de inversión (por ejemplo, inversiones menores dispersas o grandes inversiones en mega-proyectos; muchos investigadores en pequeños temas o pocos investigadores en temas amplios).

Estas diferencias conducen a la competencia y generan conflictos entre disciplinas; asimismo, establecen la línea divisoria entre las ciencias naturales y sociales. ¿Qué significa esto para la investigación del CAG? En primer lugar, deben plantearse de forma clara los contextos de producción del conocimiento. Sólo contemplando estos contextos y su desarrollo histórico podrán superarse sus limitaciones y abordar problemas tan complejos como el CAG. Esta es la única forma de trascender las fronteras entre las disciplinas sin

perder las raíces de cada una de ellas. De esta manera se ampliarán las agendas científicas negociadas históricamente por ciertos grupos de investigadores (por ejemplo los del “Norte”) y se abrirá un nuevo campo para la producción de un conocimiento que aproveche la experiencia heurística e institucional acumulada a lo largo del tiempo. Es necesario reconocer que las comunidades científicas que tratan temas ambientales tienen diferentes raíces disciplinarias, comunidades de usuarios, intereses y enfoques teóricos y metodológicos y que además se han socializado en diversos contextos institucionales y prácticas científicas. Se concentran en variados aspectos o dimensiones del ambiente, tratan múltiples problemas ambientales y diseñan los interrogantes de maneras diferentes. En consecuencia, los datos que utilizan y las respuestas que brindan son distintos.

En el marco de la ciencia, se ha desarrollado una gran variedad de perspectivas acerca de las relaciones entre los seres humanos y el ambiente, que se basan en diferentes concepciones de los componentes básicos de la realidad (por ejemplo, las perspectivas sobre el espacio y el tiempo así como las ontologías básicas tales como las relaciones sujeto-objeto). Sobre la base de sus marcos disciplinarios y paradigmáticos, los científicos utilizan diversos conceptos para abordar el estudio del “ambiente”. Por ejemplo, las diferencias entre los conceptos *Natur*, *Umwelt* y *Mitwelt* (naturaleza, ambiente y entorno, en alemán) o entre *environnement* y *milieu*, en francés, indican diferencias fundamentales con respecto a la relación básica entre el hombre y la naturaleza.

Las ciencias naturales frecuentemente utilizan un enfoque *ecosistémico* para su análisis integral de las relaciones entre los humanos y el ambiente. En este enfoque, los seres humanos (sin demasiada diferenciación entre individuos o grupos) son considerados como componentes de un ecosistema, conectados mediante bucles de retroalimentación con otros componentes (naturales) del sistema. La fortaleza del enfoque ecosistémico reside en su potencial para sistematizar, organizar y reducir la complejidad porque se concentra en los componentes clave y en las relaciones básicas entre ellos. Esto genera hipótesis comprobables y cuantificables sobre algunos aspectos de los sistemas acoplados. No obstante, a menudo el cuadro “dimensiones humanas” es impreciso y mecanicista con un enfoque del tipo “acción-reacción conductual”. Un análisis del desarrollo de las llamadas dimensiones humanas en los programas del CAG muestra que en el cuadro “dimensiones humanas” primero se introdujo el factor “población”, luego se agregaron las “instituciones” y más tarde distintos elementos que se combinaron sin tener en cuenta sus raíces teóricas. Las combinaciones eclécticas tales como “demografía”, “instituciones”, “economía” y “conocimiento/religión/valores” son bastante comunes. En el enfoque ecosistémico, el cuadro “dimensiones humanas” sigue fragmentado. Represen-

ta una imagen desintegrada, estática y parcial de las sociedades, que no incluye muchas dimensiones sociales, económicas políticas y culturales de importancia. En este enfoque no se puede comprender “la vida social” en su complejidad, dinámica y lógica difusa.

Al tratar las relaciones hombre-ambiente, las ciencias sociales se concentran en el *hombre*. Su análisis hace foco en la agencia y en los contextos económicos, sociales, políticos y culturales para el proceso de toma de decisiones (por ejemplo, la relación entre poder, conocimiento y acción), tomando en cuenta las interrelaciones entre acción y estructura así como las interacciones entre individuos y grupos. Una de las debilidades de los enfoques de las ciencias sociales en cuanto a las relaciones hombre-ambiente es que consideran el ambiente natural como dado o lo reducen a la provisión de recursos, bienes y servicios. Por lo tanto, uno de los desafíos para las ciencias sociales consiste en superar esta visión estática del medio natural para incluir los cambios ambientales, es decir, la dinámica entre la geósfera, la biósfera y la atmósfera.

La ciencia del CAG en su estado actual de desarrollo se encuentra entre estas dos posiciones. Su agenda de investigación estuvo impulsada principalmente por las ciencias naturales, que fueron incluyendo más perspectivas de las ciencias sociales a medida que avanzaba la comprensión del problema y surgían las presiones políticas. Hasta ahora, el aporte de las ciencias sociales se limita a ciertos conceptos que se prestan a la cooperación con las ciencias naturales, por ejemplo los enfoques de elección racional tales como la teoría de juegos, la nueva economía institucional y la teoría de toma de decisiones o enfoques sistémicos ligados a la teoría estructural-funcionalista o la de sistemas. Un trabajo sistemático permitiría identificar la forma de incluir otros enfoques teóricos tales como el análisis de la dimensión cultural en su totalidad o de las relaciones de poder, que podrían hacer un gran aporte a la agenda de investigación del CAG.

El desarrollo de agendas de investigación interdisciplinaria implica un proceso de negociación inmerso en estructuras de poder e influenciado por estilos científicos y culturales. En consecuencia, debe establecerse una confianza mutua mediante el desarrollo de situaciones beneficiosas para todas las partes. Además de estos mecanismos de generación de confianza, otros factores adecuados para un proceso exitoso son la aclaración de expectativas y objetivos recíprocos; el desarrollo conjunto de reglas prácticas y justas de negociación y el reconocimiento de que, a pesar de sus tensiones implícitas, la diversidad puede dar lugar a un espacio creativo para la producción de conocimiento. El enfoque etnográfico parece ser adecuado para entender al “otro” y salir de los cuadros disciplinarios en los que uno se ha socializado para exponerse intelectualmente a otras visiones del mundo. Así como reconocer las diferencias y respetarlas es prerequisite para

un diálogo intercultural fructífero, la interdisciplinariedad requiere que cada disciplina asuma que sus prácticas pueden coexistir en formas diversas pero equivalentes, con sus propias condiciones. La dificultad reside en *no* ir tras la solución simple. Las evaluaciones de algunos proyectos de investigación interdisciplinarios mostraron que el *proceso* es tan importante como los resultados o los productos a la hora de negociar agendas interdisciplinarias comunes.

Un desafío fundamental consiste en plantear los interrogantes esenciales de manera que puedan responderse desde diversos contextos culturales, disciplinarios y prácticos. ¿Qué puede hacerse para que las distintas imágenes sean lo más compatibles y complementarias posible? La respuesta a esta importante pregunta parece ser una tarea mucho más gratificante que la negociación de los conceptos a ser utilizados para abordar aquellos interrogantes. Esta negociación, además, suele generar disputas disciplinarias y suprimir la vaguedad de conceptos, esencial para la creatividad en un contexto interdisciplinario.

Desafíos para la investigación del cambio ambiental global en el futuro

A pesar de sus significativos aportes, la investigación del CAG debe perfeccionarse en tres importantes áreas. No ha tenido éxito en organizar contribuciones sólidas y epistemológicamente coherentes desde las ciencias sociales, incluyendo las Humanidades. Con frecuencia surgen inconmensurabilidades e inconsistencias debidas a la mera yuxtaposición de enfoques teóricos, la falta de consideración de las diferencias básicas entre los procedimientos científicos y a que los métodos se combinan sin tomar en cuenta los contextos teóricos y paradigmas que les dieron origen. La investigación del CAG sigue buscando un nexo sólido entre la ciencia y la política (o, en términos más amplios, la práctica) con el fin de aumentar la pertinencia social del conocimiento científico. La producción de conocimiento también tendrá que conducir a la acción en cuestiones sociales e inequidad. Para esto, es necesario tomar el ejemplo de otras comunidades científicas como la del desarrollo, que tiene una larga trayectoria de investigación orientada a la acción. Los investigadores deberán combinar múltiples perspectivas culturales (ontologías y sistemas de conocimiento) del CAG (definición, contexto, causas, impactos, etc.) en un solo marco explicativo.

La reducción de estas brechas implica la interrelación de tres etapas:

- Los investigadores del CAG deben reflexionar acerca del proceso de producción de conocimiento científico (por ejemplo la relación entre éste y el poder), su negociación,

mediación y traducción en acción. En esta etapa del desarrollo de la investigación del cambio global, los involucrados deben aprovechar de forma más sistemática los logros epistemológicos, teóricos y metodológicos de la investigación del CAG y sus dimensiones interdisciplinarias e internacionales, a fin de identificar los “cuellos de botella” y desarrollar estrategias para superarlos.

- La investigación del CAG debe estar vinculada de forma amplia e integradora con los desarrollos teóricos y metodológicos de las ciencias sociales. Éstas hicieron contribuciones importantes al estudio de los procesos de globalización económica, social, política y cultural y en el área de la investigación del desarrollo; todos ellos relevantes para nuestra comprensión del CAG y no tenidos en cuenta hasta ahora. Las contribuciones mencionadas podrían conectar de manera más sistemática la investigación del CAG con cuestiones del desarrollo (por ejemplo, los Objetivos de Desarrollo del Milenio de la ONU).
- La investigación del CAG debe ser (re)diseñada con el fin de aumentar su utilidad para los tomadores de decisiones políticas y para los *stakeholders* en general. El objetivo final debería ser la construcción de procesos bidireccionales entre la producción del conocimiento científico (incluyendo el diseño y la coordinación de la investigación) y la dinámica de la práctica. Por otro lado, es necesario analizar el tipo de diseño de la investigación del cambio global, con el objeto de abarcar diferentes perspectivas culturales y atender a las necesidades sociales (conocimiento para la acción y conocimiento accionable). Además debe estudiarse el modo de traducirlo de un ámbito de producción de conocimiento a otro (por ejemplo, agentes del conocimiento, plataformas de mediación). Finalmente, también es importante comprender mejor los procesos políticos e identificar los puntos de enlace para la investigación, a fin contribuir más sustancialmente a los procesos de la política.

IO

Marcos legales, biodiversidad y ciencia

Susanne Reyes-Knoche

Desde la entrada en vigor del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), las leyes de las naciones parte regulan las actividades de investigación vinculadas a los recursos genéticos que deben cumplir con sus disposiciones y con las leyes mencionadas. Este capítulo analiza la relación entre las actividades científicas, incluyendo los proyectos sobre cambio ambiental global (CAG) y las disposiciones del CDB respecto del acceso a los recursos. Todo ello, con el fin de poner de relieve los problemas que surgen de esta relación y aportar sugerencias que podrían facilitar el trabajo científico en esta área. El foco está en el sistema de acceso y distribución de beneficios (ABS, por sus siglas en inglés) del CDB y sus impactos en las actividades científicas en América Latina.

Las amenazas a la biodiversidad, la soberanía sobre los recursos naturales y el Convenio sobre Diversidad Biológica

Por *diversidad biológica*, o *biodiversidad*, se entiende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte (Artículo 2 del CDB).

La biodiversidad es importante porque conforma la estructura de los ecosistemas y hábitats que mantienen recursos vivos esenciales, incluyendo la vida silvestre, las pesquerías y los bosques. Su papel en la satisfacción de las necesidades humanas básicas (alimento, abrigo y medicinas) es fundamental. (Gehl Sampath, 2005:13 ff, respecto de la importancia de la biodiversidad para la investigación y el desarrollo de drogas.) La biodiversidad también tiene valores recreativos, culturales y estéticos.

En los últimos años hubo un importante aumento del consumo de recursos naturales por parte de la sociedad y un marcado crecimiento de la población. Conscientes de la amenaza a la biodiversidad que esto implica y reconociendo la tarea sustancial de anticipar, prevenir y atacar sus causas, ciento ochenta y siete países y la Comunidad Europea firmaron el Convenio sobre Diversidad Biológica en 1992 que entró en vigor en 1993. Según se definen en su Artículo 1, los objetivos principales de este convenio legalmente vinculante son 1) la conservación de la diversidad biológica, 2) el uso sustentable de sus componentes y 3) el uso compartido de forma justa y equitativa de los beneficios que surgen de la utilización de los recursos genéticos.

Antes del CDB, los recursos genéticos eran considerados “patrimonio común de la humanidad”. En consecuencia, las leyes internacionales consentían que el régimen de acceso a aquellos fuera libre (Stoianoff, 2004). Se los usaba para el desarrollo de nuevos productos sin tener en cuenta, en la mayoría de los casos, a los estados, las comunidades u otros potenciales *stakeholders* que proveían el material básico. Al reconocer el creciente valor económico de los recursos genéticos, comenzó a cuestionarse el régimen de libre acceso.

La firma del CDB puso fin a la doctrina del “patrimonio común de la humanidad”. Contrariamente a dicha doctrina, el CDB reconoce y reafirma, explícitamente para los recursos genéticos, la aplicabilidad del derecho soberano de los estados para explotar sus recursos conforme a sus propias políticas ambientales otorgando o negando el acceso a ellos (Stoll, 2004; CDB, 2005; Preámbulo y Artículo 15.1 del CDB). Por otra parte, este derecho está estrechamente vinculado al deber de proteger y conservar la biodiversidad y salvaguardar su uso sustentable.

El CDB y el acceso a los recursos genéticos

El Artículo 15 del CDB establece un marco legal para regular el acceso a los recursos genéticos. Sus principios básicos pueden sintetizarse del siguiente modo: Las Partes del CDB procurarán crear condiciones para facilitar el acceso a sus recursos genéticos (Artículo 15.2 del CDB) y participarán en los beneficios que

surjan de la utilización de dichos recursos (Artículo 15.7 del CDB), lo que constituye el sistema de acceso y distribución de los beneficios (sistema ABS).

El CDB requiere que con carácter previo al uso, los estados proveedores den su consentimiento fundamentado, acordando sus términos y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados del aprovechamiento de los recursos genéticos. Con el requisito del consentimiento estatal va de suyo que las Partes tienen derecho a negar aquel consentimiento. Debe señalarse que este marco legal está particularmente dirigido a regular el acceso con fines comerciales, por ejemplo, el desarrollo de productos farmacéuticos (Wrigley y Chicarelli-Robinson, 1997). Sin embargo, el CDB no hace distinción entre la investigación básica y aquella con fines comerciales. Por lo tanto, todo acceso a los recursos genéticos debe cumplir con el procedimiento del CDB.

El CDB y el conocimiento tradicional

En su Artículo 8(j), el CDB establece una provisión clave para las comunidades autóctonas y locales. Este Artículo se refiere a “los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos de vida tradicionales pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica”. Esto es equivalente al significado actual de *conocimiento tradicional*.

El ya mencionado Artículo 8(j) contempla tres obligaciones distintas para las Partes (los estados), dejándoles un margen de discrecionalidad suficiente para decidir el modo de ponerlas en práctica según sus realidades. Primero, estipula la obligación del país de “respetar, preservar y mantener” el conocimiento tradicional. Segundo, el Artículo 8(j) promueve que “los beneficios derivados de la utilización de esos conocimientos, innovaciones y prácticas se compartan equitativamente”. Tercero, también requiere “la aprobación y la participación de quienes posean esos conocimientos, innovaciones y prácticas”.

Como en este Artículo se mencionan claramente la aprobación y la participación, se introduce el derecho de las comunidades locales a participar en las actividades científicas, aportando su conocimiento y/o la posibilidad de vetar cualquier uso de su conocimiento tradicional. (ver también Stoll y von Hahn, 2004). Este Artículo presupone además un cierto tipo de consentimiento expreso previo, por parte de las comunidades indígenas o locales que habitan las áreas en las que se llevará a cabo un proyecto científico.

La ciencia, sus objetivos y el CDB: el ejemplo de la investigación básica

Las actividades científicas juegan un papel fundamental al mejorar la comprensión de la biodiversidad, su conservación, su uso sustentable y sus componentes (como los recursos genéticos). Desde el punto de vista del CDB, puede decirse que el trabajo científico y la cooperación en la investigación son herramientas de apoyo para el cumplimiento de sus principales objetivos.

La investigación básica de la diversidad biológica (sin fines comerciales) supone actividades en el campo de la taxonomía, que abarca la zoología, la botánica, la microbiología y la ecología. Requiere el manejo directo de los recursos biológicos y tiene características y métodos de trabajo específicos. Hasta el momento esto se ha realizado mediante permisos otorgados exclusivamente para la investigación o en el contexto de una cooperación existente entre instituciones nacionales o internacionales (universidades, instituciones científicas y otros organismos públicos). El procedimiento de acceso del CDB no fue diseñado para satisfacer las particularidades de la investigación básica.

La investigación científica relacionada con la biodiversidad debería estar regida por un conjunto de reglas y principios diferente del que regula la investigación con orientación comercial. En la mayoría de los casos, es posible identificar las actividades puramente científicas y sin fines de lucro, si bien que la distinción entre la investigación básica y la aplicada con mayor orientación comercial resulta a veces confusa.

El CDB y la ciencia del cambio ambiental global (CAG)

Las disposiciones del CDB y sus planes de trabajo, decisiones y lineamientos también afectan a la investigación del CAG, que incluye las evaluaciones de los ecosistemas y los estudios ambientales y del uso de la tierra, entre otros. Muchos proyectos de investigación básica del CAG están relacionados con el estudio de la diversidad biológica o involucran componentes de ésta como los ecosistemas, especies y genes. La normativa del CDB por lo tanto, debe tomarse en cuenta desde la definición de la estructura y los objetivos de los proyectos. Cada uno de los proyectos enfrenta el desafío y la responsabilidad de conocer e identificar las posibles conexiones con las pautas del CDB a fin de cumplirlas, por ejemplo, en lo que se refiere a la inclusión del conocimiento tradicional.

Además, el CDB requiere que al menos se consulte a las comunidades indígenas o locales cuando los proyectos del CAG involucran el uso de su conocimiento tradicional. Es decir que los investigadores

principales deben considerar, desde el principio, la necesidad de obtener un consentimiento fundamentado previo en el área de estudio y de informar de manera clara las metas, estructura y etapas del proyecto. Además, ambas partes deben comprender los beneficios, los riesgos potenciales y acordar la distribución de los beneficios derivados de las actividades de acceso.

Aparte de las conexiones entre los proyectos del CAG y los procedimientos de acceso a los recursos genéticos y al conocimiento tradicional, son cada vez más numerosos los vínculos entre la implementación del CDB y la ciencia del CAG. Por ejemplo, la Decisión VII/3 relativa a la diversidad biológica agrícola invita a los gobiernos y a las agencias de financiamiento, entre otros, a realizar estudios de caso de distintas alternativas del manejo del suelo, basados en análisis socioeconómicos y ecológicos. Este tipo de estudios podría constituir proyectos científicos del CAG. El mensaje principal es que los proyectos del CAG deben cumplir con los requerimientos legales del CDB, y al mismo tiempo, pueden realizar aportes a él.

La implementación del sistema ABS del CDB en América Latina y su impacto en la investigación básica de la biodiversidad

La forma de aplicar el sistema ABS establecido en el Convenio sobre la Diversidad Biológica es de incumbencia de los países. Las partes signatarias deben incorporar los principios más importantes mencionados en el Artículo 15 del CDB a sus legislaciones nacionales. Actualmente corresponde exclusivamente a los estados establecer cuán estrictos son los requisitos administrativos, y en el mismo sentido respecto de las obligaciones y los derechos de participación en los beneficios.

El impacto en las actividades científicas se incrementa a medida que los países ponen en práctica los programas de trabajo del CDB, aplicando las decisiones y lineamientos del Convenio. Esto se está volviendo evidente en el caso de la investigación científica relacionada con la biodiversidad y sus componentes, como los recursos genéticos (Feit et al., 2005). Al requerir procedimientos específicos para cualquier tipo de actividades concernientes a los recursos genéticos, los nuevos desarrollos del proceso del CDB pueden dificultar cada vez más el acceso al material genético con fines de investigación básica, ya que las actividades de los investigadores se ven sometidas a nuevas exigencias legales y/o administrativas que fueron originalmente planteadas para regular el acceso con fines comerciales.

La introducción de un régimen internacional de acceso y uso compartido de beneficios derivados negociado durante la Cuarta Sesión del Grupo de Trabajo sobre Acceso y Participación en los Beneficios del

CDB en Granada, España (30 de enero a 3 de febrero de 2006) y la reunión ordinaria de la Conferencia de las Partes al CDB en marzo de 2006, podrían complicar aún más la situación.

Un análisis más detallado del sistema internacional que regula la implementación del sistema ABS en el marco del CDB muestra que los que solicitan acceso con fines de investigación básica deben seguir procedimientos poco claros y una legislación muy restrictiva en muchos países. En varios casos, los marcos regulatorios nacionales contienen cláusulas contradictorias o sencillamente carecen de la legislación necesaria.

Los proyectos relacionados con cualquier componente de la biodiversidad y por consiguiente también la investigación del CAG en tanto que investigación básica (Feit et al., 2005) sufren las siguientes consecuencias:

- aumento de las dificultades burocráticas para el intercambio de información relacionada con la biodiversidad entre científicos y fundaciones de investigación
- potenciales obstáculos administrativos en la legislación del acceso
- adopción de requerimientos legales más estrictos para la investigación básica
- restricciones en las condiciones de exportación relativas al material biológico para investigación
- necesidad impuesta de modificar o ajustar los modelos de cooperación existentes y la práctica de la investigación
- riesgo de estar sujeto a los mismos estándares que la investigación con fines comerciales (en particular, en lo concerniente a las expectativas acerca de la participación en los beneficios)
- mayor dificultad para generar confianza entre todos los *stakeholders*

El caso de Ecuador

En el contexto de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), el marco legal aplicable a los proyectos de prospección biológica está dado por el CDB, el régimen común sobre el acceso a los recursos genéticos establecido en la Decisión 391 y la legislación doméstica que la complementa (CAN, 1996).

La Decisión 391 contiene disposiciones que regulan el procedimiento de acceso a los recursos genéticos. Este procedimiento no establece distinciones entre los proyectos de prospección biológica con fines de investigación y aquellos con fines comerciales o industriales. Contrariamente al CDB, la Decisión 391 contiene una definición de *acceso*: “obtención y utilización de los recursos genéticos conservados en condiciones *ex situ* e *in situ*, de sus productos derivados o, de ser el caso, de sus componentes intangibles, con fines de

investigación, prospección biológica, conservación, aplicación industrial o aprovechamiento comercial, entre otros”. En consecuencia, cualquiera sea el tipo de acceso, según la Decisión 391, quedará sujeto al mismo conjunto de regulaciones (Artículo 1 de la Decisión 391).

Otra diferencia con el CDB es que la Decisión 391 incluye en su ámbito de aplicación los productos derivados de los recursos genéticos. Según su Artículo 1, un *producto derivado* es “una molécula, una combinación o mezcla de moléculas naturales, incluyendo extractos crudos de organismos vivos o muertos de origen biológico, provenientes del metabolismo de seres vivos”. Debido a esta ampliación de la incumbencia, los mecanismos de acceso son aplicables también a los productos derivados como los extractos vegetales.

De acuerdo con la Decisión 391, la solicitud de acceso debe proveer información sobre el interesado, la actividad requerida, el área en que se realizará la investigación y otros datos. El modelo de referencia de la solicitud, aprobado en la Resolución 414, establece que debe adjuntarse una declaración de consentimiento del proveedor de los recursos genéticos o conocimiento tradicional (*componente intangible* en el lenguaje de la decisión). Sin embargo, no se especifica el contenido de la declaración. A causa de su carácter referencial, los países miembro del CAN podrían modificar el modelo de solicitud mediante regulaciones internas.

Como parte del contrato de acceso, la Decisión 391 requiere que los solicitantes incorporen un anexo que especifique la distribución de los beneficios que surjan del uso de los recursos genéticos toda vez que se involucre el conocimiento tradicional de las comunidades indígenas.

Si bien la Normativa Andina tiene carácter obligatorio y exige su inmediato cumplimiento por parte de los países miembro del CAN, la Decisión 391 les permite promulgar leyes domésticas complementarias (Artículo 7 de la Decisión 391), como por ejemplo el *Reglamento* que se está preparando en Ecuador.

El proyecto de *Reglamento* ecuatoriano puntualiza los procedimientos de acceso a los recursos genéticos. Para obtener una autorización, el interesado debe presentar una solicitud que siga los lineamientos de la Decisión 391. Sin embargo, el *Reglamento* introduce un nuevo requisito para el caso en que se involucran las comunidades indígenas o locales como proveedores de conocimiento tradicional asociado (componente intangible) a los recursos genéticos por los que se solicita el acceso. Junto con la solicitud debe presentarse una propuesta de consulta con las comunidades (Artículo 25 del *Reglamento*). Mas, el *Reglamento* provee escasa orientación respecto de esta propuesta. En primer lugar, establece que debe respetar las prácticas, mecanismos y formas organizativas de las comunidades indígenas. En segundo lugar, la propuesta debe describir los objetivos, etapas, mecanismos, actividades y metodologías para realizar la consulta a las comunidades

indígenas. Sin embargo, no se aclara el tema específico de la consulta ni su objetivo, dejando en manos de los solicitantes la organización de todo el proceso a su propio riesgo y buena fe.

La propuesta preliminar ecuatoriana recibió críticas de varias organizaciones indígenas de ese país. Éstas se centran en que los resultados de la consulta no son legalmente vinculantes y en la falta de regulaciones claras acerca de la distribución de los beneficios. Lo anterior muestra que los solicitantes de acceso a los recursos biológicos de Ecuador enfrentan actualmente incertidumbres respecto del procedimiento que deben seguir, independientemente del tipo de acceso y en particular cuando se involucra el conocimiento tradicional.

El proyecto alemán ProBenefit es un ejemplo de esta situación (<<http://www.probenefit.de>>). ProBenefit es un proyecto de prospección biológica enmarcado en el CDB cuyo objetivo es elaborar un modelo de procedimiento y un acuerdo para una distribución justa y clara de los beneficios emergentes del uso sustentable de la biodiversidad en las tierras bajas amazónicas de Ecuador. Está financiado por el Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania en el marco del programa BioTeam para la investigación de la biodiversidad. ProBenefit apunta a desarrollar un contrato de acceso en negociaciones transparentes con las comunidades locales de Ecuador, organizaciones no gubernamentales pertinentes, las autoridades ecuatorianas y un laboratorio farmacéutico de Alemania.

El proyecto ha enfrentado los siguientes obstáculos:

- Debido a las incertidumbres regulatorias, no se logró que prospere ninguna solicitud de proyectos de prospección biológica. Desde el año 2003, ProBenefit mantiene un diálogo intenso con las autoridades competentes para hallar la forma de comenzar oficialmente el procedimiento de acceso.
- El proyecto de *Reglamento* no resuelve todas las indefiniciones acerca de la naturaleza legal del proceso de consulta con las comunidades indígenas y de los elementos básicos del contrato sobre la distribución de los beneficios, entre otras.
- Esta situación impidió que ProBenefit iniciara trabajos de investigación en Ecuador.
- El proyecto encara el desafío de diseñar, junto con las comunidades involucradas y las autoridades nacionales competentes, el proceso de consulta según lo requiere el proyecto de *Reglamento*.

Análisis de la implementación del Sistema ABS en América Latina

Los países de Latinoamérica mostraron un gran interés en el desarrollo de políticas y marcos legales para regular el acceso al material genético. Las naciones miembro del CAN están implementando su propio régimen común de acceso, que entró en vigor en 1996.

El aspecto positivo es que la implementación del sistema ABS en los países comprende los principios de consentimiento informado previo, los términos mutuamente acordados y la distribución de beneficios. Además, destacan, de diversas formas, la importancia del conocimiento tradicional para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad. Sin embargo, tienen distintas posturas en cuanto a sus procedimientos de acceso. Algunos estados miembro (Venezuela, Colombia) aplican directamente las cláusulas de la Decisión 391, mientras que otros (Bolivia, Perú) promulgaron normativas complementarias y uno de ellos (Ecuador) ya tiene un proyecto avanzado en tal sentido.

Lamentablemente, muchas de estas leyes no contribuyen a establecer un procedimiento claro, efectivo y no burocrático que respalde la entrada en vigencia de las cláusulas del CDB. Como efecto colateral y no deseado entorpecen innecesariamente el trabajo científico. Las regulaciones también carecen de una distinción clara entre los diversos tipos de contratos de acceso. Por lo tanto, la investigación básica en particular corre todavía el riesgo de ser sometida a los mismos estándares que la investigación con fines comerciales. La confusión surge porque no se define cuál de los órganos del gobierno es competente para regular el acceso lo que dificulta el planeamiento, la organización y el inicio de las actividades.

Experiencias como la de ProBenefit en Ecuador demostraron que es muy importante analizar la legislación nacional del ABS y los mecanismos de solicitud de acceso para la investigación antes de iniciar el procedimiento oficial. También muestra que mantener un diálogo constante con las autoridades nacionales es de suma importancia a fin de evitar los malentendidos y lograr la transparencia, la legitimidad y la confianza para el acceso así como prever y evitar dificultades durante el período de las actividades. El contacto regular con las autoridades nacionales competentes y los *stakeholders* adecuados es un método de trabajo importante para mantener el funcionamiento de los proyectos.

Desde el punto de vista de la investigación biológica básica —que es a menudo la plataforma de los proyectos de prospección biológica como ProBenefit— puede decirse que los científicos enfrentan un marco legal nuevo que, por un lado, reconoce la importancia de este tipo de trabajos de investigación, pero que por el otro, no toma en cuenta su condición particular ni sus necesidades.

Un aspecto crucial acerca de las políticas y leyes existentes es la búsqueda de mecanismos adecuados para distinguir entre diferentes tipos de acceso (investigación básica, aplicada, o dirigida al proceso comercial, etc.) que tengan por objeto adaptar las regulaciones a sus particularidades, objetivos específicos y necesidades. Las políticas y leyes del sistema ABS, como la Decisión 391, no contribuyen a este objetivo.

A doce años de instituido el CDB, la base de datos de su secretaría contiene las legislaciones nacionales de veintinueve países. Todos los proyectos y científicos abocados a la biodiversidad deben observar las leyes nacionales. Sin embargo, la mayoría de los usuarios de los recursos genéticos no cuenta con información suficiente acerca del CDB y del marco legal aplicable en lo concerniente al acceso y uso de los recursos genéticos y el conocimiento tradicional asociado. Muchos *stakeholders* (por ejemplo, investigadores, directores de proyectos, institutos de investigación, patrocinadores, unidades de transferencia de tecnología, agencias de financiamiento) no saben en realidad si las regulaciones del CDB les conciernen o no.

Las agencias de financiamiento podrían analizar la creación de sus propias políticas respecto del ABS para evitar y prevenir los efectos negativos de leyes nuevas o existentes en los proyectos que financian. Una forma de hacerlo es mediante cursos de capacitación para los aspirantes al financiamiento y los evaluadores de los proyectos, acerca de la normativa relacionada con el uso de la biodiversidad y temas delicados como el conocimiento tradicional. Estas políticas podrían englobar el desarrollo de códigos de conducta o normas éticas acerca del ABS o nuevas pautas para el financiamiento, con el fin de garantizar que los científicos a cargo de programas relacionados con la biodiversidad observen y cumplan las disposiciones legales domésticas e internacionales pertinentes.

Estos instrumentos podrían resultar efectivos para aumentar la confianza entre los socios locales del proyecto y contribuir al desarrollo de una ciencia legítima y transparente en el marco de este tratado internacional sobre los derechos de las comunidades locales e indígenas. En algunos países, como Dinamarca o Suecia, los solicitantes de financiamiento público para investigación y proyectos sobre biodiversidad deben cumplir con las normas de acceso y distribución de beneficios. Los desafíos que plantean estas nuevas reglas para la comunidad científica en cuanto a la concepción, formulación y administración de proyectos de investigación relacionados con la biodiversidad, a menudo generan costos adicionales. Las agencias de financiamiento deberían considerar estas cuestiones así como su impacto en los presupuestos de los futuros proyectos.

Referencias

- CAN. 1996. Decisión 391: Régimen Común sobre Acceso a los Recursos Genéticos. Publicada en el Suplemento al Registro Oficial No. 5 de 16 de agosto de 1996. Comunidad Andina de Naciones.
- CBD. 2005. Handbook of the Convention on Biological Diversity (including its Cartagena Protocol on Biosafety), 3rd ed. Montreal: Convention on Biological Diversity. (p. 93) (<<http://www.biodiv.org/convention/convention.shtml>>)
- Feit, U., M. Driesch von den, and W. Lobin, eds. 2005. Access and benefit sharing of genetic resources: Ways and means for facilitating biodiversity research and conservation while safeguarding ABS provisions. Skripten 163. Bonn: Federal Agency for Nature Conservation (BfN).
- Gehl Sampath, P. 2005. Regulating bioprospecting: Institutions for drug research, access and benefit-sharing. UN University Press. (<www.intech.unu.edu/publications/>)
- Reglamento a la Decisión 391 del Acuerdo de Cartagena Relativa al Régimen Común sobre Acceso a los Recursos Genéticos.
- Stoianoff, N. 2004. Accessing biological resources: Complying with the Convention on Biological Diversity. The Hague: Kluwer Law International. (p. xv)
- Stoll, P.-T. 2004. Genetische Ressourcen, Zugang und Vorteilsteilhabe. In Wolff, N., and W. Köck, eds. 10 Jahre Übereinkommen über die biologische Vielfalt – Eine Zwischenbilanz. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft. (pp. 73–88)
- Stoll, P.-T., and A. von Hahn. 2004. Indigenous peoples, indigenous knowledge and indigenous resources in international law. In von Lewinski, S., ed. Indigenous heritage and intellectual property: Genetic resources, traditional knowledge and folklore. The Hague: Kluwer Law International. (p. 5–47)
- Wrigley, S. K., and M. I. Chicarelli-Robinson. 1997. Natural products research and pharmaceuticals in the 1990s. Annual Reports in Medicinal Chemistry 32:285.

III

Ejemplos de la interacción ciencia-política

II

La experiencia de las redes amazónicas LBA y GEOMA en la integración de las agendas ambientales y sociales

Peter M. de Toledo, Ima C. G.Vieira, Gilberto Câmara y Carlos A. Nobre

Para comprender la complejidad ecológica en un ambiente cambiante se requieren enfoques multidisciplinarios e interdisciplinarios que desarrollen escenarios futuros, fundamentales para planificar el bienestar humano y mantener al mismo tiempo la estabilidad del medio ambiente. En años recientes, la diversidad biológica en el mundo ha sufrido un marcado deterioro debido a los cambios en la cubierta del suelo, el cambio climático, la contaminación, la sobreexplotación de los recursos naturales y la introducción de especies exóticas (PNUMA, 2002). Estos factores entrelazados constituyen un conjunto de impulsores inducidos por el hombre que afectan a la mayoría de los ecosistemas de la Tierra. Para satisfacer las necesidades humanas de alimento y abrigo se utiliza una porción significativa de la producción primaria del planeta. La emisión de gases de efecto invernadero causada por la quema de combustibles fósiles y la contaminación del aire por una gran variedad de sustancias también tienen impactos negativos en los paisajes naturales y la humanidad. La desequilibrada e intensa alteración de las condiciones ecológicas del mundo induce respuestas en los sistemas naturales, en especial en los bosques de viejo crecimiento, que la comunidad científica va desentrañando lentamente (Nobre y Nobre, 2002; Lewis et al., 2004).

Sólo el diecisiete por ciento de los paisajes originales, en su mayoría ubicados en regiones tropicales y en dominios de los bosques húmedos, permanece aún intacto (Dirzo, 2001). El cinturón tropical (30°N–30°S) está habitado por el setenta y cinco por ciento de la población mundial, provee el veinte por ciento de la producción de alimentos y se da allí el ochenta por ciento de los nacimientos. El conocimiento de las condiciones ambientales y de los patrones de diversidad en un dominio tan grande de ecosistemas terrestres representa una tarea difícil para la comunidad científica. Al estudiar los ecosistemas modernos, deben tomarse en cuenta los impactos del hombre en sus contextos sociales, culturales y económicos. Los resultados de estos estudios contribuirán a nuestra comprensión acerca del funcionamiento del planeta y el cambio global que la humanidad está causando.

En el marco del paradigma del desarrollo sustentable, Brasil enfrentará en las décadas venideras desafíos gigantescos en cuanto al manejo de sus muy diversos y amenazados sistemas ecológicos. Los complejos problemas, que abarcan desde los impactos ambientales de la rápida y constante expansión humana sobre los biomas naturales brasileños hasta las concentraciones urbanas que afectan la calidad de vida, requerirán mejoras permanentes en las capacidades nacionales para modelar y simular escenarios de políticas públicas con dimensiones espaciales y temporales explícitamente definidas. Debido a la disparidad en las escalas geográficas, la diversidad de los ecosistemas y las condiciones socioeconómicas regionales, los análisis pasados y presentes del proceso general de desarrollo no tuvieron un enfoque integrado y sistemático. Hasta recientemente, sólo existían unos pocos programas gubernamentales que combinaran factores económicos, cuestiones ecológicas, características demográficas y patrones climáticos. En consecuencia, la implementación de políticas públicas en Brasil sigue rigiéndose por una visión disciplinaria simplista. Este contexto conduce a que cada sector del gobierno tome decisiones con una apreciación limitada de sus impactos y consecuencias ambientales, lo que resulta particularmente evidente en la región septentrional, dominada por el bioma amazónico.

El Ministerio de Ciencia y Tecnología de Brasil impulsó el desarrollo de dos importantes programas de investigación con el fin de estudiar los rápidos cambios en la cobertura de la tierra y la variabilidad climática en su región amazónica. El primero de ellos es el Experimento de Gran Escala de la Biósfera - Atmósfera en Amazonia (LBA), el mayor proyecto de investigación cooperativa internacional jamás organizado para estudiar los ecosistemas tropicales. Su objetivo principal es conocer el funcionamiento de la Amazonia como entidad regional y sus ciclos naturales, y comprender las alteraciones en el funcionamiento físico, químico y biológico de los ecosistemas en respuesta a los cambios en el clima y en el uso de la tierra. Luego se creó la

Red de Modelización Ambiental de la Amazonia (red GEOMA) para articular y consolidar la información y los conocimientos científicos y orientarlos hacia la política pública. Este capítulo tiene por objeto demostrar la importancia de estos programas y describir su contribución efectiva para el desarrollo de un canal de comunicación entre la ciencia y los responsables de políticas de la Amazonia.

La Amazonia: una lección valiosa para los científicos y los responsables de políticas

La formidable variedad del paisaje amazónico, sus singulares rasgos ambientales y sus importantes características socioeconómicas atrajeron la atención del mundo académico (Becker, 2005; Wright, 2005). En particular, la riqueza de la biodiversidad de la región y su regulación despertaron el interés de los científicos naturales y sociales que trabajan para comprender el funcionamiento y la sostenibilidad de los ecosistemas frente a cambios rápidos (Fearnside, 2003; Bermingham et al., 2005). La comunidad científica está tendiendo a trabajar en red con el fin de conocer la selva amazónica con una perspectiva multidisciplinaria e interdisciplinaria, ya que un bioma con tan múltiples facetas sólo puede entenderse a través de la combinación de diferentes campos y visiones y un esfuerzo cooperativo y complementario. Los programas de investigación en la región amazónica deben tener en cuenta los principales encuadres físicos y los componentes y características del paisaje biótico mediante la recolección de datos en distintas escalas temporales y espaciales. La falta de información básica continúa obstaculizando en gran medida la comprensión de este complejo sistema natural. La conclusión principal es que la interferencia del hombre en el ambiente amazónico sólo puede ser viable si tiene pocas posibilidades de ser sustentable sin una mínima noción acerca del funcionamiento de los ecosistemas y las consecuencias potenciales de la conversión de la tierra. Algunas preguntas importantes son las siguientes: 1) ¿Cómo puede lograrse una mejor inclusión de las interacciones entre la naturaleza y la sociedad en las actividades dirigidas hacia la integración del medio ambiente natural, el desarrollo humano y la sustentabilidad? 2) ¿Cómo actúan las tendencias de gran escala de los cambios globales sobre el medio ambiente para afectar el desarrollo y la calidad de vida de las poblaciones locales? 3) ¿Qué interacciones pueden establecerse entre actividades independientes como la investigación, el planeamiento, el monitoreo y la toma de decisiones?

Ciencia y Política Pública I: Lecciones del Experimento LBA

Los objetivos primordiales de LBA son comprender 1) los ciclos naturales del agua, los nutrientes, los gases de efecto invernadero y otros gases y aerosoles importantes en la Amazonia como entidad regional; 2) cómo los cambios climáticos y del uso de la tierra afectan el funcionamiento físico, químico y biológico de los ecosistemas; y 3) los impactos de dichos cambios en la sustentabilidad de la región amazónica y su influencia en el clima global. El LBA se convirtió en uno de los estudios regionales más interdisciplinarios e integrados jamás realizados en el mundo. Desde su larga etapa de planificación (1993–1998), el LBA formó una inmensa red de investigadores e instituciones científicas de muchas partes del mundo desarrollado y en desarrollo. Esta etapa de planeamiento permitió construir de forma gradual una red amplia y discutir de forma exhaustiva los objetivos científicos. El resultado fue una red formidable de más de mil investigadores y estudiantes y al menos doscientas instituciones de Brasil, los demás países amazónicos, Estados Unidos y nueve países de Europa.

El LBA se convirtió en el estandarte de los programas de cambio ambiental global, y junto con el Programa Internacional de la Geósfera - Biósfera y el Programa Mundial de Investigaciones Climáticas son modelos de “integración de estudios regionales”, constituye un ejemplo para estudios regionales similares en otras partes del mundo (como el proyecto sobre Estudios Regionales Integrados del Monzón de Asia). A siete años de su inicio, el LBA alcanzó la mayoría de sus objetivos científicos, en términos de nuevos conocimientos acerca de los ecosistemas y ambientes amazónicos y de los impactos de los cambios actuales, como lo demuestran las más de seiscientas publicaciones evaluadas por pares con las que se contaba a mediados de 2006. LBA ha tenido un papel decisivo en el desarrollo de capacidades científicas en la Amazonia con la capacitación de más de trescientos estudiantes de maestría y doctorado, en su mayoría provenientes de la región. Este legado de LBA a la Amazonia ya está dando frutos, como por ejemplo la creación de programas de grado y postgrado novedosos en muchas universidades amazónicas.

No obstante, el LBA fue menos eficiente cuanto a su contribución al desarrollo de un modelo para la sustentabilidad de la Amazonia. Esta deficiencia muestra que la investigación del CAG no está integrada en las bases científicas de las políticas de desarrollo. Contrariamente a las expectativas iniciales, la traducción de nuevos resultados científicos en políticas de desarrollo sustentable para la Amazonia resultaron ser un importante desafío (Lahsen y Nobre, 2007). Más allá de la construcción de capacidades, la misión de LBA fue proveer las bases científicas para resguardar los procesos ecológicos básicos. Con ese enfoque, quizá no

resulte sorprendente que su desempeño en las implicancias sociales, políticas y económicas haya sido pobre, salvo pocas excepciones. Un objetivo no cumplido de la ciencia amazónica en general fue el de sentar las bases de la ciencia de la sustentabilidad en esa área. El nuevo paradigma de desarrollo sustentable en la región debe englobar muchas más dimensiones que el conocimiento básico de los ecosistemas y el modo en que responden a los cambios. Además, este paradigma deberá considerar las tecnologías apropiadas, necesarias, pero aún no disponibles, para aprovechar la riqueza oculta en la biodiversidad de la selva.

Presentamos a continuación dos ejemplos de los resultados del LBA y sus efectos potenciales en la formulación de políticas. Uno de ellos está relacionado con el cambio climático y el otro, con el desarrollo agrícola local.

El balance de carbono en la Amazonia y el papel de la deforestación evitada en la mitigación del cambio climático

Uno de los objetivos científicos de LBA fue entender el ciclo del carbono en los ecosistemas amazónicos y el modo en que se ven afectados por la deforestación, los incendios y la fragmentación de la selva, entre otros. Una cantidad de observaciones de campo y percepción remota y el modelado del ciclo del carbono en LBA demostraron que debería darse alta prioridad a evitar la deforestación como medida práctica para reducir las emisiones de gases de invernadero por dos imperiosas razones: por un lado, la selva almacena alrededor de 30 a 40 veces más carbono que la vegetación de reemplazo y, por el otro, las selvas vírgenes pueden tener un papel importante como sumideros adicionales de carbono atmosférico. (Véase una revisión de estudios del ciclo del carbono amazónico en Ometto et al., 2005.)

La abundante evidencia científica constituyó un factor importante para ubicar este tema en la vanguardia de las discusiones acerca del cambio climático, incluyendo el apoyo a la propuesta acerca de los mecanismos de compensación para los países tropicales que reduzcan la deforestación (Santilli et al., 2005). La undécima sesión de la Conferencia de las Partes de la Convención sobre Cambio Climático (COP11) tomó finalmente la decisión de incluir la deforestación *evitada* en las discusiones como medio válido de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Según constaba en la agenda: “La CoP invitó a las Partes y a los observadores acreditados a que presentaran a la secretaría, a más tardar el 31 de marzo de 2006, sus opiniones sobre la reducción de las emisiones derivadas de la deforestación en los países en desarrollo, centrándose en las cuestiones científicas, técnicas y metodológicas pertinentes y el intercambio de información

y experiencias de interés, incluidas las políticas y los incentivos positivos". El tema se discutió con mayor detalle durante dicha reunión, cuando la delegación brasileña, encabezada por la Ministra de Medio Ambiente, Marina Silva, propuso la creación de un fondo voluntario para compensar a los países tropicales que demostraran reducciones en la deforestación. Es muy posible que en los próximos pocos años se establezca un mecanismo similar al propuesto por Santilli et al. (2005), denominado "reducciones compensadas" para incentivar a los países en desarrollo que evitan las emisiones a través de una reducción en la deforestación. La puesta en práctica de un mecanismo de este tipo dará origen a una serie de cuestiones científicas, técnicas y metodológicas, muchas de las cuales ya fueron abordadas por LBA y GEOMA. Un ejemplo es el uso de herramientas sofisticadas de percepción remota para evaluar y cuantificar los cambios en la cobertura vegetal en la Amazonia y sus implicancias en el balance del carbono.

La proyección del impacto del cambio climático futuro en la vegetación de la Amazonia pone de relieve otro resultado de LBA que es importante para las políticas de conservación de la biodiversidad, uso de la tierra, recursos hídricos y desarrollo agrícola. El cambio climático global, actuando sinérgicamente con la deforestación regional puede incrementar la frecuencia de incendios y la fragmentación de la selva, dando lugar a una tendencia a la "sabanización" de grandes áreas de la Amazonia (Oyama y Nobre, 2003; Nobre et al., 2005). Por lo tanto, las políticas públicas sobre conservación biológica, incluyendo los puntos álgidos para la conservación (corredores ecológicos, entre otros) deben tomar en cuenta la posibilidad de que ocurran cambios significativos en los biomas debidos exclusivamente al cambio climático. La pérdida de diversidad biológica de alto valor es otro ejemplo de la posibilidad de que los países en desarrollo sufran la peor parte del cambio climático, aún cuando su responsabilidad en causar el problema haya sido mínima.

Estudios de la importancia ecológica y social de la vegetación secundaria

Según Vieira et al. (2003), alrededor del cuarenta por ciento del área agrícola del estado brasileño de Pará está ocupada por vegetación de barbecho y sólo entre el ocho y el once por ciento del área rural total está ocupado por tierras de cultivo. En contraste con esta enorme extensión de áreas de barbecho y luego de un siglo de asentamientos y uso agrícola del suelo en esa área, alrededor del doce por ciento de la tierra está cubierto por selva primaria residual, la mayoría en franjas riparias. Pese a la importancia de la vegetación secundaria para los colonos, poco se sabe acerca de cómo la utilizan en sus sistemas de cultivo. Los modelos existentes sugieren que el barbecho vegetal refertiliza el suelo de forma natural y lo protege, pero el trabajo

continúa siendo abstracto y con escaso apoyo empírico en la ecología. Esta deficiencia impide la aplicación de modelos de flujo de carbono que se basan en el comportamiento humano, en el entendimiento de que el recrecimiento de vegetación captura carbono y que éste es una función de la actividad agrícola.

La vegetación secundaria es un tipo de cobertura de la tierra, a la vez que un elemento fundamental que reúne información de las ciencias ecológicas, físicas y sociales. Como tal, su estudio tiene un foco inherentemente interdisciplinario y está dirigido hacia la comprensión de la dinámica y el manejo de la vegetación antrópica de estos paisajes (Wu, 2006). Los ecólogos describen la estructura de la vegetación secundaria y su ritmo de acumulación de biomasa y miden la superficie de la sucesión y las condiciones ambientales, incluyendo aquellas de origen humano que tienen impacto en la trayectoria de sus cambios (Uhl, 1987; Vieira et al., 2003). Los científicos sociales explican porqué las personas encuentran ventajas en el manejo de los barbechos, la tala de su vegetación de recrecimiento y el abandono de los campos a los procesos naturales de recuperación de nutrientes (Moran et al., 1994).

A los fines del modelado, el LBA y otros proyectos relacionados están desarrollando un marco conceptual que toma en cuenta la integración entre disciplinas. Los resultados muestran que la regeneración de las selvas en la Amazonia brasileña constituye un importante componente del balance regional de carbono (Houghton et al., 2000; Ometto et al., 2005), que sirve también para restablecer el funcionamiento hidrológico, los hábitats de plantas y animales y la conectividad del paisaje (Vieira et al., 1996; Metzger, 2003). Aún luego de muchos años de un uso moderado de la tierra, las áreas abandonadas pueden recuperar entre el treinta y el treinta y cinco por ciento de su composición florística (en comparación con la selva primaria) y el sesenta por ciento de la biomasa luego de setenta años de sucesión (Vieira et al., 1996; Vieira et al., 2003). Esta información fue utilizada para el planeamiento público de la agricultura, especialmente en las regiones donde los pequeños agricultores tienden a aplicar el sistema de roza y quema.

La ciencia y la política pública II:

Lecciones de la red GEOMA

El objetivo principal de la red GEOMA es desarrollar modelos para proveer escenarios y evaluar la sustentabilidad en la Amazonia en distintas áreas de las ciencias naturales y humanas con el fin de hacer aportes útiles a la política pública. El requisito básico para la formulación de estos escenarios es la integración de los parámetros socioeconómicos, ambientales, demográficos y climáticos en un enfoque interdisciplinario

sólido que ayude a definir las líneas de investigación de la red. Dividido en áreas temáticas, cada componente debe formular interrogantes específicos y brindar soluciones que sean aplicables al desarrollo y/o a las cuestiones ambientales. La mayoría de los temas de investigación están basados en aspectos pertinentes a la política pública brasileña.

Las principales áreas de interés de la red GEOMA son las siguientes:

- analizar la relación entre el cambio en el uso y cobertura de la tierra y los sistemas productivos, considerando la agricultura, la ganadería, la estructura del sistema agrario y las condiciones de calidad de vida del sector productivo
- desarrollar modelos para crear áreas protegidas para la conservación biológica en la Amazonia
- desarrollar, probar e integrar modelos para los ecosistemas acuáticos
- investigar y modelar la demografía en la Amazonia, especialmente el componente de la movilidad socioespacial de la población humana
- estudiar la economía regional utilizando modelos logísticos y de desarrollo regional
- crear una base de datos robusta
- desarrollar modelos integrados en múltiples escalas que incluyan distintas dimensiones de la sustentabilidad en la Amazonia, como la dinámica humana, la biodiversidad, el cambio en el uso y cobertura de la tierra y los parámetros climáticos e hidrológicos.

A pesar de su reciente concepción, la agenda científica de GEOMA fue rápidamente aceptada y comprendida por los tomadores de decisiones y los responsables de la formulación de políticas del gobierno federal de Brasil. La agenda científica está elaborada de forma consistente con cuestiones sociales y ambientales críticas, generando proyectos de resolución de problemas a corto plazo formulados para transmitir rápidamente la información a los tomadores de decisiones. Los informes técnicos difundieron esta estrategia entre los políticos y las oficinas gubernamentales. Se estableció así un diálogo exitoso con los responsables de políticas, quienes fueron informados acerca de la capacidad de GEOMA para desarrollar estudios exhaustivos, monitorear la cobertura de la tierra y el cambio en su uso en la Amazonia. Algunos temas, particularmente dedicados a la solución a corto plazo de cuestiones sociales y de conversión de la tierra, resultaron muy atractivos para los sectores públicos con incumbencia en problemáticas ambientales. La red forma parte de un plan federal y del programa interministerial responsable de reducir la deforestación y minimizar sus

impactos ambientales y sociales en la región de la Amazonia. GEOMA se comprometió oficialmente a presentar modelos a los tomadores de decisiones y publicar trabajos científicos interdisciplinarios en un marco multi-institucional, en el marco del plan de acción para controlar y prevenir el avance de la erosión de las selvas primarias.

Los resultados preliminares son ejemplo de dicha interacción. Los científicos de GEOMA evaluaron la ubicación y creación de áreas protegidas en la selva primaria como análisis de la efectividad del plan oficial brasileño de conservación, ARPA (Programa de Áreas Protegidas da Amazônia). En este caso, el modelado permitió identificar ecorregiones cruciales cuya protección no había sido considerada previamente. Estas áreas albergan comunidades naturales y entidades biológicas únicas que constituyen importantes reservorios de biodiversidad.

Además, una exploración detallada de los principales impulsores que están provocando la extensa conversión de la selva en el sudeste de la Amazonia, en especial los relacionados con las actividades agrícolas, ganaderas e ilegales, dio lugar a un interesante inventario de la deforestación en dicha área (Câmara et al., 2005; Escada et al., 2005). Este enfoque dirigido a la solución de problemas ofrece información fundamental a los encargados del planeamiento de infraestructura de la región.

Consideraciones finales

Uno de los aportes de la comunidad científica a la agenda del cambio global es la puesta en marcha de investigaciones de largo plazo, que combinan información y conocimientos relacionados con el concepto de *territorios sustentables*. Según la definición de Vieira et al. (2005) se trata de “mosaicos de segmentos de uso de la tierra complementarios en un territorio específico, manejados según un plan integrado que permite conservar la biodiversidad y mantener la dinámica de los procesos ecológicos para posibilitar el desarrollo socioeconómico”. Un requisito previo es contar con una *unidad territorial de análisis*, es decir, una superficie que no puede ser menor que un municipio o una cuenca hidrográfica. Diferentes componentes de la sociedad local (distintos niveles de gobierno, organizaciones sociales e instituciones científicas) deben participar en el establecimiento de los objetivos. El acceso a la información y su evaluación es más rápido cuando los datos que se obtienen, organizan e integran son confiables. La difusión de los resultados mediante programas de extensión y educación es un elemento prioritario, así como lo es la participación de instituciones locales para lograr un compromiso a largo plazo por parte de las organizaciones públicas. Esta estrategia fortalecerá

el sistema científico regional. Los estudios piloto son otra buena opción para obtener resultados comparables en la región de forma más inmediata.

Como ejemplo de este enfoque, puede citarse el estudio sobre la producción y conservación de alimentos. En general, se reconoce que hay al menos tres escalas en la investigación de la seguridad alimentaria. La escala macro describe la medida en que la producción de alimentos acompaña el ritmo de crecimiento de la población para asegurar el abastecimiento. La mediana escala se ocupa del acceso franco a los alimentos y su disponibilidad. La escala micro reconoce que la seguridad alimentaria tiene relación directa con necesidades y derechos humanos fundamentales. Se considera que el empleo y la capacidad de adaptación a las presiones ambientales y socioeconómicas son condiciones previas de la seguridad alimentaria.

En la región amazónica existe la necesidad de integrar la seguridad alimentaria (con foco en la agricultura y la conservación de la tierra) a los estudios socioeconómicos y de cambio global, lo que traería aparejada una transformación social en todas las escalas. En los estados de Amapá y Amazonas la conservación es muy importante y las vulnerabilidades, muy diferenciadas. El ochenta por ciento de las aves de corral, carne y harina de mandioca que se consumen en ambos estados provienen del estado de Pará, donde ya se alcanzó el tope del veinte por ciento de deforestación legalmente permitida. Para conservar regiones específicas de la Amazonia es necesario organizar redes de producción de alimentos para las comunidades de la región, tomando en cuenta el crecimiento de la población y sus necesidades básicas y reorganizando las áreas de producción de alimentos con tecnologías optimizadas en las regiones que ya fueron alteradas.

Si bien en algunos casos las soluciones pueden hallarse en la tecnología, los problemas se derivan de estructuras económicas nacionales y globales que perpetúan la pobreza, la ignorancia y los enfoques extractivos no sustentables y con escasa visión de futuro en relación con el manejo de los recursos naturales. Para comprender verdaderamente la degradación ambiental de la Amazonia, hay que conocer las conexiones entre la sustentabilidad y las estructuras globales y regionales de poder e inequidad, incluyendo el impacto del capitalismo y la globalización liberal de las prácticas, estándares y políticas ambientales. Los proyectos LBA y GEOMA y sus redes asociadas mostraron en los últimos años que los científicos pueden comunicarse y contribuir a mejorar las políticas relacionadas con el cambio ambiental y climático.

Referencias

Baar, R., M. R. Cordeiro, M. Denich, and H. Folster. 2004. Floristic inventory of secondary vegetation in agricultural systems of East-Amazonia. *Biodiversity and Conservation* 13:201–528.

- Becker, B. K. 2005. *Amazônia. Geopolítica na virada do III milênio*. Rio de Janeiro: Garamond. (168 pp.)
- Bermingham, E., C. W. Dick, and C. Moritz. 2005. *Tropical rainforests: Past, present, and future*. Chicago: University of Chicago Press. (745 pp.)
- Câmara, G., A. P. D. Aguiar, M. I. S. Escada, S. Amaral, T. Carneiro, A. M. Monteiro, R. A. Santos, Jr., I. C. G. Vieira, and B. Becker. 2005. Amazonian deforestation model. *Science* 307:1043–4
- Dirzo, R. 2001. Tropical forests. In: Chapin, F. S., O. E. Sala, E. Huber-Sannwald, eds. *Global biodiversity in a changing environment: Scenarios for the 21st century*. Springer. (Ecological Studies Series, vol. 152, pp. 251–76)
- Escada, M. I. S., I. C. G. Vieira, S. Amaral, R. A. Santos, Jr., J. B. Veiga, A. P. D. Aguiar, I. Veiga, M. Oliveira, J. Gaviña, A. Carneiro Filho, F. Fearnside, A. Venturieri, F. Carrielo, M. Thales, T. S. Carneiro, A. M. Monteiro, y G. Câmara. 2005. Padrões e Processos de Ocupação nas Novas Fronteiras da Amazônia: Apropriação Fundiária e Uso da Terra no Xingu/Iriri. *Estudos Avançados* 54:9–23.
- Fearnside, P. M. 2003. A floresta amazônica nas mudanças globais. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. (134 pp.)
- Houghton, R. A., D. L. Skole, C. A. Nobre, J. L. Hackler, K. T. Lawrence, and W. H. Chomentowski. 2000. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. *Nature* 403(6767):301–4.
- Lahsen, M. and C. A. Nobre. 2007. Challenges of connecting international science and local level sustainability efforts: The case of the LBA. *Environmental Science & Policy* 10 (2007): 62–74.
- Lewis, S. L., O. L. Phillips, T. R. Baker, J. Lloyd, Y. Mahli, S. Almeida, N. Higuchi, W. F. Laurance, D. A. Neill, J. N. M. Silva, J. Terborgh, A. T. Lazama, R. V. Martinez, S. Brown, J. Chave, C. Kuebler, P. N. Vargas, and B. Vincetti. 2004. Concerted changes in tropical forest structure and dynamic evidence from 50 South American plots. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Biological Sciences* 359:421–36.
- Metzger, J. P. 2003 Effects of slash-and-burn fallow periods on landscape structure. *Environmental Conservation* 30:325–33.
- Moran, E.F., E. Brondizio, P. Mause, and Y. Wu. 1994. Integrating Amazonian vegetation, land-use and satellite data. *Bioscience* 44:329–38.
- Nepstad, D. C., P. Moutinho, and D. Markewitz. 2001. The recovery of biomass, nutrient stocks, and deep-soil functions in secondary forests. In McClain, M. E., R. L. Victoria, and J. E. Richey, eds. *Biogeochemistry of the Amazon Basin*. New York: Oxford University Press. (pp. 139–155)
- Nobre, C. A., y A. D. Nobre. 2002. O balanço de carbono da Amazônia brasileira. *Estudos Avançados* 45:81–90.
- Nobre, C. A., E. D. Assad, and M. D. Oyama. 2005. O Impacto do Aquecimento Global nos Ecossistemas da Amazônia e na Agricultura. *Scientific American Brasil* 5:70–5.
- Ometto, J. P. H. B., A. D. Nobre, H. R. Rocha da, P. Artaxo, and L. A. Martinelli. 2005. Amazonia and the modern carbon cycle: Lessons learned. *Oecologia* DOI:10.1007/s00442-005-0034-3.
- Oyama, M. D., and C. A. Nobre. 2003. A new climate-vegetation equilibrium state for tropical South America. *Geophysical Research Letters* 30(23):2199.
- PNUMA, 2002. *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial 2002 GEO-3*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA. (446 pp.)
- Santilli, M., P. Moutinho, S. Schwartzman, D. Nepstad, C. A. Nobre, L. Curran. 2005. Tropical deforestation and the Kyoto Protocol. *Climatic Change* 71:267–76.
- Uhl, C. 1987. Factors controlling succession following slash and burn agriculture in Amazonia. *Journal of Ecology* 75:377–407.
- Vieira, I. C. G., A. Almeida, E. Davidson, T. Stone, C. R. Carvalho, and J. B. Guerrero. 2003. Classifying successional forests using Landsat spectral properties and ecological characteristics in eastern Amazônia. *Remote Sensing of Environment* 87(4):470–81.
- Vieira, I. C. G., R. Salomão, N. Rosa, D. Nepstad, y J. Roma. 1996. Renascimento da floresta no rastro da agricultura. *Ciência Hoje* 20:38–45.
- Vieira, I. C. G., J. M. C. Silva, y P. M. Toledo. 2005. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. *Estudos Avançados* 54:153–64.
- Wright, S. J. 2005. Tropical forests in a changing environment. *Trends in Ecology and Evolution* 20(10):553–60.
- Wu, J. 2006. Landscape ecology, cross-disciplinary, and sustainability science. *Landscape Ecology* 21:1–4.

I2

Estudio de la variabilidad climática presente, pasada y futura en las Américas a partir de medio ambientes arbolados

Brian H. Luckman

El IAI brindó una oportunidad única para desarrollar un proyecto integrado, interdisciplinario e internacional con el fin de estudiar la variabilidad climática en una transecta a lo largo de las Américas. Los objetivos principales del CRN sobre “estudio de la variabilidad climática presente, pasada y futura en las Américas a partir de medio ambientes arbolados” fueron los siguientes:

- Generar una red de cronologías de anillos de árboles de especies sensibles al clima en la cordillera de occidental de América.
- Utilizar estos datos para reconstruir y comparar la variabilidad climática regional a lo largo de una transecta desde Alaska hasta Tierra del Fuego.
- Definir los modos característicos de dicha variabilidad en escalas interanuales, decádicas y mayores.
- Acelerar el desarrollo y aplicación de la dendrocronología en especies de las montañas tropicales de las Américas, como medio para abordar cuestiones de la variabilidad climática y el cambio global.

- Fortalecer y ampliar la cooperación y la capacitación en dendrocronología y ciencias paleoambientales en América Latina.

Los dieciocho científicos que participaron en el CRN provenían de trece instituciones de Argentina, Bolivia, Canadá, Chile, Estados Unidos, México y Perú. Entre ellos había investigadores de diez universidades, tres agencias gubernamentales y un laboratorio de investigación, que en conjunto están asociados con doce laboratorios dendrocronológicos de diferente envergadura, tres de los cuales fueron creados por el proyecto. Si bien el CRN hacía foco en la dendrocronología, los Co-PIs tenían distinta formación académica, con títulos en ingeniería agrícola, antropología, arqueología, botánica, climatología, ciencias de la tierra, ecología, ingeniería forestal, geografía, geomorfología, hidrología, física y manejo de cuencas hídricas, dando así al CRN un carácter verdaderamente interdisciplinario.

Principales logros científicos

Durante el proyecto CRN, se recolectaron más de 300 nuevas cronologías de anillos de árboles a lo largo de la cordillera en sitios ubicados entre los 66°56'N (*Picea glauca*, Yukón) y los 55°50'S (*Nothofagus pumilio*, Cabo de Hornos). Las alturas variaron desde 4.670 m (*Polylepis tarapacana*, Soniquera, Bolivia) hasta el nivel del mar en el sur de Chile (*Pilgerodendron uviferum*). Entre las recolecciones hubo seis importantes redes de una sola especie y cronologías de ocho especies nuevas para la dendrocronología. Aunque la mayor parte de las cronologías tienen entre 200 y 400 años, entre las muestras hay una de *Fitzroya cupressoides* de 5.666 años de antigüedad tomada en el sur de Chile, cronologías nuevas de varios milenios de Canadá, Estados Unidos, México, Chile y Argentina; así como un registro de 700 años sensible a la precipitación tomado de *Polylepis tarapacana* en el Altiplano boliviano. Se desarrollaron nuevas reconstrucciones de temperatura y precipitación a lo largo de la transecta. Entre las más notables se cuentan las reconstrucciones de 300 años de temperatura del norte y sur de la Patagonia; un registro de temperaturas estivales a escala milenaria de las Rocallosas canadienses; otro de *Austrocedrus chilensis*, sensible a El Niño, de 1.800 años en Argentina y una reconstrucción de 600 años de la precipitación en México. Las reconstrucciones de sequías y precipitación en Canadá, Estados Unidos, México, Chile, Argentina, y potencialmente Bolivia, sumadas a reconstrucciones nuevas de caudales en Canadá y las primeras de Chile y México, ofrecen importantes perspectivas de largo plazo sobre la disponibilidad de recursos hídricos. La investigación en Canadá, Chile y Argentina expandió

la aplicación de los anillos de árboles hacia el estudio de las fluctuaciones glaciarias del pasado, lo que incluye la reconstrucción de los cambios en el balance de su masa. La “brecha tropical” en las cronologías de altura se redujo al área ubicada entre 19°N y 16°S donde se generaron las primeras cronologías breves en las tierras bajas de Ecuador y Perú entre los 2°S y los 7°S. En México, Perú, Ecuador y Bolivia se identificaron nuevas especies tropicales con anillos anuales que permitirán la determinación de la edad de los árboles y podrán aprovecharse para estudiar la dinámica forestal y la historia del uso de la tierra (Roig et al., 2005; Rodríguez et al., 2005).

La creación de redes de cronologías permitió importantes reconstrucciones de El Niño, el Monzón mexicano y otros patrones de circulación atmosférica. El análisis de las relaciones climáticas de gran escala muestra fuertes conexiones entre la variabilidad de la temperatura en las costas de Alaska y Patagonia (con mediación de los trópicos). También pueden verse relaciones significativas entre las reconstrucciones de las temperaturas superficiales del mar de los últimos 300 años en el Pacífico Central y los patrones de precipitación /sequía en el sudoeste de Estados Unidos y México, el Altiplano boliviano y el centro de Chile. Estos resultados muestran que el sistema tuvo cambios importantes antes de 1850 (Villalba et al., de próxima aparición). Los resultados de este trabajo se difundieron recientemente en varios libros, monografías y más de ciento treinta trabajos científicos en publicaciones arbitradas y capítulos de libros. También se los presentó en varios cientos de conferencias y talleres. Al comienzo del proyecto, contribuimos con *Dendrocronología en América Latina* (Roig, 2000), una reseña del trabajo realizado previamente en América del Sur con una revisión sistemática de las principales técnicas y aplicaciones de esta ciencia en español.

Utilidad para la política

La variabilidad climática es un parámetro fundamental del cambio global que afecta a todos los sistemas naturales, humanos y económicos. Los patrones climáticos naturales varían en todas las escalas espaciales y temporales y los cambios antrópicos futuros se superpondrán a esta variabilidad natural, además de ser fuertemente influenciados por ella. Para evaluar todo el espectro de la variabilidad climática, se necesitan series largas de datos climáticos proxy con resolución anual. Los anillos de árboles y las reconstrucciones climáticas que de ellos se derivan son la fuente más utilizada y confiable de tales datos. La comprensión y documentación de la variabilidad climática son componentes clave de importantes programas internacionales como *Cambios Globales del Pasado* (PAGES), *Variabilidad y Predictibilidad del Clima* (CLIVAR) y el *Programa Mundial de Investigaciones Climáticas* (WCRP) ya que brindan información pertinente a los tomadores

de decisiones para un mejor uso del agua y otros recursos naturales. Nuestro papel consiste en la provisión y análisis de datos a través de medios académicos convencionales que apuntan a la comunidad científica global y regional en la que estos datos pueden integrarse, por ejemplo, en estudios del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), la Organización Meteorológica Mundial (OMM), o agencias nacionales y regionales. La retribución es a largo plazo y por lo tanto difícil de estimar en términos de sus impactos inmediatos en la comunidad de usuarios, que podrá aprovechar estos resultados en las próximas décadas.

Hemos iniciado también estudios aplicados relacionados con la ingeniería forestal en varias regiones. Éstos están vinculados con la historia de los incendios, la conservación de los ecosistemas, el manejo de las reservas naturales y los rendimientos de biomasa en matorrales semiáridos. Estudios innovadores dieron origen a una cantidad cada vez mayor de trabajos acerca de las conexiones entre el clima, las enfermedades, las hambrunas, el rendimiento de los cultivos y la agitación social en México y la Argentina del siglo XIX. Nuestros resultados tuvieron efectos para la política en los niveles regionales, nacionales y locales cuando las agencias gubernamentales, ONGs, empresas privadas e investigadores científicos los aplicaron. En gran medida, fueron los Co-PIs del proyecto los que llevaron a cabo esta actividad en sus respectivos países, desarrollando una red creciente de contactos.

Salvando la brecha entre las ciencias naturales y sociales

Si bien desde el comienzo se reconoció la necesidad de desarrollar el aspecto de “las aplicaciones”, la red de investigación había sido concebida como un proyecto “basado en las ciencias naturales” y no se intentó explícitamente incluir a científicos sociales como investigadores. Más de un tercio de los Co-PIs tenía alguna vinculación con la Geografía, por lo que había en el CRN una familiaridad con las disciplinas de las ciencias sociales y alguna experiencia en ellas. Además, las ciencias paleoambientales tienden a ser holísticas e interdisciplinarias antes que reduccionistas y experimentales (“ciencias de Clase B”, según la Universidad de Harvard; Gould, 1989) y a menudo se ocupan de estudios de caso y situaciones únicas, como las halladas comúnmente en la historia de las ciencias de la Tierra y la vida. Más que otras disciplinas científicas, las ciencias ecológicas, hidrológicas y forestales tienen aspectos de aplicaciones que incluyen la integración e interacción con científicos sociales y gerentes de investigación. En consecuencia, si bien la Dendrocronología y la investigación del cambio climático proveen un lenguaje y conceptos comunes al grupo, hubo también aportes de otras formaciones, lo que facilitó la comunicación interdisciplinaria.

Muchos científicos naturales y sociales tienen visiones estereotipadas de las otras ciencias. Uno de los principales problemas es su negativa a iniciar una cooperación con una mentalidad abierta. Las disciplinas se encierran en un lenguaje codificado (términos técnicos, ecuaciones, conceptos) que desconcierta a los de afuera. Las palabras clave y los conceptos tienen diferentes significados para las distintas disciplinas (esto es doblemente difícil al agregar un segundo idioma, donde las palabras “normales” tienen, para una disciplina, significados que no se encuentran en un diccionario común). La investigación interdisciplinaria debe derribar estas barreras y trabajar en la creación de un lenguaje común (o al menos aceptarlo). Cada disciplina enseña a abordar de un modo determinado las cuestiones propias de ella, y tiene estándares, protocolos y modos de llevar a cabo la investigación. Los extremos más alejados de este continuo son las diferencias entre las ciencias naturales y sociales, aunque estas diferencias también se encuentran dentro de una ciencia y aun en una misma disciplina. La clave consiste en aceptar, evaluar y respetar todos los enfoques de un problema, evitando la hegemonía disciplinaria en pro de la comunicación.

Un Co-PI de este proyecto dio un ejemplo sobre el problema: “Escogí una palabra porque es específica de mi disciplina y los que están en ella la entienden. Quizá no fue una buena idea porque ustedes (es decir, los de otras disciplinas) no tienen esta formación. Tal vez sea mejor trabajar con datos (y términos) que todos puedan entender, pero esto no sería útil (o aceptable) para mis colegas”. Similarmente, al hablar de las implicancias de un estudio histórico, dijo: “Nosotros (los historiadores) nunca hablamos sobre implicancias para el futuro. Mis profesores siempre remarcaron que no debía hablar sobre lo que se hará, sino sobre lo que ha ocurrido y yo prefiero hablar sobre lo que sé”. Estos dos comentarios muestran las presiones que enfrentan los investigadores jóvenes al intentar apartarse de las convenciones disciplinarias y comunicar los resultados de su investigación a un público interdisciplinario más amplio, otros investigadores e incluso la sociedad.

Estas dificultades se ven agravadas por la necesidad que tienen los científicos jóvenes de publicar en “revistas que cuentan” (revistas ISI), que suelen dedicarse a disciplinas individuales. Muchas disciplinas tienen sus propios conjuntos de reglas respecto de lo que son publicaciones (y revistas) aceptables y son un tanto intolerantes a otros enfoques. Este síndrome de “es como digo o no es nada” es a menudo contraproducente. Los trabajos científicos que buscan combinar los enfoques de las ciencias sociales y físicas pueden toparse con estos problemas en la etapa de publicación y ser rechazados por los revisores “de las revistas que cuentan en el campo del autor” porque difieren de los modelos aceptados. Como estas primeras publicaciones constituyen muchas veces los bloques fundamentales sobre los que se construyen las carreras académicas,

los profesionales jóvenes podrían optar por ubicar sus trabajos en revistas reconocidas por sus pares en la disciplina antes que ser coautores de trabajos que estén fuera de ese campo. Si bien trabajar con colegas con diferentes formaciones puede (y lo hace) generar una sinergia emocionante, puede también resultar frustrante cuando se levantan las barreras de las disciplinas. La crítica destructiva lanzada desde una torre de marfil hacia la otra no ayuda a construir puentes entre ellas. Existe una necesidad de respeto y confianza mutuos. La reacción ante otras disciplinas debería basarse en observar lo que éstas aportan y no en estereotipos derivados de otras fuentes que establecen límites artificiales alrededor de las áreas temáticas.

Difusión del proyecto: ¿quiénes fueron nuestros *stakeholders* y cómo logramos su participación?

En este proyecto, reconocimos tres grupos de *stakeholders* (científicos, profesionales y estudiantes). El grupo principal resultó ser el de la comunidad de científicos paleoambientalistas, del cambio climático y otros investigadores que estudian el cambio y modelado del clima y sus impactos. Hemos brindado datos, reconstrucciones y otros tipos de información que pueden integrarse en estudios locales, regionales y globales además del modelado. Estos fueron comunicados a través de los canales científicos habituales (trabajos científicos, presentaciones en conferencias, comunicaciones personales y el archivo de datos en bases de libre (y fácil) acceso a los científicos de todo el mundo, como las bases de datos paleoambientales de la Administración Oceánica y Atmosférica Nacional (NOAA)). Por ejemplo, uno de los intentos más recientes de reconstruir los registros de temperaturas del Hemisferio Norte en el último milenio incluyen datos desarrollados por nosotros. De un modo similar, se incluyó información obtenida por el CRN en un nuevo conjunto de datos en grilla sobre la severidad de las sequías en Canadá, Estados Unidos y México, sentando así las bases de numerosos y significativos estudios futuros de las sequías en escala continental (Cook et al., 2004). Los datos tienen también gran importancia en los niveles locales y regionales para las reconstrucciones de frecuencias de precipitación y sequías que, mediante reconstrucciones de caudales, brindan información valiosa para el planeamiento del manejo del agua a largo plazo. Al presentar esta información a los gerentes de recursos hídricos e ingenieros en distintos talleres en México y Estados Unidos surgió una demanda de estos datos para su uso en este sentido y la evaluación de riesgos en el futuro. Estudios de largo plazo de la variabilidad hidroclimática son fundamentales para el desarrollo de estrategias sólidas para el manejo del agua en una me-

galópolis inmensa como es la ciudad de México, donde veinte millones de personas requieren una provisión de agua de más de sesenta y cinco metros cúbicos por segundo.

En un segundo nivel, identificamos proyectos locales o regionales que aplicaban los anillos de árboles para abordar problemas específicos, satisfacían la necesidad de datos significativos y brindaban conocimiento y dirección hacia políticas y prácticas a futuro en diferentes áreas (Luckman, 2005). Estas iniciativas fueron emprendidas por PIs o grupos de investigación pequeños. Los resultados se comunicaron al sector de usuarios a través de informes, reuniones científicas y talleres en los que participaron guardias forestales locales, gerentes de recursos, científicos del gobierno, agricultores y otros. Los estudios de bosques semiáridos de *Prosopis* en el Monte argentino brindaron información sobre el ritmo de crecimiento, la producción de madera y los rendimientos sustentables que son fundamentales en el manejo de este recurso para la obtención de carbón, madera y otras formas de producción (incluso, potencialmente, la captura de carbono). Estudios similares sobre la productividad de madera en los bosques de mesquite del desierto de Chihuahua (México) aportaron datos fundamentales para el manejo sustentable de este ecosistema; la publicación resultante (Villanueva-Díaz et al., 2004) tuvo una amplia difusión entre las agencias encargadas del manejo y conservación de los bosques. El CRN participó en un taller sobre los incendios y los ecosistemas forestales de Chile (financiado principalmente por CONAF, la Corporación Forestal de Chile), al que asistieron investigadores universitarios y guardias forestales que aportaron la base científica para el diseño de políticas y planes de acción relacionados con los incendios en los bosques nativos. Además, en julio de 2003, los Co-PIs de Chile fueron anfitriones de una “reunión científica nacional” sobre bosques nativos. Las conclusiones y recomendaciones de allí surgidas se presentaron ante la Comisión de Agricultura del Senado de Chile y al Secretario General del Presidente de ese país y se publicaron después en un libro de amplia difusión (Lara et al., 2003). Los autores creen que estas recomendaciones tendrán un importante impacto en la toma de decisiones la política y legislación relacionadas con los bosques nativos de su país.

El trabajo relacionado con el clima también dio origen a estudios de caso sobre impactos significativos de la variabilidad climática en poblaciones humanas del pasado, particularmente en cuanto a las sequías, hambrunas, brotes de enfermedades y variaciones en el rendimiento de los cultivos en México (Acuña-Soto et al., 2002; Therrell et al., 2006). De manera similar, la investigación de las poblaciones de árboles en los bosques contribuyó al manejo de las reservas naturales y fue utilizada por las ONGs para promover la conservación de ecosistemas frágiles.

A través de cada laboratorio, la red de investigación capacitó en dendrocronología a otras redes. Cuando en el año 2002 el huracán Isidoro derribó innumerables árboles en Yucatán, México, los investigadores del CRN que trabajaban en esa región iniciaron un proyecto conjunto de rescate dendrocronológico. El resultado fue una importante monografía de referencia, actualmente en prensa en la Universidad Autónoma Yucatán, que describe las características de muchas especies nuevas para la dendrocronología, algunas de las cuales resultarán útiles en estudios de la dinámica forestal y la historia del uso de la tierra por brindar simplemente la capacidad de fechar los árboles de arboledas y jardines. Estudios similares, en Bolivia y Perú, por ejemplo, proveen datos sobre otras especies tropicales “nuevas” que tienen un potencial parecido.

La clave del éxito identificada aquí, consiste en trabajar local y regionalmente, de forma que el investigador o su grupo puedan establecer contactos y relaciones de cooperación con los responsables de políticas que perduren una vez agotados los fondos iniciales. Los talleres, *open houses* y reuniones pequeñas demuestran la utilidad de las técnicas en el escenario local. Es necesario saber cómo funcionan los sistemas en la escala local. El hecho de que algunos Co-PIs tengan cargos importantes en agencias gubernamentales puede ayudar a que se adopten y apliquen estos trabajos y a dar forma a la demanda institucional de investigaciones.

Desarrollo de capacidades

El tercer grupo de *stakeholders* que identificamos estuvo conformado por estudiantes e investigadores junior. Un objetivo subyacente a las actividades del proyecto fue la promoción de nuestra investigación y su utilidad en estudios del cambio global. Además de la publicidad y difusión de los resultados, es importante contratar y capacitar a nuevos profesionales en este campo. Los estudios de doctorado en el extranjero (especialmente en América del Norte) resultan prohibitivos para un presupuesto limitado además de no ofrecer garantías de éxito o de que el estudiante regrese a su país de origen. Por lo tanto nos concentramos en la capacitación *in situ*, realizando cursos breves (5 a 10 días) para veinte o treinta estudiantes de muchas instituciones y disciplinas acerca de las herramientas básicas de la dendrocronología o haciéndolos participar en estudios de cambio climático en su región. Consideramos que el dinero fue bien invertido si al menos el 10 o 20 por ciento de ellos continúa sus estudios. Financiamos también visitas de investigación y capacitación en el extranjero para que los científicos junior establecieran contactos y trabajaran en red, además de ofrecer salarios y becas para la participación de estudiantes en proyectos de investigación activos con Co-PIs experi-

mentados. En nuestra experiencia, esta es la mejor manera de atraer a jóvenes brillantes hacia la investigación en todos los campos, ya que ellos se dedicarán a la enseñanza, ocuparán cargos en instituciones académicas, gubernamentales, ONGs e incluso el sector privado con una serie de habilidades y herramientas fundamentales para abordar cuestiones críticas del cambio global. Tendrán la capacidad de aportar información para tomar mejores decisiones acerca del manejo del agua o los bosques y el cambio en el uso de la tierra. En el transcurso del CRN, apoyamos la participación de más de ciento cinco estudiantes y veinticinco investigadores senior de once países miembro del IAI en cuatro semanas de capacitación en el campo, y una cantidad similar o mayor participó en cursos breves o actividades de campo en Chile, Bolivia y Argentina. Preparamos un video de 20 minutos sobre una de estas semanas de campo, doblado al inglés y al español, que resultó ser una excelente herramienta de promoción para los programas de investigación y el IAI y que también fue utilizado por la Fundación Nacional de Ciencias de Estados Unidos. Nuestros colegas mexicanos hicieron otro video breve sobre anillos de árboles para alumnos de la escuela primaria.

Uno de los objetivos principales del proyecto fue el de expandir la disponibilidad y uso de las instalaciones en América Latina. En octubre de 2000, se crearon nuevos laboratorios en Durango (México) y La Paz (Bolivia) y, con fondos adicionales del IAI, en Piura (Perú), en enero de 2001. Estos fueron los primeros laboratorios de anillos de árboles de Perú y Bolivia y el primer laboratorio de dendroclima de México. El laboratorio de Durango fue recientemente reconocido como la Institución Nacional de Dendrocronología de México. En cada una de estas nuevas instalaciones se contrató personal con fondos del IAI; los laboratorios más antiguos del CRN capacitaron a los nuevos trabajadores. Los laboratorios recientemente creados desarrollaron proyectos cooperativos con científicos de sus países y organizaron talleres, sesiones de capacitación y actividades de educación y difusión. Usando un modelo similar, en 2004, se creó el cuarto laboratorio en Porto Alegre, Brasil. Durante el proyecto, el laboratorio de Mendoza en Argentina se expandió y consolidó como el principal laboratorio de anillos de árboles del Hemisferio Sur. Capacitó a una cantidad importante de científicos latinoamericanos, tanto en sus instalaciones como en otras instituciones de Argentina y otros países. Los otros laboratorios de Chile y Canadá que participaron en el proyecto elevaron sus perfiles nacionales, intensificaron los contactos internacionales y las actividades de investigación a través de la cooperación en el marco del CRN.

Comentarios adicionales

Resulta difícil cuantificar el impacto de nuestro trabajo de investigación. La forma simple y convencional de medir los resultados a corto plazo no puede aplicarse para plazos mayores, por ejemplo, la estimación del impacto del desarrollo de datos y bases de datos, la capacitación de estudiantes o la educación del público en todos los niveles. Sería poco realista, por ejemplo, evaluar un CRN por la cantidad de páginas producidas por Co-PI o por dólar invertido. Una discusión de este y otros temas relacionados puede hallarse en Masseli et al. (2004). Los resultados de nuestra actividad continuarán proveyendo la información científica y la mano de obra sobre la que se apoyarán las nuevas investigaciones y continuará aportando información pertinente a los tomadores de decisiones. Sabemos que el trabajo de un investigador no acaba cuando se “saca” la información para que otros la usen, pero existen compromisos que limitan en gran medida el tiempo que se dedica a esta tarea de difusión. Desde el punto de vista de un científico de carrera, y pese a que se diga lo contrario, la enseñanza y la comunicación reportan escaso mérito académico. Sin embargo, tenemos información de importancia para comunicar y necesitamos aprender a publicitarla o conseguir apoyo para que alguien lo haga. Es posible que los proyectos de investigación de magnitud necesiten un publicista que tome el conocimiento adquirido y lo ubique en el ojo del público; algunos investigadores tienen esta habilidad y otros necesitan ayuda. Otra función crítica es la propia gerencia del proyecto. En nuestra red, casi todos los recursos fueron destinados a la ciencia, el trabajo en red y la capacitación, dando poca atención a los costos y esfuerzos de su administración. Sin embargo, manejar la contabilidad de un proyecto de varios años de duración en diversas instituciones de cinco o seis países con diferentes monedas y climas económicos y pautas rígidas para la preparación de informes, no es una tarea que pueda emprenderse a la ligera y puede requerir de una ayuda dedicada.

Desafíos para el futuro

La pertinencia política se vio fortalecida mediante el trabajo en red tanto en difusión como en desarrollo de capacidades, pero esto tiene un costo transaccional considerable. El experimento CRN expandió los horizontes científicos, la red de contactos y los focos de investigación de los participantes en todos los niveles, desde los Co-PIs a los asistentes de investigación no graduados de unos trece países del IAI. La investigación cooperativa entre disciplinas, instituciones y países ofrece perspectivas que llevan a una mayor

comprensión y apreciación de las diferencias en los enfoques de la investigación científica en distintos medios y circunstancias. Citando a un investigador: “Mi participación en este proyecto del IAI resultó una oportunidad única y me permitió interactuar con personas altamente calificadas que trabajan en distintos países, pero concentrándose en temas comunes”. Gracias al CRN, estudiantes y científicos jóvenes pudieron participar en intercambios, capacitación y desarrollarse académicamente, actividades que no hubieran podido realizar de otro modo. Esto dio lugar a la formación de nuevos científicos en América Latina. Varios Co-PIs coincidieron en que una ventaja fundamental es que el financiamiento por un período más extenso permitió realizar programas de investigación más completos y ambiciosos. Algunos de los equipos de investigadores que participaron nunca habían tenido financiamiento externo y otros nunca habían sido parte de proyectos de más de dos años de duración.

En ocasiones, el desarrollo de nuestro CRN se vio dificultado por las demoras y el aumento continuo de las exigencias administrativas causadas por la expansión del esfuerzo internacional del IAI. Sin embargo, esto era de esperarse en un emprendimiento de tal magnitud y los beneficios compensan con creces las molestias. La iniciativa del CRN fundó una nueva infraestructura que dio origen a una ciencia innovadora, interdisciplinaria e internacional que llevó a importantes desarrollos en la ciencia paleoambiental y del cambio global en las Américas. Todos los Co-PIs concordarían en que su continuación es fundamental para el avance efectivo de la ciencia del CAG en las Américas y participarían con gusto en futuros proyectos. Esta es a la vez una de las grandes fortalezas y uno de los potenciales problemas que enfrenta ahora el IAI. Habiendo construido con éxito equipos y redes, ¿cómo puede mantener el impulso y seguir desarrollando nuevos proyectos si cuenta con oportunidades de financiamiento limitadas? ¿Cómo puede (o debería) hacer que sus pichones salgan de su nido para convertirse en “adultos” exitosos, maduros e independientes en el mundo real (y muy distinto) de los escasos fondos nacionales e internacionales que se destinan a la investigación y puedan generar nuevos proyectos? Sería útil monitorear esta evolución durante los próximos cinco años y evaluar así el impacto del CRN en la ciencia del cambio global en las Américas.

Referencias

- Acuña-Soto, R., D. W. Stahle, M. K. Cleaveland, and M. D. Therrell. 2002. Megadrought and megadeath in 16th century Mexico. *Emerging Infectious Diseases* 8(4):36–2.
- Cook, E. R., C. Woodhouse, C. M. Eakin, D. M. Meko, and D. W. Stahle. 2004. Long-term aridity changes in the western United States. *Science* 306:1015–8.
- Gould, S. J. 1989. The Burgess Shale and the nature of history. In Gould, S. J., ed. *Wonderful life*. New York: W.W. Norton. (pp. 277–82)

- Lara, A., D. Soto, J. Armesto, P. Donoso, C. Wernli, L. Nahuelhual, and F. Squeo, eds. 2003. Key scientific components for a national policy on the uses, services and conservation of the Chilean native forests. Valdivia: Universidad Austral de Chile, Iniciativa Científica Milenio de Mideplan. (134 pp.)
- Luckman, B. H., ed. 2005. Application of dendrochronology to human dimensions related global change issues. Special Issue. *Dendrochronologia* 22(3):131–240.
- Maselli, D., J.-A. Lys, and J. Schmid. 2004. Improving the impacts of research partnerships. Berne: Swiss Commission for Research Partnerships with Developing Countries (KFPE). (85 pp.)
- Rodríguez, R., A. Mabres, B. H. Luckman, M. Evans, M. Masiokas, and M. K. Ektvedt. 2005. “El Niño” events recorded in dry-forest species of the lowlands of northwest Peru. *Dendrochronologia*, 22:181–6.
- Roig, F. A., ed. 2000. *Dendrocronología en América Latina*. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo (EDIUNC). (431 pp.)
- Roig, F. A., J. J. Jiménez Osornio, J. Villanueva-Díaz, B. H. Luckman, H. Tiessen, A. Medina, and E. J. Noellemeyer. 2005. Anatomy of growth rings in the Yucatán Peninsula. *Dendrochronologia* 22:187–93.
- Therrell, M. D., D. W. Stahle, J. Villanueva-Díaz, E. Cornejo-Oviedo, and M. K. Cleaveland. 2006. Maize yield in central Mexico: 1474–2002. *Climatic Change* 74:493–504.
- Villalba, R., B. H. Luckman, J. A. Boninsegna, R. D. D’Arrigo, A. Lara, J. Villanueva-Díaz, M. Masiokas, J. Argollo, C. Soliz, C. LeQuesne, D. Stahle, F. Roig, J. C. Aravena, G. Wiles, and P. Hartsough. De próxima aparición. *Dendroclimatology from regional to continental scales: Understanding local processes to reconstruct large-scale climatic variations across the western Americas*. In Hughes, M. K., T. W. Swetnam, and H. F. Diaz, eds. *Dendroclimatology: Progress and Prospects*. Springer.
- Villanueva-Díaz, J., R. Jasso-Ibara, G. Gonzáles-Cervantes, I. Sánchez-Cohen, y M. C. C. Potisek-Talavera. 2004. El Mezquite en la Comarca Lagunera: alternativa de producción integral para ecosistemas semidesérticos. Folleto Científico No 14. Durango, México: INIFAP CENID-RASPA, Gómez Palacio. (35 pp.)

I3

La variabilidad climática y sus impactos en México, América Central y el Caribe

Victor Magaña y Ernesto Caetano

El objetivo principal de nuestro CRN fue mejorar la comprensión de la variabilidad climática regional en México, América Central y el Caribe con el fin de ofrecer pronósticos climáticos más precisos y adecuados a sectores socioeconómicos importantes. Desde el punto de vista del clima, la región de interés es única por su compleja topografía y las dos “piscinas cálidas” (warm pools) que la rodean, una en el Pacífico Nororiental y la otra en los Mares Intra-Americanos. En cuanto a los aspectos socioeconómicos, los países de la región tienen un pasado cultural común y niveles similares de vulnerabilidad a las condiciones climáticas. Es por ello que los resultados de este estudio serían utilizados para tomar medidas de adaptación regionales.

El proyecto inició sus actividades en junio de 2000 con un experimento de campo en el que interactuaron meteorólogos, biólogos, químicos, oceanógrafos y otros expertos en ciencias climáticas. La descripción multidisciplinaria de la variabilidad climática de la región y sus impactos en diferentes sectores socioeconómicos surgió como resultado de compartir la información obtenida durante las campañas en las piscinas cálidas de los Mares Intra-Americanos. La mayor parte del trabajo se concentró en la coordinación y desarrollo del Experimento Climático en las Albercas de Agua Caliente de las Américas (ECAC) que se basó

en hipótesis sobre el comienzo de la época de lluvias y la ocurrencia de la sequía de medio verano (canícula) (Magaña et al., 1999). Entre las actividades realizadas, se cuentan:

- estudios empíricos para comprender mejor la dinámica del clima en la región
- desarrollo de capacidades en el uso de modelos numéricos para contrastar las hipótesis
- capacitación y educación de estudiantes mediante su participación en el experimento de campo y la interpretación de los resultados
- interacciones multidisciplinarias para ubicar la información climática en un contexto socioeconómico

Con el objeto de probar nuestras hipótesis acerca de las causas de la canícula, monitorizamos los factores atmosféricos y oceanográficos considerados fundamentales para las lluvias estivales mediante la recolección y análisis de cuatro conjuntos de datos (tres del Pacífico Nororiental y uno del Caribe). Los resultados mostraron que las piscinas cálidas de los Mares Intra-Americanos son elementos clave que regulan las características de las precipitaciones de verano. Los resultados principales de estos análisis fueron publicados (Ambrizzi y Magaña, 2002; Caetano et al., 2002; Magaña et al., 2002) y pueden sintetizarse del siguiente modo:

- El gradiente meridional de la temperatura de la superficie del mar (TSM) en el Pacífico Oriental es un factor importante para el pronóstico del inicio de la estación de lluvias en Mesoamérica (Uribe, 2002).
- Además de las variaciones locales de la TSM, también tienen influencia en la canícula las anomalías de circulación que provocan fluctuaciones en la TSM (Magaña y Caetano, 2005).
- Debido a su baja resolución, los modelos de circulación general actuales no pueden reproducir la canícula, limitando su capacidad al pronóstico estacional de lluvias. Los modelos climáticos regionales pueden ser de utilidad para pronosticar el clima en dicha escala (Magaña y Quitanar, 1997).
- Hoy en día, la capacidad de pronóstico estacional en la región es suficiente para realizar predicciones sistemáticas del clima de utilidad (Uribe 2002; Magaña 2005).

En el marco de los Foros de Perspectivas Climáticas de América Central y México, se buscó mejorar la forma de transmitir la información sobre el clima. Es necesario contar con información más clara para poner en marcha los sistemas de alerta y los mecanismos dirigidos a atenuar los impactos negativos de las

condiciones climáticas extremas. El modelo climático CCM3 y el modelo de mesoescala MM5 son ejemplos de información climática basada en modelos numéricos que se están preparando en la escala regional para los sectores agrícola y de preparación para desastres.

Las actividades de difusión incluyeron el desarrollo de capacidades en distintos sectores socioeconómicos como el de los seguros en México. Un curso de capacitación de una semana para más de veinte profesionales que trabajan en las áreas de seguros y agricultura exploró cuestiones relacionadas con los pronósticos probabilísticos del clima estacional, las incertidumbres y la toma de decisiones.

Como parte de un importante esfuerzo de desarrollo de capacidades, investigadores y estudiantes del CRN participan en el estudio de caso Impactos de las Megaciudades en los Ambientes Regionales y Globales— ciudad de México (MIRAGE-Mex, por sus siglas en inglés), que realiza mediciones coordinadas en aire y tierra apoyadas en el modelado y las observaciones satelitales de gran alcance. Este experimento se basa en observaciones intensivas para estudiar las transformaciones químicas y físicas de los contaminantes gaseosos y aerosoles que emite la ciudad de México, segunda área metropolitana más grande del mundo. Se espera que surjan oportunidades significativas de educación y desarrollo de capacidades.

Uno de los logros más importantes del CRN, en términos de interacciones con los científicos sociales, fue el inicio de actividades conjuntas dirigidas a la comunicación de la información sobre el clima en la región y la evaluación de los impactos del cambio climático. Los talleres periódicos con antropólogos y economistas examinaron el valor de los pronósticos climáticos estacionales. Los antropólogos analizaron las señales relacionadas con El Niño en los desastres que afectaron a Mesoamérica desde una perspectiva histórica. Este trabajo cooperativo contó con investigadores de dos CRNs que tienen intereses comunes. Un grupo de científicos naturales y sociales que trabajó cooperativamente en este CRN también atiende las solicitudes de información de la administración mexicana. En consecuencia, las autoridades mexicanas destinaron recursos para abordar problemas causados por el cambio climático. Como México apoya iniciativas como el Protocolo de Kyoto, su gobierno necesita conocer las implicancias de los pronunciamientos de los foros internacionales de cambio climático. Luego de algunos años de cooperación entre la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y nuestro CRN, surgió la iniciativa para crear el Programa Mexicano de Modelado del Clima, cuyo plan científico está poniéndose en marcha.

En esta iniciativa se incluye la interacción con grupos internacionales para el diseño de un atlas del clima de la región. Realizado en conjunto con la Universidad de West Indies (Jamaica), el atlas contendrá

información actualizada sobre precipitación, temperatura y vientos utilizados como datos de referencia para estudios de cambio climático. Con la cooperación de la Universidad de Costa Rica, se están implementando modelos numéricos para realizar pronósticos estacionales de la región. Este esfuerzo conjunto desarrolló capacidades en México y Costa Rica para preparar información climática regional. Actualmente, se está evaluando la capacidad de predicción de los modelos.

Los gobiernos de México y Estados Unidos crearon un proyecto sobre adaptación al cambio climático en el sector hídrico urbano de Hermosillo en Sonora, México. Gracias a la experiencia en trabajo cooperativo adquirida en el CRN, en el proyecto participaron consultores de Estados Unidos y antropólogos de la Universidad de México. En estrecha interacción con los *stakeholders* del sector hídrico de Hermosillo, se realizó un estudio de factibilidad para ver qué opciones de adaptación podrían implementarse para corregir los problemas en el sector hídrico urbano. Entre las medidas de adaptación propuestas se contó un programa educativo y mediático acerca de la cultura del agua, los medios para lograr una mayor infiltración que funcione aún durante los eventos de precipitaciones extremas y un diseño de construcción que utiliza nuevos materiales para refrigerar las casas. Los resultados del estudio fueron presentados a las nuevas autoridades locales para su consideración y adaptación (Eakin et al., 2005).

La interacción con *stakeholders*, especialmente de los gobiernos locales, comenzó en 1997. En aquel momento, un marcado evento El Niño había despertado un gran interés en las causas de la importante sequía que ocupó casi todo el centro de México. Organizaciones no gubernamentales, asociaciones agrícolas y ambientalistas de Tlaxcala desean contar con pronósticos climáticos regionales que puedan ayudarles a prepararse para enfrentar otro evento El Niño. El pronóstico para el verano de 1998 fue lo suficientemente preciso para que los *stakeholders* pusieran su mirada en el uso de la información climática. Desde entonces, Tlaxcala se convirtió en una especie de laboratorio, que además de dedicarse a los pronósticos climáticos, explora métodos para la toma de decisiones en sectores como la agricultura y la ingeniería forestal.

La experiencia del CRN con los *stakeholders* del sector hídrico llevó a las autoridades mexicanas a incluir a científicos del proyecto en un estudio sobre desarrollo de capacidades para la adaptación al cambio climático. Este proyecto cuenta con actividades similares en América Central y Cuba. También se estableció una cooperación estrecha con otros científicos de la región y se compartieron conocimientos, datos, metodologías y resultados que serán de utilidad para los gobiernos en la creación de programas nacionales de cambio

climático. Los resultados de nuestro estudio servirán para definir políticas nacionales (es decir, el programa nacional de México sobre cambio climático y su plan de acción).

Un elemento importante de este proyecto científico fue la interacción con tomadores de decisiones. Como resultado de ella se generaron capacidades entre los estudiantes, pero también entre los funcionarios del gobierno. Las conferencias, talleres, reuniones y publicaciones científicas sirvieron para difundir la información surgida de las ciencias climáticas y sociales, que además fue popularizada en libros y otras publicaciones. El esfuerzo constante por informar al público sobre las investigaciones de la variabilidad y el cambio climático realizadas por el CRN generó una mayor conciencia en los sectores de la agricultura y la ingeniería forestal, entre otros.

Podemos concluir que antes de la creación de este CRN, la mayoría de los científicos que estudiaban el cambio global con enfoques acotados y cooperaban principalmente con colegas de sus propios países o de Estados Unidos y Europa. El CRN estableció una cooperación más estrecha dentro de Latinoamérica y se realizaron muchos nuevos estudios conjuntos. Además, y tal vez lo más importante, los investigadores de diferentes campos se reunieron para trabajar de manera multidisciplinaria con el fin de hallar soluciones a problemas de relevancia en las ciencias ambientales. La comunicación con sus autoridades nacionales los encaminó a abordar problemas científicos pertinentes a los procesos de toma de decisiones en foros nacionales e internacionales. Algunos de los elementos más notables de los CRNs son el desarrollo de capacidades, la promoción de la interacción con *stakeholders* y tomadores de decisiones y la formación de estudiantes en todos los niveles. En la actualidad, algunos de esos estudiantes trabajan en distintos sectores donde la información sobre el clima u otro tipo de información ambiental es necesaria para la toma de decisiones. El desarrollo de capacidades resultó ser una estrategia sólida para ilustrar a los gobiernos sobre la pertinencia de la ciencia a sus áreas de trabajo.

Referencias

- Ambrizzi, T., y V. Magaña. 2002. Experimento Climático Nas Aguas Quentes da America Central. Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia (SBMET) 22:6–12.
- Caetano, E., V. Magaña, and J. L. Vásquez. 2002. Observational study of the middle summer drought during the climate experiment in the Americas warm pools. 25th Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology, San Diego, California. Boston: American Meteorological Society. (pp. 559–60)
- Eakin, H., V. Magaña, J. Smith, J. L. Moreno, J. M. Martínez, and O. Landavazo. 2005. A stakeholder-driven process to reduce vulnerability to climate change in Hermosillo, Sonora, Mexico. De próxima aparición en Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. Springer.
- Magaña, V. 2005. Programa de Modelación del Clima en México. Ciudad de México: Instituto Nacional de Ecología de México

- Magaña, V., J. A. Amador, and S. Medina. 1999. The mid-summer drought over Mexico and Central America. *Journal of Climate* 12:1577–88.
- Magaña, V., and E. Caetano. 2005. Temporal evolution of summer convective activity over the Americas warm pools. *Geophysical Research Letters* 32:L02803, 10.1029/2004GL021033. (January 19, 2005)
- Magaña, V., E. Caetano, and J. L. Vázquez. 2002. Climate experiment in the Americas warm pools. 25th Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology, San Diego, California. Boston: American Meteorological Society. (pp. 517–8)
- Magaña, V., and A. Quintanar. 1997. On the use of a general circulation model to study regional climate. En *Proceedings of the Second UNAM-CRAY Supercomputing Conference on Earth Sciences*, Mexico City. New York: Cambridge University Press. (pp. 39–48)
- Uribe, E. M. A. 2002. El inicio de la Temporada de Lluvias en la Costa Sudoeste de México: Relaciones para su Diagnóstico y Pronóstico. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México (69 pp.)

I4

***Stakeholders* y tomadores de decisiones en un estudio sobre cambios globales en el Atlántico Sur**

Edmo J.D. Campos y Alberto R. Piola

Los interrogantes científicos

Al redistribuir el exceso de calor desde las latitudes bajas hacia las altas y almacenar grandes cantidades de calor y gases invernadero, el océano juega un papel clave en el sistema climático. En el Atlántico Sur, las corrientes de aguas someras y profundas de la circulación termohalina global son modificadas por intensos procesos de mezcla y de intercambio mar-atmósfera. El aporte de nutrientes de las aguas continentales y el reciclado interno sostienen una considerable producción primaria en el océano costero, que en consecuencia intercambia con la atmósfera mucho más dióxido de carbono (CO₂) por unidad de área que el océano profundo, a la vez que nutre pesquerías importantes (Piola et al., 2005). En décadas recientes, el ritmo de urbanización costera, el desarrollo industrial y otras actividades humanas se incrementaron considerablemente, alterando el delicado equilibrio físico –biológico de los océanos costeros del mundo.

Informes recientes sugieren que el calentamiento global puede ser la causa primaria del colapso de los ambientes costeros. Por lo tanto, una mejor comprensión de la dinámica de los regímenes de esta área y

del océano profundo y el modo en que estos ambientes pueden influir en los cambios globales y ser afectados por ellos, constituye un enorme desafío científico. Para ello, se requieren esfuerzos multidisciplinarios coordinados, que incluyen la física del océano y la atmósfera, la química y la biología marina.

Las masas de agua de los océanos costeros, que contienen organismos y sustancias químicas disueltas se extienden a través de las fronteras políticas. La comprensión científica de estos regímenes altamente variables requiere de una gran coordinación internacional. Es decir, no es posible realizar estudios del océano costero mediante enfoques regionales sin establecer nexos científicos sólidos y un fuerte compromiso de los gobiernos. El Consorcio de Cambio Climático del Atlántico Sur (SACC) es un ejemplo de éxito en la operación sinérgica internacional.

Creado en 1996 con el apoyo de un subsidio en el marco del Programa Científico Inicial del IAI, el SACC comenzó siendo una pequeña cooperativa de científicos de América del Sur y del Norte que compartían intereses sobre el Atlántico Sur. En 1999, con la ayuda de un subsidio de las Redes de Investigación Cooperativa (CRN), la cooperativa se convirtió en un fuerte consorcio de investigación. Entre los objetivos científicos del SACC se contaba la comprensión de los impactos del cambio climático en los ecosistemas costeros del Atlántico Sudoccidental y la influencia en el clima regional de las variaciones de la TSM en la plataforma. Para lograr sus objetivos, el SACC promovió la cooperación internacional, facilitando las observaciones en la plataforma continental de Argentina, Brasil y Uruguay.

El IAI y otras agencias de financiamiento de los países participantes brindaron los fondos para las actividades científicas de esta red cooperativa de oceanógrafos, meteorólogos y climatólogos. Entre estas actividades, que contribuyeron al desarrollo de capacidades regionales, se cuenta la realización, sin precedentes en la región, de observaciones y modelado numérico. Recientemente, la red se expandió para incluir científicos de instituciones de Chile y Perú. En el Cuadro 14.1 se presentan las principales conclusiones del SACC.

Difusión y Redes

Las conclusiones del SACC se comunicaron al público en general a través de entrevistas en los medios, artículos de diarios, revistas científicas y boletines. Sin embargo, el objetivo principal de las actividades de difusión de este programa científico fue la creación de consorcios internacionales que combinen las preocupaciones e intereses nacionales e internacionales en cuanto a la oceanografía y el monitoreo del océano.

La variabilidad de la TSM del Atlántico Ecuatorial influye en los regímenes de precipitación de latitudes bajas de América del Sur y África. El proyecto cooperativo Red de Investigación Piloto de Boyas Fijas en el Atlántico Tropical (PIRATA) entre Brasil, Estados Unidos y Francia fue lanzado en 1997 con el fin de monitorear la variabilidad oceánica en ubicaciones seleccionadas de los trópicos. Apenas puesto en marcha, se reconoció que la variabilidad extratropical de la TSM en el Atlántico Sudoccidental estaba asociada a las variaciones de la Zona de Convergencia del Atlántico Sur. Reconociendo la sinergia con PIRATA, el SACC promovió y co-financió el primer Taller de Expansión Occidental de PIRATA (WE). Esta reunión convocó a más de 40 científicos de las Américas, África y Europa para discutir la extensión de la red de PIRATA. Los investigadores del SACC presentaron las motivaciones científicas de una expansión hacia el Oeste, que fueron aprobadas en 2004 por el Grupo Internacional de Dirección Científica del proyecto, y financiadas por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de Brasil en 2005.

Un taller sobre los sistemas de observación climática en el Atlántico Sur organizado para discutir los avances en el conocimiento del papel que juega el Atlántico Sur en el clima constituyó una oportunidad única para integrar a los científicos naturales con *stakeholders* y tomadores de decisiones de la región. La reunión, de más de 100 científicos de las Américas, Europa y África Occidental trató la influencia del Atlántico Sur en la circulación meridional y el clima global y regional y produjo un conjunto de recomendaciones que dieron como resultado las siguientes acciones:

- Brasil, Argentina y Sudáfrica se unieron al programa Argo, un conjunto global de 3.000 flotadores a la deriva que monitorean la temperatura y salinidad de los 2.000 m superiores del océano, cuyos datos se transmiten y se ponen a disposición del público a horas de ser recolectados. En mayo de 2005 se creó el Centro de Recopilación de Datos del Atlántico Sur del programa Argo, con la participación activa de los científicos del SACC. En 2005 los investigadores del SACC en cooperación con la Administración Oceánica y Atmosférica Nacional (NOAA) y las Armadas de Argentina y Brasil desplegaron los primeros flotadores Argo de estos dos países.
- El Proyecto sobre la Pluma del Río de la Plata (<<http://glaucus.fcien.edu.uy/pcmya/sacc/LaPlataS2004/index.html>>) promovido por el consorcio permitió obtener y modelar, por primera vez, observaciones quasi-sinópticas a lo largo de las plataformas continentales de tres países limítrofes, Argentina, Uruguay y Brasil, desde los 40°S has-

ta los 25°S (Figura 14.1). El proyecto contó con la participación de un gran número de científicos y estudiantes de instituciones de todos los países que forman parte del SACC (Argentina, Brasil, Uruguay y Estados Unidos), incluyendo expertos en biología, química y física marinas. Las Armadas de Argentina, Brasil y Uruguay, la Fuerza Aérea uruguaya y el Ministerio de Relaciones Exteriores de Brasil participaron en este exitoso trabajo de cooperación. En 2004, las Armadas y las instituciones científicas participantes de Argentina, Brasil y Uruguay firmaron una carta de intención para la creación de una Alianza Regional del Atlántico Sudoccidental relacionada con el Sistema Global de Observación del Océano (GOOS).

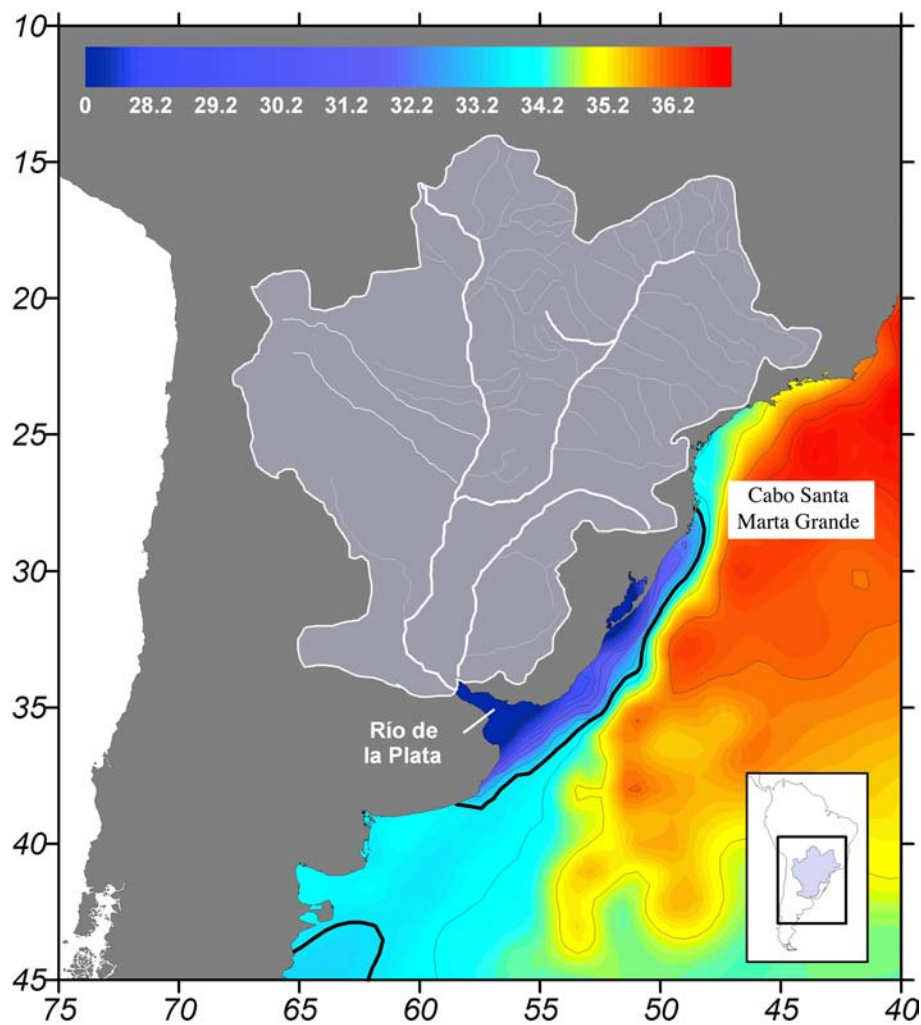


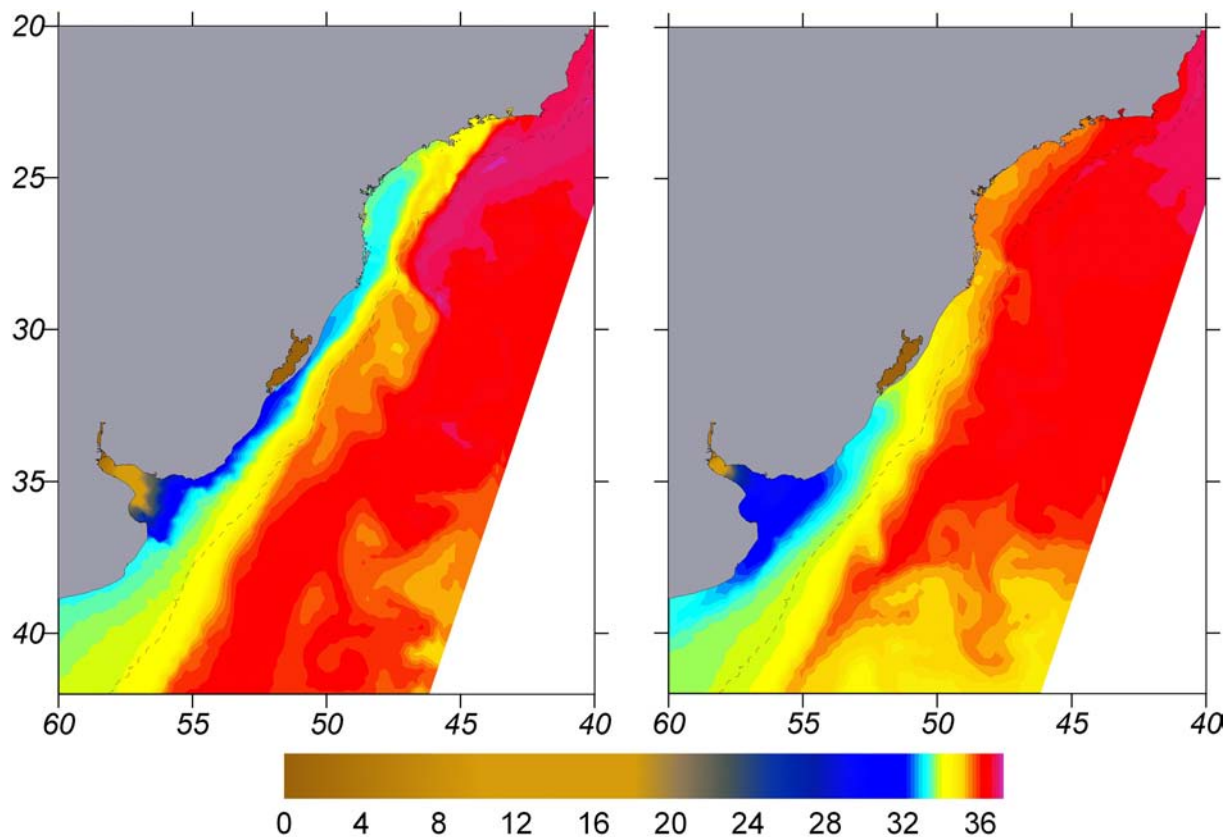
Figura 14.1. Cuenca hidrológica del Río de la Plata y el Atlántico Sudoccidental

Desarrollo de capacidades

El SACC organizó actividades de entrenamiento para científicos jóvenes en técnicas de trabajo de campo, análisis de datos y modelado numérico, incluyendo la realización de cursos breves internacionales; becas de investigación de grado, postgrado y postdoctorado. Los cursos breves brindaron capacitación avanzada sobre temas específicos y escasamente estudiados en América Latina. Además, promovieron el intercambio de más de 80 estudiantes de países miembro del IAI. Estos contactos son fundamentales para mantener una red de investigación del cambio global en la región.

Desafíos para el futuro

Nuestro análisis de las observaciones *in-situ* y remotas puso de relieve el funcionamiento de una variedad de sistemas frontales sobre la plataforma y en el océano abierto. La confluencia Brasil/ Malvinas presenta variaciones en escalas de tiempo estacionales. Como la Confluencia produce el mayor alcance hacia el sur de aguas subtropicales en el Hemisferio Sur, sus fluctuaciones son importantes pues dan origen a aguas modales subtropicales, que ocupan la capa superior de la termoclina ventilada de los giros subtropicales del Hemisferio Sur. Al hundirse hacia la capa subsuperficial del océano, las masas de agua llevan consigo sus propiedades de superficie, como el CO₂ y otros gases de efecto invernadero. Además, se cree que los desplazamientos meridionales de la Confluencia provocan grandes variaciones en la transferencia de calor entre el aire y el mar y modulan las anomalías regionales de la precipitación sobre las llanuras agrícolamente productivas del sudeste de América del Sur. El estudio ha mejorado nuestra comprensión de la variabilidad climática regional y de la variabilidad oceánica asociada con los ecosistemas de borde. El modelado y análisis a escala de cuenca ha mostrado que la variabilidad de la TSM está relacionada con las variaciones en el régimen de precipitación en la región central de América del Sur (Chaves y Nobre 2004). Un proyecto CRN2 tiene por objeto avanzar nuestra comprensión de los mecanismos físicos que controlan la productividad biológica y la biodiversidad en regiones altamente productivas del Atlántico Sudoccidental (Figura 14.2).



*Figura 14.2. Izquierda: Esquema de la circulación en la plataforma occidental del Atlántico Sur. Derecha: climatología de clorofila *a* en enero, obtenida del radiómetro satelital SeaWiFS que muestra las regiones biológicamente importantes, coincidentes con los frentes oceánicos Magallanes, el quiebre de talud, el Río de la Plata, la plataforma subtropical, Cabo Santa Marta y la Cuenca Sur de Brasil*

Principales conclusiones científicas

La investigación realizada por los científicos del SACC, basada en observaciones y el análisis de datos oceanográficos históricos, reanálisis atmosféricos, percepción remota y modelos numéricos, ha contribuido a avanzar el conocimiento sobre el Atlántico Sur y su papel en las condiciones ambientales y climáticas de Sudamérica. Algunas de las conclusiones más importantes pueden sintetizarse del siguiente modo:

- se realizó la primera documentación sinóptica de las variaciones estacionales de la pluma del Río de la Plata y la estructura subsuperficial del frente entre las aguas subantárticas y subtropicales sobre la plataforma (Piola et al., 2000; Piola et al., en prensa; Möller et al., en prensa)
- se confirmó que la estructura frontal tiene un impacto directo en la distribución del plancton y el ictioplancton, mostrándose cómo las características físicas influyen en la

distribución de la biota (Muelbert et al., en prensa), las especies de importancia comercial; se generaron datos de base fundamentales para el manejo de recursos

- se confirmó que las fluctuaciones de la precipitación continental, la descarga de los ríos en el océano y los vientos en superficie controlan la distribución de las aguas costeras, lo que está correlacionado con la variabilidad de la temperatura de la superficie del mar (TSM) (Campos et al., 1999; Piola et al. 2000; Piola et al. 2005; Piola et al., en prensa)
- se modelaron las observaciones existentes y se analizaron a escala de cuenca, contribuyendo a la identificación de los mecanismos que llevan a la formación de la estructura bipolar de la TSM que domina el Atlántico Sur en escalas de tiempo de interanual a decádica. Se mostró también que la variabilidad de la TSM está fuertemente correlacionada con la Zona de Convergencia Intertropical del Atlántico (ZCIT) y las anomalías de la Zona de Convergencia del Atlántico Sur (ZCAS) atmosférica, que a su vez están relacionadas con las variaciones en el régimen de precipitación en la región central de América del Sur (Palastanga et al., 2002; Haarsma et al., 2003; Haarsma et al., 2005; Chaves y Nobre, 2004)
- nuestro trabajo de investigación en modelado acoplado océano-atmósfera (Chaves y Nobre, 2004) mejoró la habilidad para pronosticar la ZCAS, a partir de experimentos de *hindcast* utilizando un modelo de circulación general de la atmósfera (GCM), forzado con campos de TSM medidos
- se confirmó que, excepto los regímenes de upwelling a lo largo de la costa occidental africana, el quiebre de la plataforma patagónica es la región de mayor producción primaria del Atlántico Sur (Saraceno et al., 2005; Romero et al., 2006) donde el océano absorbe grandes cantidades de CO₂ (Bianchi et al., 2005)

Nuestros esfuerzos contribuyeron al diseño de un sistema de observación del Atlántico Sur para el monitoreo de la variabilidad a largo plazo.

Referencias

- Bianchi, A. A., L. Biannucci, A. R. Piola, D. Ruiz Pino, I. Schloss, A. Poisson, and C. F. Balestrini. 2005. Vertical stratification and air-sea CO₂ fluxes in the Patagonian shelf. *Journal of Geophysical Research* 110(C7):C07003 (10.1029/2004JC002488).

- Campos, E. J. D., C. A. D. Lentini, J. L. Miller, and A. R. Piola. 1999. Interannual variability of the sea surface temperature in the South Brazil Bight. *Geophysical Research Letters* 26(14):2061–4.
- Chaves, R. R., and P. Nobre. 2004. Interactions between the South Atlantic Ocean and the atmospheric circulation over South America. *Geophysical Research Letters* 31 (3):L03204 (10.1029/2003GL018647).
- Haarsma, R. J., E. J. D. Campos, W. Hazeleger, C. Severijns, A. R. Piola, and F. Molteni. 2005. Dominant modes of variability in the South Atlantic Ocean: A study with a hierarchy of ocean-atmosphere models. *Journal of Climate* 18(11):1719–35.
- Haarsma, R. J., E. J. D. Campos, and F. Molteni. 2003. Atmospheric response to South Atlantic SST dipole. *Geophysical Research Letters* 30(16):1864 (10.1029/2003GL017829).
- Möller, Jr., O. O., A. R. Piola, A. C. Freitas, and E. J. D. Campos. Submitted. The effects of river discharge and seasonal winds on the shelf off southeastern South America. *Continental Shelf Research*.
- Palastanga, V., C. S. Vera, and A. R. Piola. 2002. On the leading modes of sea surface temperature variability in the South Atlantic Ocean. *CLIVAR Exchanges*, no. 25, September 2002.
- Piola, A. R., E. J. D. Campos, O. O. Möller, Jr., J. Charo, and C. Martinez. 2000. Subtropical Shelf Front off eastern South America. *Journal of Geophysical Research* 105(C3):6565–78.
- Piola, A. R., R. P. Matano, E. D. Palma, O. O. Moller, and E. J. D. Campos. 2005. The influence of the Plata River discharge on the western South Atlantic shelf. *Geophysical Research Letters* 32(1):L01603 (10.1029/2004GL021638).
- Piola, A. R., O. O. Moller, Jr., R. A. Guerrero, and E. J. D. Campos. Submitted. Seasonal variability of the Subtropical Shelf Front off eastern South America: Winter 2003 and summer 2004. *Continental Shelf Research*.
- Romero, S. I., A. R. Piola, M. Charo, and C. A. E. Garcia. 2006. Chlorophyll-a variability off Patagonia based on SeaWiFS data. *Journal of Geophysical Research* 111(C5):C05021 (10.1029/2005JC003244,2006).
- Saraceno, M., C. Provost, and A. R. Piola. 2005. On the relationship between satellite retrieved surface temperature fronts and chlorophyll-a in the western South Atlantic. *Journal of Geophysical Research* 110(C11):C11016 (10.1029/2004JC002736).

15

Variabilidad y cambios climáticos en el Cono Sur

Mario N. Nuñez

Las actividades humanas son muy sensibles a la intensidad de la lluvia y al momento en que ésta se produce. En particular, esto es evidente en gran parte de los subtrópicos y los trópicos, donde la precipitación anual ocurre principalmente en forma de aguaceros intensos y tormentas. Cambios relativamente pequeños en los campos de viento, humedad, temperatura del aire y temperatura de la superficie del mar (TSM) pueden modificar la precipitación regional y local de forma significativa. Para pronosticar la precipitación en escalas intraestacionales e interanuales es necesario conocer con detalle los mecanismos que la provocan y qué efectos tiene la variabilidad y el cambio del clima.

Si bien muchos científicos del Cono Sur se concentran en la investigación de la variabilidad climática de la región y en el impacto de dicha variabilidad en las poblaciones humanas, no ha habido gran cooperación entre ellos a lo largo de muchos años. Sin embargo, estos temas son tan complejos que su estudio excede claramente la capacidad individual de cualquier grupo de investigación o institución. La necesidad de interactuar con diferentes disciplinas (por ejemplo, la meteorología y las ciencias sociales), la resistencia histórica al intercambio abierto de datos y las barreras idiomáticas son algunos de los factores que obstaculizan

la cooperación. El marco provisto por el IAI brindó una oportunidad para desarrollar un proyecto integrado, interdisciplinario e internacional para estudiar la variabilidad y el cambio climático en el Cono Sur.

El objetivo fundamental de este proyecto fue avanzar el conocimiento de la variabilidad y el cambio regional del clima, su pronóstico e impactos, concentrándose en 1) el papel de las variaciones de gran escala de la TSM en el condicionamiento de la variabilidad climática en el sudeste de América del Sur, 2) las interacciones trópico–extratropical relacionadas con la circulación y la variabilidad de la precipitación en el área, 3) los impactos de la variabilidad climática en sectores de importancia social y económica del Cono Sur y 4) los escenarios de cambio climático para América del Sur. Financiando reuniones regulares, el proyecto buscó impulsar la interacción entre los participantes. Además, se promovió la cooperación a largo plazo mediante un programa de postdoctorado, en cuyo marco este CRN otorgó becas de investigación prolongadas en las instituciones participantes y fomentó los intercambios internacionales. El proyecto contó con veinte investigadores provenientes de trece instituciones de Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay y Estados Unidos, entre las que se contaron seis universidades, una agencia gubernamental y dos laboratorios de investigación. Se realizaron estudios sobre las inundaciones en la cuenca del Plata, los procesos físicos de los eventos extremos en el área y el grado de comprensión de estos eventos extremos por parte de los *stakeholders* (Caffera, 2003). Para analizar la influencia de la TSM del Pacífico y el Atlántico en la precipitación de la cuenca del Río de la Plata, se utilizaron estudios regionales sobre la corriente en chorro en capas bajas de Sudamérica, modelos regionales de la variabilidad climática y modelos de circulación global de la atmósfera (AGCMs, por sus siglas en inglés). Las simulaciones del cambio climático en el sur de Sudamérica se realizaron con un modelo climático regional anidado en corridas de 240 años realizadas con un AGCM.

Pertinencia política y desarrollo de capacidades

La región del MERCOSUR (Mercado Común del Sur) en América del Sur tiene más de doscientos millones de habitantes que se ven severamente afectados por la variabilidad climática de corto y largo plazo. En el corto plazo, las inundaciones y sequías provocan la pérdida de vidas, desplazamientos hacia otras zonas y pérdidas de cultivos, con sus consecuencias económicas y sociales. La variabilidad a largo plazo puede tener impactos en la producción agrícola y su economía asociada. En particular, los cambios sistemáticos en los flujos de humedad y calor que ingresan en la región, debidos a los efectos antrópicos o a la variabilidad climática natural, afectan la agricultura de la región y la disponibilidad de recursos hídricos para la producción de

energía y otros usos. La cooperación permitió que los investigadores mejoraran su capacidad de comunicar conocimientos utilizables, diseñados para abordar problemas específicos.

La actividad humana está comenzando a interferir con el clima, por lo que el cambio climático y el calentamiento global ya fueron incorporados a las agendas políticas actuales. El interés creciente en el cambio climático global se debe a la importancia vital y práctica de este problema. La controvertida evaluación de la contribución antrópica al cambio climático requiere del análisis de los resultados de modelos numéricos y de las observaciones de los cambios climáticos actuales y sus causas. Contribuyendo a la Segunda Comunicación Nacional de Argentina a la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, los investigadores del CRN realizaron proyecciones de cambio climático para la década de 2080. Los colaboradores de Brasil y Uruguay también realizaron experimentos numéricos para anticipar futuros cambios climáticos en sus regiones (Obregón y Nobre, 2003).

Este proyecto contribuyó a mejorar la comprensión de la variabilidad y predicción del clima en la región, lo que resultó en una mejora en la capacidad de pronóstico y en el uso de estas predicciones. La capacitación y la educación se promovieron a través de más de treinta becas de investigación provistas por el IAI y agencias de financiamiento regionales. Los estudiantes pudieron participar en intercambios entre los laboratorios. Investigadores de Estados Unidos, Argentina y Brasil cooperaron en la producción de un conjunto uniformado de registros diarios de más de 2.000 estaciones al sur de los 15°S. Los datos se obtuvieron de diferentes fuentes públicas y privadas de Brasil, Paraguay, Argentina y Uruguay. Si bien la densidad de la red de estaciones varía sustancialmente según la zona y la calidad de las mediciones es desigual, la mayoría de los registros comienza a mediados de la década de 1970 y se extiende hasta cerca del fin del milenio pasado. Esta información ya ha sido utilizada en varios estudios de diagnóstico. Por los resultados obtenidos, el proyecto se convirtió en programa afiliado del Programa de Variabilidad y Predictibilidad del Clima (CLIVAR), un componente interdisciplinario del Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (WCRP).

Referencias

- Caffera, R. M. 2003. Primeros avances sobre eventos de inundación en Uruguay y la circulación atmosférica en capas bajas. (First approaches on flood events in Uruguay and low level atmospheric circulation.) *Meteorológica* 28(1 y 2):97–108.
- Obregón, G. O., and C. A. Nobre. 2003. Rainfall trends in Brazil. *Bulletin of the American Meteorological Society* 84(8):1008–9.

I6

Cambios en el uso del suelo en zonas semiáridas de las Américas: biogeoquímica, impactos sociales y políticas

Rômulo S. C. Menezes, Elke Noellemeyer, Ignácio H. Salcedo,

Juan J. Jiménez-Osornio, y Holm Tiessen

Gran parte de la población de muchas regiones semiáridas de las Américas se encuentra por debajo de la línea de pobreza. La seguridad alimentaria y la generación de ingreso para estas poblaciones dependen fundamentalmente de las precipitaciones que son escasas y muy variables. El aumento de la presión sobre la tierra implicó cambios significativos en el tipo de uso y cobertura del suelo, que fueron seguidos por una degradación extensiva de los recursos naturales y las condiciones socioeconómicas. En otras áreas, se están abandonando las tierras agropecuarias debido a las oportunidades de ingreso no agrícolas creadas por los procesos de globalización.

El conocimiento sobre los disparadores de los cambios en el uso del suelo, los procesos de decisión involucrados y su impacto en la calidad ambiental y en los hogares es un requisito previo para el desarrollo sustentable en las regiones semiáridas de las Américas. Es necesario desarrollar mecanismos para garantizar que el conocimiento científico llegue a las sociedades y a los encargados de formulación de políticas y concientizar sobre la importancia que estos cambios tienen en la vida de las poblaciones rurales y en el desarrollo regional.

En 1999 instituciones de investigación de Argentina, Brasil, Canadá, México, y Venezuela se unieron en una red de investigación cooperativa llamada “Ciclos biogeoquímicos y cambios en el uso del suelo en las Américas semiáridas” con el objetivo fundamental de integrar datos socioeconómicos y biogeoquímicos. Esto se haría a escala regional y de unidad agropecuaria, dentro de diferentes sistemas de uso y manejo del suelo para así poder evaluar y predecir alteraciones regionales en la calidad de los recursos en el marco de posibles cambios económicos y ambientales globales.

Las actividades de investigación se desarrollaron en las pampas semiáridas de Argentina, el nordeste de Brasil y la península de Yucatán, México. A continuación se presenta una breve descripción de las principales características socioeconómicas y ambientales de estas regiones de estudio.

Descripción de las regiones de estudio

La Pampa, Argentina

Características ambientales

Es un área de aproximadamente 140.000 km², con un clima templado semiárido. La temperatura media anual es de 16°C y la precipitación media anual de 400–600 mm. Las planicies onduladas tienen suelos Haplustoles énticos de textura gruesa, con una capa calcárea subyacente. En las zonas de dunas hay poco material orgánico y Entisoles muy arenosos. La vegetación natural es un pastizal abierto con especies de árboles que pertenecen principalmente al género *Prosopis*.

Principales usos del suelo

En la región oriental, más húmeda, el uso es mixto con ganadería y agricultura. En la región occidental más seca, la mayor parte del área está cubierta por el pastizal natural y es utilizada para ganadería extensiva. Se está incrementando la deforestación para introducir cultivos comerciales.

Características socioeconómicas

El área tiene 0,3 millones de habitantes. La densidad de la población varía de 32 personas/km² en la capital a 0,1 personas/km² en las zonas ganaderas occidentales. El tamaño promedio de las unidades agropecuarias es de 400 hectáreas en el este y más de 1.000 en el oeste. Cerca del 80% de la tierra está en manos de privados y predomina el trabajo familiar. El ingreso anual *per cápita* depende de los precios de los productos, pero en unidades agropecuarias pequeñas no excede los US\$ 10.000.

NE Brasil

Características ambientales

El área es de aproximadamente 1.000.000 km², con clima semiárido tropical. La temperatura media anual es de 25°C y la precipitación media anual de 300–1.000 mm. La vegetación nativa es el bosque xerófilo caducifolio. Los suelos son pobres de poco desarrollo vertical (≈ 1 m) y gran variedad espacial. Los Entisoles y Alfisoles predominan en las tierras montañosas (sólo un 5% corresponde a planicies de inundación).

Principales usos del suelo

Agricultura de subsistencia (maíz, frijoles y yuca), cría de ganado basada en la vegetación natural, y extracción de madera para combustible. La irrigación se practica en menos del 2% del área debido a la falta de agua y/o condiciones de suelo adecuadas.

Características socioeconómicas

El área tiene 25 millones de habitantes. La densidad de población varía de 10 a 30 personas/km². Cerca del 75% de las explotaciones agropecuarias tienen menos de 10 hectáreas y el 95% tiene menos de 50 hectáreas. Prácticamente todas están en manos privadas y predomina el trabajo familiar. El ingreso anual *per cápita* es de US\$ 500.

Yucatán, México

Características ambientales

El área es de aproximadamente 40.000 km², con clima semiárido tropical. La temperatura media es de 26°C. El gradiente de precipitación es de Norte a Sur, con una media anual entre 500–1.600 mm. La base de recursos naturales está limitada por condiciones geológicas y ambientales. La mayor parte de la península está a nivel del mar (o cerca de él), con muy pocas elevaciones, y el 80% del área está cubierto con capas de materiales calcáreos (piedra caliza) de origen marino, y el suelo se encuentra entre este material. Los suelos son un mosaico muy variable de diferentes tipos, especialmente Rendolles, Entisoles líticos, Alfisoles, e Inceptisoles, que varían según las condiciones locales.

Principales usos del suelo

Entre los sistemas de uso del suelo dominantes en los últimos años se encuentran rotación de cultivos, plantaciones de sisal, huertas, sistemas de cría de ganado vacuno y porcino, y bosques primarios y secundarios. Cerca del 25% de las reservas de biósfera de México están en la Península de Yucatán.

Características socioeconómicas

El Estado de Yucatán tiene 1.7 millones de habitantes con una densidad de población de 42 personas/km². Alrededor del 51% de la población es activa; 17% trabaja en la agricultura, 28% en la industria y 53% en servicios. La tenencia de la tierra puede ser privada o comunal (ejido). El ingreso anual *per cápita* es de US\$ 1.200.

Resultados principales

El reemplazo de la vegetación nativa por pasturas o campos agrícolas trajo aparejada una severa caída en la fertilidad del suelo, pérdidas de carbono de hasta un sesenta por ciento y una erosión significativa (Fraga y Salcedo, 2004; Zach et al., 2006). Las alternativas de manejo para reducir la erosión tales como las franjas de vegetación (*Opuntia* sp.) plantadas según las curvas de nivel, pudieron retener hasta treinta toneladas de suelo por hectárea por año (Galindo et al., 2005).

La relación positiva entre la arcilla del suelo, el contenido de limo y la materia orgánica resultó ser un indicador de degradación del suelo y de su potencial productivo por lo que se utilizó con fines de planificación (Quiroga et al., 2006). El incremento del área destinada a los cultivos comerciales en las zonas húmedas de la región pampeana también indujo a un exceso de ganado en la región ganadera del pastizal y el sobrepastoreo produjo cambios en la composición de las especies vegetales y pérdida de biodiversidad (Frank et al., 2003; Noellemeyer et al., 2006).

Al comprender la relación entre la demanda de los cultivos y la calidad del fertilizante orgánico disponible en las explotaciones agropecuarias, la mineralización del nitrógeno y la sincronización pudimos recomendar prácticas de fertilización que incrementaron la productividad de las cosechas hasta en un trescientos por ciento en el nordeste de Brasil (Menezes et al., 2002b; Silva y Menezes, de próxima aparición). Entre las alternativas de manejo que se desarrollaron junto a los agricultores para mejorar la fertilidad del suelo se encuentran las prácticas agroforestales, el abono con estiércol y plantas y los cultivos de cobertura (Caamal et al., 2001; Castillo et al., 2003). Como resultado, la productividad de la biomasa se incrementó en un ciento treinta por ciento y la materia orgánica del suelo y el contenido de nutrientes aumentaron hasta un cuarenta por ciento (Menezes et al., 2002a; Tiessen et al., 2003; Perez y Menezes, 2004; Perez et al., 2005).

En la Península de Yucatán la materia orgánica del suelo y los niveles de nutrientes eran más altos que en los suelos no calcáreos semiáridos tropicales de otros lugares. La rápida pérdida de productividad en

los lotes agrícolas se debía a la interacción entre el aporte de fósforo y potasio y el agua disponible y también a la competencia de malezas durante el ciclo agrícola (Weisbach et al., 2002). Desarrollamos alternativas de manejo de malezas para las milpas (el sistema tradicional de producción de maíz en rotación con zapallo, pimientos y otros) en Yucatán que ayudaron a reducir el uso de herbicidas, incrementaron la productividad del maíz y extendieron el período de cultivo en el ciclo de roza y quema de dos a cuatro años. Además de las milpas, las huertas de las casas mayas son un componente importante de la economía de las familias rurales ya que proporciona frutas y hortalizas, excedentes para el mercado, y espacios para la conservación *in situ* de la diversidad agrícola (Aké Gómez et al., 2002; Jiménez- Osornio et al., 2004; Querejeta et al., de próxima aparición).

Trabajo en red

Una red internacional será exitosa si se basa en redes locales y nacionales que también lo sean. Esto es particularmente cierto cuando se estudia el cambio en el uso de la tierra y sus consiguientes impactos ambientales y socioeconómicos porque requiere un enfoque interdisciplinario y participativo para vincular el conocimiento de los investigadores y el de los agricultores. Para ello, se necesita un marco institucional capaz de tratar temas relacionados con el bienestar humano desde la escala local hasta la global.

Si bien la mayoría de las instituciones latinoamericanas ha relegado la extensión agropecuaria a un segundo plano, ésta puede ser un nexo importante entre las universidades y la sociedad. Mientras tanto, varias organizaciones no gubernamentales (ONGs) de los países en desarrollo han asumido papeles de extensión y apoyan el desarrollo de comunidades rurales.

En el nordeste brasileño, se desarrolló una red entre dos universidades (la Universidad Federal de Pernambuco-UFPE y la Universidad Federal da Paraíba-UFPB), la ONG Asesoría y Servicios para Proyectos de Agricultura Alternativa (ASPTA), asociaciones de agricultores y líderes locales. Además, varios acuerdos existentes propiciaron una interacción exitosa entre los *stakeholders*. Cuando iniciamos nuestras actividades, ASPTA ya tenía seis años de trabajo en la región. Por esta y otras razones, los agricultores tenían confianza en ella. Esto fue la base para la identificación participativa y el desarrollo de varios temas de investigación. ASPTA y los agricultores esperaban que los investigadores respondieran a ciertas preguntas relacionadas con el manejo que los técnicos de la ONG no podían abordar porque se requerían ensayos científicos más que lotes demostrativos. Antes de esta alianza, la investigación de UFPE y UFPB se desarrollaba principalmente

en los centros de investigación, con poca conexión con los agricultores y las ONGs. El vínculo con ASPTA y los agricultores sirvió para redefinir algunas de las actividades de los investigadores.

Sin el financiamiento de largo plazo otorgado por diversas agencias internacionales, el establecimiento y el mantenimiento de interacciones entre estas instituciones no hubiera sido posible. Los primeros contactos entre los científicos de la UFPE y los técnicos de la ASPTA se iniciaron a mediados de la década de 1990 durante un proyecto de investigación financiado por el Kew Gardens, Reino Unido. Mientras tanto, científicos de la Universidad de Saskatchewan, la UFPE, y la UFPB se reunieron en el marco de otras actividades financiadas por la Agencia de Desarrollo Internacional de Canadá (CIDA) reunió. Más tarde, el financiamiento del IAI permitió una interacción sólida y de largo plazo entre las universidades mencionadas y ASPTA. Esto, a su vez, fue la base del apoyo adicional proveniente del Consejo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico de Brasil (CNPq) para proyectos de investigación sobre agricultura familiar.

En La Pampa, provincia del centro de la Argentina, el proyecto del IAI fortaleció la colaboración existente entre la Universidad de La Pampa (UNLPam) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en investigación sobre manejo de suelo. Nuevamente, el financiamiento de largo plazo fue clave para involucrar a agricultores, cooperativas agrícolas y ONGs como la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID) y la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agropecuaria (AACREA) en las actividades de investigación. También fue fundamental para integrar a estudiantes de postgrado en el proyecto. La mayor parte de la investigación se desarrolló en las tierras de los productores agropecuarios, quienes también participaron en la discusión y definición de los objetivos junto a sus organizaciones. Por ejemplo, los agricultores expresaron interés en introducir cultivos de cobertura en barbecho y desde entonces preparamos nuevos ensayos para determinar sus efectos en los rendimientos, la disponibilidad de agua, la invasión de malezas y el balance de carbono.

Nuestros ensayos de largo plazo de sistemas de labranza se ubican en terrenos pertenecientes a AAPRESID y AACREA y son muy utilizados por estas ONGs como lotes de demostración en las salidas de campo. Gracias a esta estrecha colaboración durante un período relativamente largo, se consideró que los investigadores de la UNLPam fueron quienes resolvieron los problemas de los agricultores. En consecuencia, algunos de ellos, así como los estudiantes que colaboraron mientras hacían su tesis de maestría, son convocados regularmente para dar charlas informativas y hacer demostraciones de campo. Esta interacción con los agricultores genera constantemente nuevas demandas de investigación y ellos mismos ofrecen sus tierras

para los ensayos. Además, ambas ONGs contribuyeron al financiamiento del proyecto mediante aportes para ensayos a campo. La consolidación de la red internacional y la aceptación que tuvo su trabajo entre agricultores y científicos locales también tuvo su impacto en el gobierno local. El gobierno provincial solicitó a los científicos de la UNLPam que estudiaran el secuestro y el balance de carbono en los bosques nativos e implantados. Asimismo, el gobierno local los consultó sobre la nueva ley provincial de conservación de suelos aprobada en 2004. El Secretario de Medio Ambiente provincial utilizó las publicaciones de nuestro proyecto para concientizar al público sobre la degradación del suelo en los ecosistemas agrícolas y naturales.

En Yucatán la red está conformada por universidades y ONGs de la región; el país; América del Norte, Central y del Sur; el Caribe; Europa; organizaciones de productores; y el gobierno. El grupo de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales (PROTROPICO) de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) actuó como facilitador para los diferentes actores y actividades. El planeamiento a largo plazo de los proyectos multidisciplinarios, que integran capacitación e investigación y consideran problemas locales, fue crucial para el éxito de PROTROPICO. Cuando comenzó la participación del IAI, PROTROPICO ya trabajaba en la región desde 1992 combinando investigación estratégica y aplicada gracias al apoyo de las Fundaciones Ford, Rockefeller y MacArthur. El financiamiento de estas fundaciones continúa y se sumaron otras fuentes nacionales e internacionales para los proyectos de PROTROPICO. Además, ayudamos a las ONGs y a los productores a obtener recursos económicos. Esta estrategia atrajo a estudiantes e investigadores de diferentes partes de México y otros países y ahora PROTROPICO es un centro de referencia para la región.

Divulgación

En general, es muy poca información científica que llega a las comunidades rurales (Heong y Escalada, 2005). No obstante, nuestro proyecto CRN desarrolló medios para entregar esta información a los agricultores y para sustentar los pronósticos a escala regional.

En La Pampa nuestros productos son utilizados en las recomendaciones de manejo del suelo así como en decisiones sobre políticas de uso de la tierra a escala regional. Varios boletines del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina contienen recomendaciones surgidas en el proyecto (Quiroga et al., 2001; Vallejo et al., 2002; INTA, 2004; INTA, 2005). Cuando el clima cambia a condiciones más secas, los suelos marginales son susceptibles a la degradación debido al estrés hídrico, los bajos rendimientos

y la excesiva presión productiva (Sierra et al., 2001). Los diagnósticos regionales y la planificación estratégica del uso del suelo ayudarán a reducir el impacto de estos cambios. La herramienta para este planeamiento estratégico es un modelo de uso del suelo espacialmente explícito desarrollado para agroecosistemas en el nordeste de Brasil y La Pampa y que toma en cuenta diferentes escenarios climáticos. En La Pampa, la creciente tendencia hacia el trabajo agrícola de tiempo parcial, el ingreso de otras fuentes y la importancia de los capitales no agrícolas que invierten en los cultivos comerciales son otros factores importantes para las decisiones sobre el uso del suelo y las políticas. En consecuencia, una de nuestras actividades fue colaborar con economistas, agrónomos, y científicos de la comunicación que estudian la competitividad de las empresas rurales pequeñas y medianas en las cadenas de comercialización y de industrias agroalimentarias más importantes.

Los sistemas de uso de suelo de bajos insumos del nordeste de Brasil deben basarse en la conservación y uso eficiente de recursos con el fin de incrementar la productividad y la sostenibilidad. Por lo tanto, nos unimos a una iniciativa participativa multi-institucional para desarrollar alternativas de manejo que incluyen sistemas agroforestales y fertilización orgánica. Por ejemplo, ASPTA había sugerido la introducción de sistemas de cultivo en franjas con *Gliricidia sepium*, pero la innovación no trajo los beneficios esperados y, por el contrario, redujo los rendimientos de los cultivos. Nuestra investigación identificó una gran competencia por el agua entre los árboles y los cultivos. Sobre esta base, propusimos la adopción de otras prácticas agroforestales que evitan las interacciones competitivas tales como cercas vivas, implantación de árboles en áreas no propicias para la agricultura y la transferencia de biomasa de árboles a los campos agrícolas. También evaluamos especies arbóreas nativas y exógenas que pudieran ser menos competitivas con los sistemas agroforestales.

Mientras trabajábamos en el desarrollo de prácticas de manejo para residuos orgánicos, nuestro conocimiento sobre la relación entre la calidad del fertilizante orgánico disponible en las explotaciones agropecuarias, la mineralización del nitrógeno, y la sincronización con la demanda de los cultivos nos permitió sugerir prácticas de fertilización que llevaron a incrementos significativos en la productividad de los cultivos. Además desarrollamos técnicas de manejo para reducir la erosión y la escorrentía. Varios agricultores de la región ya implementaron estas prácticas en sus tierras.

La investigación realizada en Yucatán fue evaluada por el gobierno estatal y federal. La Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAT) desarrolló un programa para un sistema

permanente de producción de maíz que se basó en los resultados de una red en la que estaba trabajando PROTROPICO. Los programas Planeamiento Ecológico y Desarrollo Forestal del Estado de Yucatán, coordinados por PROTROPICO y financiados por el Gobierno Mexicano, la Fundación Produce Yucatán, A.C. y el Proyecto Corredor Mesoamericano, son dos proyectos que tendrán un gran impacto en la región. Estos planes tendrán una implicancia directa en el uso de la tierra en la región durante las próximas décadas. Además, hay una red de huertas familiares en las escuelas secundarias rurales que se utiliza para re-evaluar el conocimiento tradicional y constituyen laboratorios vivientes y lugares para la conservación de la biodiversidad *in situ*. Este es un proyecto conjunto de PROTROPICO y el Ministerio de Educación que recibió apoyo económico del Programa de Pequeñas Donaciones del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Desarrollo de capacidades

Dentro del desarrollo de capacidades regional se puede mencionar la participación de aproximadamente noventa estudiantes que colaboraron en nuestras actividades durante los cinco años en las tres regiones de estudio. El interés de los estudiantes se derivaba fundamentalmente de la diversidad de una red que involucraba instituciones de investigación, ONGs, y organizaciones de productores agropecuarios que permitió realizar investigaciones de alta calidad en las propiedades de los productores y en estrecha relación con ellos. Algunos de los estudiantes provenían de familias agropecuarias y tenían una gran experiencia práctica. En el nordeste de Brasil, de un total de diecinueve estudiantes, seis fueron contratados por ONGs regionales, seis por instituciones de investigación (Embrapa, universidades), y cinco se inscribieron en programas de postgrado. En La Pampa, el proyecto financió a siete estudiantes de postgrado y más de veinte estudiantes de grado. Cuatro de dichos estudiantes fueron contratados por el INTA, siete por AACREA y AAPRESID, y dos por fondos de inversión en cultivos comerciales. En Yucatán, veinte estudiantes de grado y veinticinco de postgrado participaron en nuestras actividades y ahora trabajan en ONGs, otras universidades, el gobierno de Yucatán y como consultores en el Corredor Biológico Mesoamericano. Algunos de ellos continuaron con su capacitación en otras universidades. De los estudiantes graduados extranjeros, algunos trabajan para universidades en sus países o en centros de investigación como el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Desafíos para el futuro

En conclusión, el proyecto permitió realizar importantes mejoras en actividades de educación, investigación y extensión en nuestras instituciones de todas las regiones de estudio. La capacitación científica y la participación de estudiantes en ONGs y asociaciones de productores funcionaron como un mecanismo multiplicador para un trabajo pertinente y de alta calidad basado en datos científicos y conocimiento local. Además, el financiamiento continuo del CRN durante los cinco años sentó las bases para interacciones de largo plazo entre los *stakeholders* de las distintas instituciones, permitiendo un gran impacto en la escala local (municipalidades) y brindando herramientas para la toma de decisiones en el nivel regional.

Uno de los desafíos para el futuro será conseguir financiamiento para mantener y expandir las actividades de investigación. El conocimiento generado deberá utilizarse para lograr una mayor influencia en la formulación de políticas regionales y así alcanzar otras áreas y comunidades con características similares a las de nuestras áreas de estudio.

Referencias

- Aké Gómez, A., M. Avila, y J. J. Jiménez-Osornio. 2002. Valor de los productos directos del agroecosistema solar: el caso de Hocabá, Yucatán, México. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente* 3(1):7–18.
- Caamal, A., J. J. Jiménez-Osornio, A. Torres-Barragan, and A. L. Anaya. 2001. The use of some allelopathic plants for weed control in agricultural management. *Journal of Agronomy* 93(1):27–36.
- Castillo-Caamal, J. B., J. J. Jiménez-Osornio, A. López-Pérez, W. Aguilar Cordero, and A. M. Castillo-Caamal. 2003. Feeding mucuna beans to small ruminants of Mayan farmers in the Yucatán península, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 1(2–3):113–7.
- Fraga, V. S., and I. H. Salcedo. 2004. Declines of organic nutrient pools in tropical semiarid soils under subsistence farming. *Soil Science Society of America Journal* 68:215–24.
- Frank, F., E. Frank, and E. Noellemeyer. 2003. Soil texture and carbon relationships under different managements in the caldenal area of La Pampa, Argentina. Ribeirão Preto, São Paulo, XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- Galindo, I. C. L., E. V. S. B. Sampaio, and R. S. C. Menezes. 2005. Uso da palma na conservação dos solos. In Menezes, R. S. C., D. A. Simões, and E. V. S. B. Sampaio, eds. *A Palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso*. Recife: Editora Universitária Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). (pp. 163–176)
- Heong, K. L., and M. M. Escalada. 2005. Scaling up scientific information to rural communities. *Journal of Science Communication* 4(3):1–3.
- INTA EEA Anguil. 2004. Producción y calidad de verdeos de invierno. Boletín de divulgación técnica No. 80. Anguil, La Pampa: INTA, Estación Experimental Agropecuaria (EEA).
- INTA EEA Anguil. 2005. Aspectos de manejo de los suelos en sistemas mixtos de las regiones semiárida y subhúmeda pampeana. Boletín de divulgación técnica No. 87. Anguil, La Pampa: INTA, Estación Experimental Agropecuaria (EEA).
- Jiménez-Osornio, J. J., M. R. Ruenes-Morales, and A. Aké Gómez. 2004. Mayan home gardens: Sites for in situ conservation of agricultural diversity. In Jarvis, D. I., R. Sevilla-Panizo, J. L. Chavez-Servia, and T. Hodkin, eds. *Seed Systems and Crop Genetic Diversity On-Farm. Proceedings of a Workshop*. Rome: IPGRIP. (pp. 9–15)
- Menezes, R. S. C., E. V. S. B. Sampaio, L. M. Silveira, H. Tiessen, y I. H. Salcedo. 2002a. Produção de batatinha com incorporação de esterco e/ou crotalária no Agreste paraibano. In Silveira, L., P. Petersen, y E. Sabourin, eds.

- Agricultura familiar e agro-ecologia no semi-árido: avanços a partir do agreste da Paraíba. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa (ASPTA). (pp. 261–70)
- Menezes, R.S.C., I. H. Salcedo, and E. T. Elliott. 2002b. Microclimate and nutrient dynamics in a silvopastoral system of semiarid northeastern Brazil. *Agroforestry Systems* 56(1):27–38.
- Noellemeyer, E., D. Estelrich, A. Quiroga. 2006. Soil quality in three range soils of the semiarid Pampa of Argentina. *Journal of Arid Environments* 65:142–155.
- Perez, A. M., and R. S. C. Menezes. 2004. Umidade ao longo do perfil do solo em um sistema agroflorestal com gliricídia e milho. In XV Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, Santa Maria, RS. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência de Solo.
- Perez, A. M. M., R. S. C. Menezes, and E. D. Silva. 2005. Nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistema agroflorestal com *Gliricidia sepium* no Agreste paraibano. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 30(3):555–64.
- Querejeta, J. I., H. Estrada, M. F. Allen, J. J. Jiménez-Osornio, and R. Ruenes. (Forthcoming)a. Water source partitioning among Mexican native trees growing on shallow soils over karst in a seasonally dry tropical climate. *Oecologia*.
- Quiroga, A., D. Funaro, E. Noellemeyer, D. Peinemann. 2006. Soil quality indicators and barley fertilization response. *Soil & Tillage Res.*: 90: 63–68.
- Quiroga, A., O. Ormeño, and N. Peinemann. 2001. Materia orgánica. Un indicador de la calidad de suelos relacionado con la productividad de los cultivos. Boletín de divulgación técnica No. 70. Anguil, La Pampa: INTA, Estación Experimental Agropecuaria (EEA).
- Sierra, E., S. Perez, G. Casagrande, G. Vergara. 2001. Efectos del ENSO sobre las precipitaciones del trimestre noviembre-enero (1921/1998) en el centro-este de la provincia de La Pampa (Argentina). *Revista Argentina de Agrometeorología* 1:83–7.
- Silva, T. O., y R. S. C. Menezes. de próxima aparición. Adubação orgânica com esterco e/ou *Crotalaria juncea*: disponibilidade de N, P e K ao longo do ciclo de cultivo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*.
- Tiessen, H., R. S. C. Menezes, I. H. Salcedo, and B. Wick. 2003. Organic matter transformations and soil fertility in a treed pasture in semiarid northeast Brazil. *Plant and Soil* 252(2):195–205.
- Vallejo, A., R. Souto, y A. Quiroga. 2002. Siembra directa y fertilización en sistemas ganaderos de la región semiárida. Boletín de divulgación técnica No. 74. Anguil, La Pampa: INTA, Estación Experimental Agropecuaria (EEA).
- Weisbach, C., H. Tiessen, and J. J. Jiménez-Osornio. 2002. Soil fertility during shifting cultivation in the tropical karst soils of Yucatan. *Agronomie* 22:253–63.
- Zach, A., H. Tiessen, and E. Noellemeyer. 2006. Carbon turnover and ^{13}C natural abundance under landuse change in the semiarid La Pampa, Argentina. *Soil Science Society of America Journal* 70:1541–6

I7

Ganadería, uso del suelo y deforestación en Brasil, Ecuador y Perú

Charles H. Wood y Jean-François Tourrand

La alta tasa de deforestación que tiene lugar en los trópicos de América Central y del Sur es una dimensión clave del cambio ambiental global (CAG). Los productores desmontan grandes áreas de bosques primarios y secundarios para reemplazarlos por pasturas para la cría de ganado (Durning y Brough, 1991). La degradación de las pasturas provocada por el uso de tecnologías no sustentables de manejo obliga a los ganaderos a talar más bosques para mantener sus rebaños. En consecuencia se genera un ciclo de deforestación creciente.

Tan rápida es la expansión de la ganadería en la región amazónica de Brasil que los analistas crearon el término *pecuarização* (*ganaderización*) para describir el extraordinario incremento en el número de cabezas de ganado por unidad agropecuaria, ya sea grande o pequeña. La ganadería también se está propagando en Perú y Ecuador, pero a un ritmo más lento y en respuesta a otros motivos sociales, económicos y políticos. La deforestación es uno de los temas ambientales más candentes de nuestro tiempo, de allí la importancia de estudiar y analizar la estrecha relación entre ella y la ganadería, a través de los factores que convierten a los agricultores en ganaderos y de sus elecciones respecto del manejo de las pasturas.

Estudio comparativo

Las diferencias mencionadas entre Brasil, Perú y Ecuador permitieron realizar una investigación comparativa que brindó una visión que no podría lograrse a través del estudio un solo país o una región en particular. En Perú, las regiones estudiadas fueron Alto Huallaga (*selva alta*) y Aguaytia–San Alejandro (*selva baja*). En Ecuador, el área del Valle de Quijos (*selva alta*), el Puyo–Santa Clara–Palora (*pedemonte*) y la región Coca–Francisco de Orellana (*selva baja*). En Brasil, las regiones oriental, central y occidental, cada una de ellas con características más o menos diferentes. Este enfoque supuso que la comparación de los resultados en diferentes países y regiones podría arrojar luz sobre las causas de la expansión de la ganadería en la Amazonia.

Decisiones sobre el uso del suelo

En la literatura sobre cuestiones ambientales existen diversas perspectivas que tratan de explicar las causas subyacentes al crecimiento de la ganadería. Una corriente otrora influyente sostenía que la cría de ganado no era rentable *per se* y que su expansión en la región amazónica de Brasil se debía principalmente a subsidios gubernamentales y a la especulación con el valor de la tierra (Hecht, 1992). Por el contrario, una perspectiva más reciente afirma que la ganadería en Brasil es rentable debido al desarrollo de economías regionales y al aumento de la demanda urbana (Faminow, 1998). Por último, un tercer punto de vista pone de relieve las ventajas intrínsecas de la cría de ganado, especialmente para los pequeños productores, en comparación con otras actividades agrícolas (Smith et al., 1995; Durning y Brough, 1991).

Las implicancias políticas que se derivan de conclusiones tan opuestas agudizan el debate sobre las causas del desarrollo de la ganadería (Andersen et al., 2002). En vista de la relevancia de estos temas, fue necesario ir más allá de las perspectivas generales para comprender de forma más completa los factores sociales y ecológicos que dan cuenta del ritmo y patrón del cambio en el uso del suelo. Para abordar la complejidad de las relaciones causales, elegimos una estrategia interdisciplinaria que se centró en el proceso de toma de decisiones sobre la asignación de recursos -incluyendo tierra, trabajo y capital- en las empresas y los hogares. La Figura 17.1 destaca las tres “decisiones críticas” que sirvieron para orientar el proceso de recolección y análisis de los datos: 1) la decisión de invertir en ganado, 2) la elección de estrategias de manejo de pasturas y 3) las decisiones acerca de desmontar áreas forestadas.

Después de ubicar las decisiones sobre el uso del suelo en el centro del análisis, indagamos la influencia de las instituciones, hechos y decisiones regionales, nacionales e internacionales en las tres decisiones críticas tomadas localmente. Es decir que el objetivo de la investigación era comprender los procesos de decisión en el nivel micro de los agricultores/ganaderos y también los de otros *stakeholders* ubicados en niveles más distantes de la organización social (escalas meso y macro). La descripción de las múltiples fuerzas y procesos que operan en diferentes escalas tuvo por objeto identificar puntos críticos en la cadena causal de relaciones donde pudieran hacerse recomendaciones políticas para reducir los daños ambientales comúnmente asociados con la ganadería.

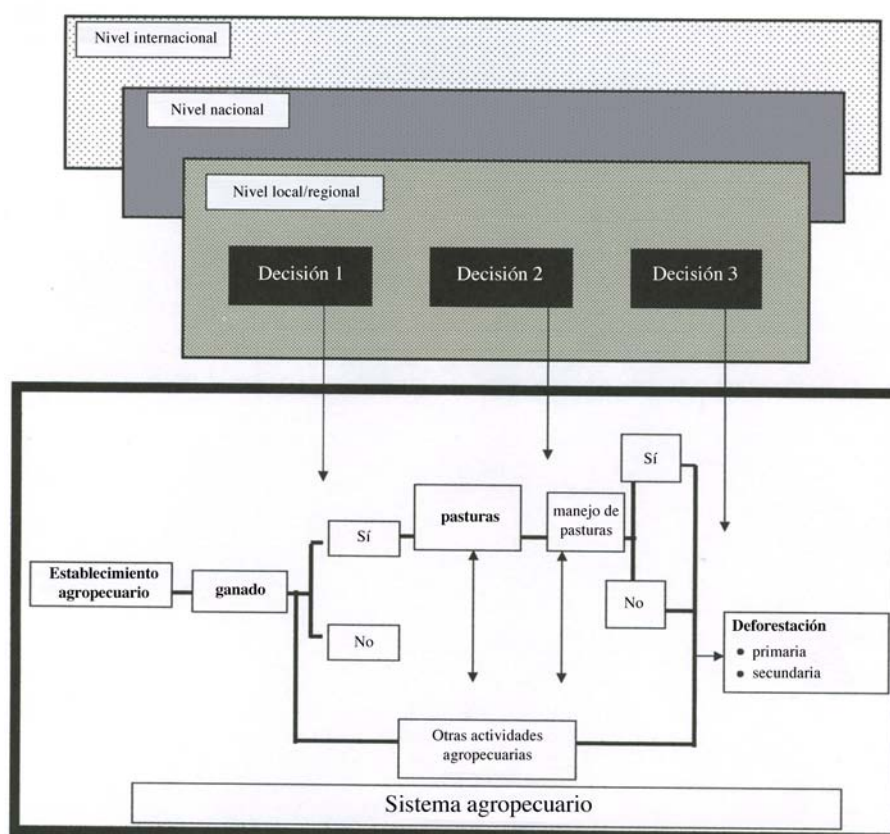


Figura 17.1. Proceso de decisión ante opciones de uso del suelo

Por otro lado, se analizaron las etapas que conectan el nacimiento de un ternero con el consumo final de la carne, es decir los eslabones de la “cadena de comercialización” ganadera, a saber, la compra, el transporte, el engorde y la faena. Cada actividad involucra una serie de actores sociales cuyas decisiones, al igual que las de los productores, están condicionadas desde los niveles locales/regionales, nacionales y globa-

les. El estudio de las cadenas de comercialización resultó ser importante porque éstas determinan los precios que los productores deben aceptar así como los estándares de calidad que deben cumplir.

Recolección de datos: los *stakeholders* como participantes

Equipos interdisciplinarios de investigadores experimentados de Estados Unidos, Brasil, Perú y Canadá realizaron entrevistas exhaustivas a los administradores de unidades rurales. En vez de aplicar un cuestionario formal para cientos de personas seleccionadas al azar como en una encuesta, se hicieron “entrevistas interactivas” con un pequeño número de informantes clave seleccionados de manera sistemática. Los informantes clave eran personas que tenían puestos importantes en el sistema y por lo tanto conocimientos e información pertinentes. La entrevista interactiva es una especie de “conversación dirigida” que da al informante la libertad de responder de diferentes maneras. Las preguntas, indicaciones, comentarios y aclaraciones pueden dirigir a los informantes hacia temas particulares e invitarlos a compartir el conocimiento derivado de su propia experiencia de vida. Los entrevistados tienen la libertad de asignar el grado de pertinencia a los diferentes temas en el marco de una estrategia que es aparentemente improvisada, pero que se centra en los objetivos del proyecto. Cuando se conduce adecuadamente una entrevista participativa, el informante se involucra activamente en la producción del conocimiento (Gubrium y Holstein, 1997). La conversación permite que los *stakeholders* introduzcan temas que no fueron anticipados por el entrevistador (o por la teoría existente), generando de esta manera la posibilidad de sorpresas y nuevos aportes.

La interdisciplinariedad y la capacidad de escuchar los puntos de vista de los *stakeholders*

Las entrevistas con los *stakeholders* estuvieron a cargo de equipos de investigadores de diversas disciplinas, incluyendo la economía, la sociología, la antropología, la geografía, las ciencias veterinarias, agrícolas y políticas. Una innovación muy provechosa fue la rotación de entrevistadores, es decir que los científicos brasileños participaron en las entrevistas desarrolladas en Perú y Ecuador y viceversa. De esta manera se compensó la tendencia habitual que tienen los investigadores de suponer que lo que saben sobre su país puede aplicarse a otros. La suma de investigadores de diferentes nacionalidades también contribuyó al análisis

comparativo porque les permitió tomar conciencia de similitudes y diferencias que de otra manera habrían pasado por alto.

Uniando la ciencia y la política

Las causas del cambio en el uso del suelo en la Amazonia no pueden reducirse a una única variable o a un proceso aislado. Las principales razones que aparecen en los trabajos publicados son la historia, la política, la demografía, las tasas de cambio monetario, la inflación, las instituciones legales, la construcción de caminos, los esquemas de colonización, las leyes impositivas, los mercados, los precios de los productos y la seguridad de poseer la tierra. También se reconoce que el efecto de los factores socioeconómicos en un lugar dado está mediatizado por el contexto biofísico, definido por variables como la calidad del suelo, la disponibilidad de agua, el rango de altitudes y temperaturas y la presencia de pestes y agentes patógenos. La imagen que emerge de estas consideraciones es la de una compleja red que opera dentro de diferentes niveles de organización social y ecológica y a través ellos.

Una manera de abordar estas complejidades fue el enfoque multinivel representado en la Figura 17.1. En lugar de estudiar una variable manteniendo a las otras con un valor constante como en los modelos de regresión estadística, este enfoque tuvo en cuenta simultáneamente las múltiples variables y procesos que causan la expansión de la ganadería. De esta manera, se intentó comprender el proceso de toma de decisiones dentro de las unidades rurales y las empresas agrícolas, pero también se trató dichas decisiones como procesos inmersos en sistemas más amplios. Por lo tanto, el enfoque fue reduccionista y holístico a la vez, más o menos según la forma sugerida por la teoría de la jerarquía en ecología del paisaje (Ahl y Allen, 1996; Allen y Starr, 1982).

Los métodos de recolección de datos así como el diseño general del proyecto tendieron a reducir la brecha que existe entre el análisis científico y la formulación de políticas. Al incluir a los *stakeholders* como participantes en las entrevistas interactivas, los intereses, objetivos y actitudes de actores importantes quedaron plasmados en los resultados. Es más, el diseño multinivel posicionó los intereses de varios *stakeholders* dentro de una constelación más grande de procesos que operaban en varias escalas. En consecuencia, tuvimos la posibilidad de identificar los puntos críticos de la cadena causal de relaciones que son adaptables a los cambios en las políticas.

Desarrollo de Capacidades

El proyecto contribuyó al desarrollo de capacidades mediante la inclusión de jóvenes estudiantes en el trabajo de campo y la provisión de modestas becas de investigación para desarrollar análisis independientes de temas relacionados. Este apoyo directo permitió a veinte estudiantes obtener sus títulos de grado y postgrado en una variedad de disciplinas, incluyendo la antropología, la ecología, la economía, la geografía, las ciencias agrarias, agroforestales y políticas.

Conclusiones

- En los últimos años, la tasa de crecimiento de cabezas de ganado en la región amazónica de Brasil se estimó en un cinco por ciento anual; valor substancialmente mayor que el de Perú y Ecuador.
- Antes se pensaba que la ganadería sin incentivos fiscales -que eran aprovechados por los grandes terratenientes- no era rentable. Hoy en día, la ganadería puede ser redituable tanto para los grandes como para los pequeños productores por muchas razones, incluyendo el bajo costo de producción y la capacidad de abastecer a mercados fuera de la región.
- La carne vacuna producida en la Amazonia tiene un mercado cada vez mayor en el nordeste brasileño y además en el sur, donde se produce la carne de exportación.
- La ganadería es una opción atractiva para los pequeños propietarios por varias causas: el ganado es un activo de fácil liquidez; los precios de la carne vacuna se han mantenido estables en comparación con otros productos agrícolas; la ganadería requiere poca mano de obra, y en general es una actividad familiar; la producción de carne y leche se complementa con otras actividades agrícolas y puede integrarse a ellas; se puede implantar pasturas a bajo costo en áreas inicialmente desmontadas para otros cultivos; los postes para las cercas y otros materiales necesarios a menudo son provistos por los aserraderos a cambio de madera; y la quema anual de pasturas es un tipo de manejo sencillo y de bajo costo.
- Las condiciones biofísicas de la Amazonia son favorables para la ganadería en comparación con otras regiones de Brasil, como el nordeste. El cebú y las cruas entre cebú con

bovinos europeos así como las hierbas forrajeras como la *Brachiaria brizantha* generalmente se adaptan bien a la región.

- La decisión de dedicarse a la ganadería involucra consideraciones culturales, a tal punto que las actividades ganaderas validan identidades sociales deseadas.
- La elección de las estrategias de manejo de pasturas depende de las características de los hogares rurales, de las políticas de precios y las estructuras de mercado y de las características históricas y culturales de la población.
- El consumo de leche en los hogares está abriendo el camino para la elaboración de productos lácteos a bajo costo, cuya comercialización se da en las áreas urbanas de la región y está expandiéndose hacia otras partes del país.
- Las cadenas comercialización tiene una gran influencia en el crecimiento, rentabilidad y estándares de calidad de la producción de carne vacuna y leche.
- Las políticas federales de crédito tendientes a promover la agricultura en Brasil incentivaron a los pequeños propietarios de tierras a dedicarse a la ganadería. Las políticas crediticias tuvieron menos influencia en Perú y Ecuador.
- En Perú, tal vez, la expansión de la ganadería redujo la deforestación en áreas que se dedicaban a la producción de coca. En vez de talar más bosques, los propietarios siembran pasturas en los antiguos campos cocaleros, donde los suelos agotados no son propicios para los cultivos perennes.

En todos los sitios de investigación, la deforestación estuvo asociada con la cría de ganado, aunque su magnitud y la combinación específica de los factores que llevaron al cambio de la cobertura de la tierra variaron de un contexto a otro y según el tipo de productor. En cualquier circunstancia, invertir en ganado sigue siendo una opción atractiva para los pequeños y grandes propietarios que han demostrado una gran capacidad de adaptación a nuevos ambientes y condiciones socioeconómicas cambiantes. La evidencia sugiere que la cría de ganado se expandirá en los próximos años. El enfoque interdisciplinario y de múltiples niveles adoptado en este proyecto es una vía para identificar y analizar aquellos puntos en la “arquitectura” de las influencias que son adaptables a iniciativas políticas para reducir la deforestación y promover el uso sustentable de las pasturas en la Amazonia andina y brasileña.

Referencias

- Ahl, V., and T. F. H. Allen. 1996. *Hierarchy theory: A vision, vocabulary and epistemology*. New York: Columbia University Press.
- Allen, T. F. H., and T. B. Starr. 1982. *Hierarchy: Perspectives for ecological complexity*. Chicago: University of Chicago Press.
- Andersen, L. E., C. W. J. Granger, E. J. Reis, D. Weinhold, and S. Wunder. 2002. *The dynamics of deforestation and economic growth in the Brazilian Amazon*. New York: Cambridge University Press.
- Durning, A., and H. Brough. 1991. *Taking stock: Animal farming and the environment*. Worldwatch Paper 103. Washington, D.C.: Worldwatch Institute.
- Faminow, M. D. 1998. *Cattle, deforestation and development in the Amazon: An economic, agronomic and environmental perspective*. CAB International.
- Gubrium, J. F., and J. A. Holstein. 1997. *The new language of the qualitative method*. New York: Oxford University Press.
- Hecht, S. B. 1992. Logics of livestock and deforestation: The case of Amazonia. In Downing, T. E., S. B. Hecht, H. A. Pearson, and C. Garcia-Downing, eds. *Development or destruction: The conversion of tropical forests to pasture in Latin America*. Boulder, Colo.: Westview Press. (pp. 7–25)
- Smith, N., E. A. Serrão, P. T. Alvim, and I. Falesi. 1995. *Amazonia: Resiliency and dynamism of the land and its people*. New York: United Nations Press

18

Efectos del cambio global en la vegetación de las altas montañas y las sabanas tropicales

Carlos A. Klink, Juan F. Silva, Aura Azócar, Juan González, y Ricardo Herrera-Peraza

¿Cómo responden las sabanas y los ecosistemas de las montañas tropicales al cambio global? ¿Cuáles son los principales cambios en la estructura y el funcionamiento de estos ecosistemas cuando el hombre los usa y los modifica? ¿Cuáles son las retroalimentaciones ecológicas? Para contestar estas preguntas, se utilizaron dos líneas de investigación: por un lado, el análisis de los cambios producidos a lo largo de gradientes naturales y de “alteración humana” y por el otro, el análisis de la estructura y dinámica ecológicas en diversas escalas, desde el paisaje hasta los organismos. Este enfoque permitió explicar cómo respondieron los ecosistemas y sus componentes a diversos cambios ambientales.

Parte de esta información científica puede ser utilizada directamente en los procesos de toma de decisiones. Por ejemplo, nuestros resultados fueron significativos para mostrar los efectos de la transformación a gran escala de los paisajes naturales en tierras de pastoreo, tanto en las nubeselvas andinas como en las sabanas nativas. La vegetación natural andina ejerce un gran efecto moderador de la escorrentía superficial, particularmente durante los períodos de precipitaciones intensas. Esta característica se pierde cuando la vegetación natural es reemplazada por pasturas. La composición florística afecta la magnitud del drenaje superficial, que alcanza niveles muy altos en las tierras de pastoreo de Colombia. (Ataroff y Silva, 2005). Los

efectos reguladores del bosque determinan la magnitud de los caudales aguas abajo y reducen la ocurrencia de inundaciones.

Los científicos de nuestro proyecto tradujeron la información científica para distintos destinatarios con el fin de influir en el proceso de toma de decisiones, la que pudo aplicarse a decisiones regionales sobre uso del suelo basadas en el balance entre las necesidades humanas y las funciones del ecosistema (Klink et al., 2005). La rápida transición a tierras agrícolas y de pastoreo que está ocurriendo en las sabanas del Cerrado brasileño tienen múltiples consecuencias para la biodiversidad, la protección de la cuenca, el secuestro de carbono y otras funciones del ecosistema. En consecuencia, las ventajas y desventajas de la producción de carne, granos y otros productos agrícolas económicamente rentables podrían compararse con las múltiples funciones de los ecosistemas en distintas escalas temporales y espaciales (Klink et al., 2005).

La comunicación de estas ventajas y desventajas influyó en el modo en los tomadores de decisiones usaron el conocimiento científico. Un ejemplo es el informe encargado por el Banco Mundial para apoyar la Iniciativa para el Cerrado Sustentable, a ser financiado por el Fondo para el Medio Ambiental Mundial (Klink, 2004). En julio de 2005, este documento se convirtió en la base para el desarrollo del programa Cerrado Sustentable del Ministerio de Medio Ambiente de Brasil. Los resultados de otras iniciativas que tienen implicancias en las políticas, la capacitación y la difusión de temas relacionados con el cambio global pueden hallarse en las siguientes publicaciones: *Cambios globales, biodiversidad y el funcionamiento de ecosistemas montanos y sabanas en Sudamérica* (Silva et al., de próxima aparición); *Ecofisiología de plantas de páramo* (Azócar y Rada, 2006); *Dinámica hídrica en sistemas neotropicales* (Ataroff y Silva, 2005); y el *Símpoio: Uso del suelo y conservación en el Cerrado: evaluación de las compensaciones entre las necesidades humanas y ecológicas* (Klink et al., 2005). Otros resultados son las bases de datos: “Plantas vasculares de los páramos de Venezuela: botánica y ecología” y “Plantas vasculares de las sabanas de Venezuela: botánica y ecología” (Silva y Ramirez, de próxima aparición).

El acercamiento entre científicos, profesionales y encargados de políticas para tratar temas del CAG es positivo por dos razones: los encargados de políticas pueden incorporar conocimiento científico en su proceso de toma de decisiones, y los científicos pueden encaminar su investigación hacia la solución de problemas. El factor clave para una interacción positiva es la voluntad de ambas partes para entablar un diálogo. No obstante, no se trata de un diálogo fácil por los diferentes idiomas y enfoques de las partes, las diversas perspectivas temporales (particularmente cuando los profesionales quieren poner en práctica el conocimien-

to y los científicos dudan si sus resultados están “listos” para ser utilizados) y la ocasional percepción de que los científicos están investigando temas que no guardan relación con los requerimientos de los encargados de la formulación de políticas.

El desarrollo de capacidades es un área que ambas partes reconocen y valoran, por lo que el diálogo puede ser muy fructífero y constructivo. Nuestra red se concentró en la capacitación de jóvenes ecólogos de la región en pos de una colaboración Sur-Sur (Silva, 2005). La red brindó capacitación metodológica y teórica a más de cuarenta y cinco estudiantes y profesores a través de programas de intercambio, cursos y talleres. Dos profesionales que completaron su doctorado en la red ahora trabajan para los Ministerio de Medio Ambiente y Ciencia de Brasil (en programas internacionales de conservación y políticas de cambio climático, respectivamente). La mayor parte de las actividades de intercambio y capacitación se vincularon a programas de grado en América del Sur. Esto muestra el nivel de madurez de algunos centros académicos de la región. El trabajo en el CRN también ayudó a compensar algunas falencias en los planes de estudio universitarios. Los estudiantes desarrollaron investigación avanzada integrada dentro del programa científico y con un costo relativamente bajo. La efectividad de la red quedó demostrada por los numerosos trabajos realizados, en muchos de los cuales los estudiantes fueron autores y co-autores: cuarenta y cuatro publicaciones, dieciocho trabajos en revisión, trece en preparación y ciento trece presentaciones en reuniones científicas (Silva, 2005).

La red también participó en actividades de difusión hacia el ámbito de la política y la sociedad en general. Aunque no hubo intentos sistemáticos por transferir todos nuestros resultados a la política, algunas de nuestras publicaciones fueron traducidas al portugués y español con esa finalidad (Klink, 2001; Azócar y Fariñas, 2003; Silva, 2003; Silva et al., 2003; Ataroff y Silva, 2005; Minetti y González, 2006).

¿Qué queda por hacer para mejorar el diálogo entre científicos y políticos? Probablemente muchas de las respuestas giren en torno de cómo ubicar el diálogo dentro de un marco estratégico, cómo competir para obtener los mejores recursos humanos y cómo financiar esta actividad a largo plazo. Con el fin de promover el diálogo sobre problemas ambientales entre disciplinas científicas y ámbitos no académicos, es crucial identificar instancias de “viabilidad ecológica” que acomoden nuestras prácticas respecto del cambio ambiental y ayuden solucionar problemas complejos colectivamente (Agrawal, 2005; Norgaard y Baer, 2005). Por lo tanto, sugerimos que el IAI y otras agencias de financiamiento tengan un papel más proactivo en este proceso, contando con una agenda bien desarrollada y con científicos que dediquen todo su tiempo al trabajo en red.

Principales conclusiones científicas

Las nuboselvas de los Andes capturan el agua atmosférica y regulan los caudales y el drenaje desde los 3.000 m de altitud hasta el piedemonte. La fragmentación de estos bosques o su transformación en pasturas implantadas puede afectar los caudales, las inundaciones y los deslizamientos.

En las tierras bajas de la provincia de Tucumán en Argentina, existe evidencia de cambio climático con un incremento en la precipitación media anual, precipitaciones más intensas y mayor nubosidad que provoca que las temperaturas durante el día sean más bajas y más altas durante la noche. Esta combinación de cambios favoreció la transformación de los ecosistemas naturales en sistemas agrícolas.

Muchas de las especies vegetales dominantes en las altas montañas tropicales son especialistas y responden similarmente al estrés térmico e hídrico. Es probable que, con el cambio climático, sean reemplazadas por especies de crecimiento rápido con nichos ecológicos amplios. Las especies más afectadas serían las rosetas caulescentes y los arbustos. La evasión es el principal mecanismo de resistencia a las bajas temperaturas de las especies de roseta dominantes. Otras especies de crecimiento más lento (plantas en cojín, pastos, hierbas y rosetas acaulescentes) recurren a la tolerancia. Con respecto al estrés hídrico, las especies se ubican en un gradiente de evasión-tolerancia, cuyos extremos son, por un lado, la mayoría de los arbustos y las rosetas caulescentes (evasión) y por el otro, las hierbas y los pastos (tolerancia).

El tipo *Polylepis* es un modelo ecológico único para estudiar la distribución de las plantas a lo largo de gradientes altitudinales debido a que alcanza alturas mucho mayores que cualquier otro árbol angiospermo. El *P. sericea* tiene un amplio rango de distribución altitudinal/latitudinal; por lo que las poblaciones de bajas latitudes podrían reemplazar a las de altas altitudes. El *P. australis* se circunscribe a latitudes australes extremas y, en consecuencia, las poblaciones no podrían ser reemplazadas. Ante cambios en el clima, el tipo persistiría mientras que las especies podrían verse afectadas de manera diferente.

El drenaje, la topografía y la vegetación dominante son los factores esenciales para determinar unidades de paisaje y ecológicas del Cerrado brasileño. Algunas características edáficas difieren en la escala de paisaje, pero son menos importantes en la diferenciación de unidades ecológicas.

En los Llanos de Venezuela las formas del relieve y los tipos de suelo tienen influencia en la vegetación leñosa. La densidad de árboles es mayor en superficies arenosas más estables, a pesar de su menor capacidad de retención de agua en las capas superficiales del suelo. El incremento de islas forestales en los Llanos del Orinoco en las últimas décadas no es sólo resultado de la detención de los incendios y el pastoreo. Procesos

ecológicos tales como el establecimiento de nuevas islas leñosas en la matriz del pastizal, la coalescencia de las islas cercanas y la persistencia de las islas establecidas pueden relacionarse con cambios en el patrón de precipitación: mayores promedios mensuales en junio y julio (comienzo de la estación húmeda) y menores promedios de octubre a diciembre (transición temprana a la estación seca). Esta tendencia pudo haber causado que las épocas de crecimiento fueran más húmedas y las transiciones de estación húmeda a seca, más secas. Los plantines pueden producir la biomasa suficiente como para rebrotar y sobrevivir después de los incendios del período seco de los Llanos. Esta tolerancia al fuego indica que el déficit de agua (en espacio y tiempo) tiene más relación con la regeneración de las especies leñosas.

Las raíces profundas afectan la hidrología del Cerrado. Durante la estación seca las capas profundas del suelo pueden aportar hasta el ochenta por ciento del agua total utilizada por las comunidades dominadas por árboles. Pareciera que las raíces profundas actúan como proveedoras de agua para la vegetación cuando la precipitación es menor que la normal durante la estación de crecimiento. El reemplazo de ecosistemas naturales por pasturas implantadas puede cambiar el balance hídrico del Cerrado. Además, existe evidencia de actividad biológica y disponibilidad de fósforo en el suelo profundo y se cree que su provisión depende del ciclo biológico.

El rango de abundancia natural de nitrógeno-15 en las hojas de las plantas del Cerrado es similar al existente en otros ecosistemas limitados en nitrógeno. La variabilidad de nitrógeno-15 encontrado se debe a la presencia de legumbres fijadoras de nitrógeno, a asociaciones con mycorrhiza, a la variabilidad en la concentración de materia orgánica con la profundidad y a la estacionalidad de la fijación del nitrógeno y mineralización de los suelos y los incendios.

Los stocks de carbono en el Cerrado “natural” son mayores que en las pasturas implantadas (que cubren el veinticinco por ciento del Cerrado). En ambos ecosistemas, la mayoría de los stocks del carbono proveniente de la biomasa son subterráneos, donde los flujos son más intensos. El reciclado de carbono es más rápido en las pasturas. Las prácticas de manejo pueden cambiar el sentido de la transferencia (de tierra a atmósfera o de atmósfera a tierra).

Agradecimientos

Agradecemos a Charles Wood, Jerry Melillo y Sônia Ganesella por sus comentarios y correcciones a este manuscrito.

Referencias

- Agrawal, A. 2005. *Environmentality: Technologies of government and the making of subjects*. New Ecologies for the 21st Century Series. Durham, N.C.: Duke University Press.
- Ataroff, M., y J. F. Silva, eds. 2005. *Dinámica hídrica en sistemas neotropicales*. Investigaciones en Dinámica Hídrica de la red RICAS. Mérida, Venezuela: Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE). (48 pp.)
- Azócar, A., y M. Fariñas. 2003. Páramos. In Aguilera, M., A. Azócar, A. E. González-Jimenez, eds. *Biodiversidad en Venezuela*, Tomo II. Caracas, Venezuela: Ediciones Fundación Polar y Fonacit. (pp. 716–33)
- Azócar, A., y F. Rada. 2006. *Ecofisiología de plantas de páramo*. Mérida, Venezuela: Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE). (178 pp.)
- Klink, C. A. 2001. O papel da pesquisa ecológica na gestão ambiental e manejo de ecossistemas. In Burstyn, M., ed. *A Dificil Sustentabilidade*. Rio de Janeiro: Garamond Universitária. (pp. 77–84)
- Klink, C. A. 2004. Synthesis report for the Brazil Sustainable Cerrado Initiative. Washington, D.C.: World Bank.
- Klink, C. A., R. DeFries, and R. Cavalcanti, eds. 2005. *Symposium: Cerrado Land-Use and Conservation: Assessing Trade-Offs Between Human and Ecological Needs*. 19ª Reunión anual de la Sociedad de Conservación Biológica, Brasília, Brasil, 15–19 de julio, 2005. Discussion drafts of papers published in CD-ROM. Washington, D.C.: Universidade de Brasília y Conservation International.
- Minetti, J. L., y J. A. González. 2006. *El cambio climático en Tucumán - Sus impactos*. Serie Conservación de la Naturaleza N° 17 Fundación Miguel Lillo -Tucumán, Argentina.
- Norgaard, R. B., and P. Baer. 2005. Collectively seeing complex systems: The nature of the problem. *BioScience* 55(11):953–60.
- Silva, J. F., A. Azócar, C. A. Klink, J. González, y R. Herrera-Peraza. 2003. *Ecología Tropical Para El Cambio Global*. Informe Anual 2002-2003 del Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global. Sao José dos Campos, Brasil: Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI). (pp. 20–33)
- Silva, J. F. 2003. Sabanas. In Aguilera, M., A. Azócar, A. E. González-Jimenez, eds. *Biodiversidad en Venezuela*, Tomo II. Caracas, Venezuela: Ediciones Fundación Polar y Fonacit. (pp. 678–95)
- Silva, J. F. 2005. Comparative study of the effects of global change on the vegetation of two ecosystems: High tropical mountain and tropical savanna. Informe Final del CRN-040 presentado al IAI. Mérida, Venezuela: Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE).
- Silva, J. F., y M. E. Ramirez. De próxima aparición. *Plantas vasculares de las sabanas de Venezuela: botánica y ecología*. Mérida, Venezuela: Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE).
- Silva, J. F., M. Ataroff, A. Azócar, M. Fariñas, C. Garcia-Núñez, J. González, C. A. Klink y F. Rada. De próxima aparición. *Cambios globales, biodiversidad y el funcionamiento de ecosistemas montanos y sabanas en Sudamerica*. Mérida, Venezuela: Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE).

19

La investigación del cambio global como herramienta para mejorar las políticas y el manejo de los ríos amazónicos

Michael E. McClain, Remigio Galárraga-Sánchez, Carlos A. Llerena y José Efraín Ruiz

Marco científico

El cambio global en las laderas orientales de los Andes plantea grandes desafíos para el desarrollo sostenible. La pobreza se generalizó en los sectores amazónicos de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia y las presiones derivadas del rápido crecimiento de la población conducen a cambios en el uso del suelo que son, en gran medida, descontrolados y descoordinados (Mena et al., 2006). Es más, esta conversión de bosques a agricultura y pasturas se está expandiendo sobre una de las regiones más ricas en biodiversidad del planeta y se teme por su degradación (Mittermeier et al., 1997). Los pronósticos de un potencial cambio climático no son muy confiables en esta región, pero los gobiernos andinos, basados en las consecuencias de la alta variabilidad climática vinculada a El Niño, piensan que los cambios del clima sólo exacerbarán sus problemas de desarrollo (CONAM, 2002). Los ríos modelan y mantienen los ecosistemas de la Amazonia Andina y son vitales para el desarrollo sostenible de la región con la consecuente mejora en las condiciones de vida de sus habitantes.

Los ríos son valiosos para la salud, el bienestar y la prosperidad de los habitantes y de los ecosistemas naturales de la región Andino-Amazónica y, por lo tanto, los impactos del cambio ambiental amenazan los servicios que esos ríos brindan. El pescado y los animales anfibios aportan más del cincuenta por ciento de la proteína animal de las dietas de las poblaciones autóctonas y los colonos (Galárraga et al., 2001; McClain et al., 2001; Ayllon, 2002). En las montañas, los valles aluviales son las únicas tierras agrícolas de calidad y, a menor altura, los suelos fértiles de los bancos fluviales permiten obtener cultivos ricos en proteínas que no pueden darse a mayor altitud (Cossio, 2002; McClain y Cossio, 2003). Los ríos y arroyos son la principal fuente de agua potable, pero al mismo tiempo son receptáculo de los desechos (Galárraga et al., 2001; Puentes, 2004; Blanco, 2005). En consecuencia, los habitantes de la región padecen una gran variedad de enfermedades transmitidas por el agua y la diarrea es una afección común entre los niños (McClain et al., 2001). Otras amenazas para condición y calidad de los ríos de la región incluyen los impactos de los centros urbanos, la agricultura, la ganadería, la actividad forestal y la extracción de petróleo (McClain, 2002; Celi, 2005). Por otra parte, los ríos son de vital importancia para el comercio ya que son la vía primaria para transportar productos desde y hacia muchos lugares de la región. Por último, constituyen un significativo medio de recreación, especialmente para los niños que buscan en sus frescas aguas un alivio para el calor. Para los indígenas, los ríos también tienen gran valor espiritual.

El proyecto Análisis y Monitorización de los Ríos de la Amazonia Andina (AARAM, por sus siglas en inglés) fue financiado por el CRN del IAI para examinar las relaciones entre el clima, las características del terreno, la dinámica poblacional y los sistemas hídricos en la región Amazónica Andina. La meta principal de AARAM era brindar orientación científica a la gestión y formulación de políticas hídricas. El trabajo se concentró en caracterizar los patrones temporales y espaciales de cantidad y calidad del agua y en estudiar las relaciones funcionales entre esas propiedades, otras características naturales y las acciones humanas. Los PIs de AARAM eran limnólogos e hidrólogos y contaron con colaboradores locales para desarrollar el aspecto de las dimensiones humanas de la gestión de recursos.

Resultados científicos principales

- En la región de la Amazonia Andina la conversión del uso del suelo acompaña el rápido crecimiento de la densidad poblacional y la expansión de los caminos.

- La configuración de la cobertura del suelo en áreas controladas por colonos y grupos indígenas se correlaciona más con variables físicas que limitan los usos del suelo que con variables culturales.
- La concentración y flujo de sedimentos y solutos de las áreas de captura andinas se correlaciona tanto con el caudal como con el uso del suelo. En escalas diarias la cantidad de sedimentos y nutrientes aumenta con el caudal, mientras que su promedio en plazos mayores es una función de la agricultura y la ganadería río arriba.
- Si bien las concentraciones de sedimentos son muy altas durante las crecidas, los niveles de nutrientes solubles y materia orgánica se mantienen bajos en comparación con tierras utilizadas de manera intensiva.
- No obstante, el grado de reacción de la concentración de sedimentos y solutos al volumen diario de agua sugiere que los sistemas hídricos de la Amazonia Andina son especialmente vulnerables a los cambios biogeoquímicos generados por el cambio del uso del suelo. En consecuencia, la intensificación de los cambios en el futuro alteraría en gran medida la biogeoquímica de los ríos.
- Los habitantes de la región dependen de los ríos por sus numerosos servicios. Los ríos son la fuente primaria de agua para todos los usos humanos y al mismo tiempo, receptor de los desechos. El pescado es un componente importante de la dieta local y los suelos ribereños producen los cultivos más nutritivos.
- Aparentemente los ríos andinos son capaces de asimilar los desechos domésticos de las ciudades ribereñas con bastante eficacia, pero los efectos acumulativos de estas descargas disturbán significativamente los hábitats del lecho del río aún cuando esta contaminación es difícil de detectar en la columna de agua.
- El manejo del agua y los ecosistemas riparios es inconsistente en la región dado que el acatamiento a las leyes es muy bajo. Se comprobó que los indígenas cumplían más con las prescripciones de gestión hogareña por su fuerte estructura comunitaria y el respeto a la autoridad.

Aplicabilidad: la situación política y legal

A pesar del valor indiscutible de los ríos para el bienestar y el potencial de desarrollo de las comunidades andino amazónicas, las leyes de protección y la gestión cuidadosa no están entre las prioridades de las autoridades nacionales y locales. De hecho, los ríos son uno de los recursos más vulnerables y menos protegidos de la Amazonia Andina. Aunque la explicación para esta situación tiene muchas aristas y difiere de una parte de la región a otra, se destacan ciertos factores comunes. Desde una perspectiva nacional, la baja densidad de población, la pobreza relativa y la distancia hacen que la Amazonia generalmente quede fuera del debate nacional sobre las políticas públicas, la reforma legal y las inversiones de desarrollo comunal. Otro punto clave en esta misma escala es la distribución y el valor comercial de los recursos en los países amazónicos. Por ejemplo, el petróleo y la madera de la Amazonia son considerados recursos de importancia nacional. Es por ello que los ministerios desarrollan acciones en la región y existen políticas nacionales y agencias reguladoras, aunque estas últimas no siempre cumplen con su función.

Como se considera que las pesquerías son un recurso esencialmente costero, todas las políticas e inversiones se concentran en las costas. Las pesquerías fluviales reciben muy poca atención y ésta se centra en los grandes ríos que están cerca de las principales ciudades amazónicas (Leticia, Iquitos, Pucallpa). En general, la pesca artesanal no está reglamentada. Los sistemas legales y regulatorios para el manejo de recursos hídricos se orientan a las regiones áridas y semiáridas de los ecosistemas andinos. Es por ello que la gestión hídrica se limita casi exclusivamente a la irrigación y es este aspecto el que más se refleja en las leyes y políticas. Creemos que esto obstaculiza sustancialmente la gestión efectiva de los ríos de la Amazonia Andina (McClain y Llerena, 1998). Tal como se la practica hoy en día, la gestión del agua se concentra principalmente en su uso fuera de los cursos fluviales, mientras que los temas más urgentes de la región están ligados a los cursos de agua en sí. En consecuencia, los países de la Amazonia Andina carecen de marcos legales y capacidades institucionales para gestionar efectivamente los recursos hídricos.

Dicho esto, para gran parte de la Amazonia Andina rural, las políticas nacionales son prácticamente inaplicables en las realidades cotidianas del manejo de recursos naturales. El uso de algunos recursos (por ejemplo, la extracción de petróleo) está fuertemente regulado en el nivel nacional, a diferencia de la obtención y el aprovechamiento de otros (incluyendo agua, madera, tierra y fauna silvestre) por parte de los habitantes del lugar. En cambio, son las autoridades, las instituciones, las economías y las prácticas culturales locales las que ejercen los mayores controles sobre el manejo de recursos, que está estrechamente relacionado

con la educación y la tenencia de la tierra. Los colonos y los grupos indígenas que poseen las tierras invierten en un manejo adecuado en el convencimiento de que cosecharán las recompensas de su esfuerzo. Por otro lado, los ríos y sus riquezas son propiedad de los estados, por ser recursos compartidos están sujetos al uso y gestión irresponsable típico de esta clase de recursos. En general, compete a los gobiernos el manejo efectivo de los recursos comunes, pero la presencia nacional es mínima en las comunidades de la Amazonia y los gobiernos regionales y locales tienen capacidades muy limitadas.

Difusión, redes y desarrollo de capacidades: enfoque y lecciones aprendidas

Desde nuestra etapa de planificación, trabajamos para vincular las actividades de AARAM a la toma de decisiones y la gestión de recursos hídricos en Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. Sin embargo, nuestro abordaje evolucionó y cambió en el transcurso del proyecto. Al momento de presentar la propuesta, firmamos cartas de acuerdo con las agencias gubernamentales responsables del control de los recursos hídricos en cada país (Tabla 19.1). Nuestro objetivo era garantizar que las actividades de AARAM se sumaran a las de los sistemas nacionales de monitorización y que nuestros datos contribuyeran con ellos. Llegamos a la conclusión de que la manera más efectiva de construir lazos entre AARAM y esas agencias era lograr la participación de algunos de sus integrantes en el CRN como estudiantes de postgrado. Esta técnica fue exitosa y a lo largo del proyecto capacitamos un hidrólogo del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología de Perú (SENAMHI-Perú) (quien desde entonces fue promovido a Jefe de Hidrología) y dos hidrólogos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de Ecuador (INAMHI) (uno de los cuales ahora dirige el área de investigación de la institución).

Tabla 19.1. Socios gubernamentales de AARAM al inicio del proyecto

País	Agencia
Colombia	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)
Ecuador	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)
Perú	Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (SENAMHI)
Bolivia	Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (SENAMHI)

No obstante, nuestra experiencia con las agencias fue bastante inconsistente y para lograr su compromiso a largo plazo hubo que subcontratarlas para que realizaran observaciones en las estaciones de sus redes. Todas las agencias mostraron interés en agregar estaciones a sus redes, pero los costos de construcción y personal excedían nuestro presupuesto. Sólo el INAMHI permaneció en el proyecto durante los cinco años, principalmente porque lo subcontratamos para tomar muestras en tres de sus estaciones y trabajamos juntos en el modelado de los procesos de escurrimiento de la precipitación diaria en la cuenca superior del Río Quijos (Galárraga y Torres, 2001; Galárraga et al., 2004; Galárraga et al. 2005). El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) sólo participó directamente en el proyecto los tres primeros años, mientras duró la subcontratación de sus hidrólogos para tomar muestras en los ríos de las tierras bajas donde no había estaciones permanentes. El SENAMHI de Bolivia se retiró en los inicios porque ese país todavía no había ratificado el Acuerdo para la Creación del IAI y no era posible erogar fondos allí. En el caso de Perú, un solo miembro del SENAMHI realizó estudios en el marco del CRN y desarrolló un modelo muy útil para pronosticar caudales en la cuenca del Río Pachitea, que por lo que sabemos, fue adaptado a otras cuencas de Perú (Ordoñez, 2001).

En el primer año del proyecto, también trabajamos para difundirlo y buscar el apoyo de varias agencias gubernamentales nacionales. Presentamos el AARAM en reuniones y seminarios con el Ministerio de Ambiente de Colombia (en presencia del Viceministro), el Instituto para el Ecodesarrollo de la Región Amazónica Ecuatoriana (ECORAE), la Fundación para la Ciencia y la Tecnología (FUNDACYT) de Ecuador, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) de Perú y el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) de Perú, lo que aumentó la visibilidad del proyecto y del IAI. Sin embargo, estas actividades no generaron cooperaciones de largo plazo quizá porque los magros presupuestos de estas agencias ya estaban comprometidos. Si bien hubo un manifiesto interés en que AARAM realizara estudios en apoyo a las actividades planificadas y en curso en estas instituciones no se sabía cómo aplicar los futuros resultados de AARAM, lo que constituyó una prueba de la distancia entre las prioridades de la ciencia y los intereses prácticos de los encargados de políticas. Aunque todavía nos encontrábamos en una etapa temprana del AARAM, ya era tarde para buscar otros socios del área de gobierno.

Dado que no se pudieron desarrollar asociaciones en el nivel nacional y al comprender la dinámica de la gestión hídrica en el sector rural de la región, durante el segundo y el tercer año del proyecto, hicimos énfasis en el nivel local. Nuestra estrategia central fue vincularnos con los gobiernos locales y las organizacio-

nes no gubernamentales (ONGs) de las áreas donde hicimos trabajo de campo. Nuestro lazo más fuerte se estableció con las autoridades locales de la ciudad de Oxapampa en Perú, donde logramos una presencia semi-permanente gracias al apoyo económico de la Fundación Andrew W. Mellon. El gobierno de Oxapampa se interesó en nuestro trabajo y comenzó un programa comunitario destinado a reducir el vertido de desechos en el río (que era la modalidad de deposición de residuos utilizada hasta el momento). Se colocaron carteles informativos cerca del centro de la ciudad y cestos para basura a lo largo de la ribera. Asimismo, comenzamos un programa de educación ambiental en las escuelas primarias, que culminó en la celebración anual del Día del Río. Ese día los niños organizan una feria en la plaza principal y presentan dibujos, modelos y posters de sus estudios sobre los procesos fluviales y las buenas prácticas de manejo. En dos casos, estudiantes del AARAM tomaron la iniciativa de establecer vínculos con las comunidades pequeñas en las que trabajaban. Produjeron materiales educativos y realizaron talleres comunitarios para presentar los resultados del proyecto y analizar sus implicancias.

Nuestras asociaciones locales más productivas fueron las establecidas con las ONGs de desarrollo, cuyo personal fue el complemento ideal para nuestro equipo técnico. El compromiso de las ONGs con las comunidades suele ser de largo plazo y por lo tanto gozan de un nivel de confiabilidad que un proyecto de investigación de tres a cinco años no podría lograr. Ellas comprenden las necesidades de la comunidad y fueron capaces de ver conexiones entre los estudios técnicos y el desarrollo que escapaban a las posibilidades de los miembros de nuestro equipo. El ideal de ONG con la cual asociarse debería tener vinculaciones con actores y actividades internacionales más amplias que les permitan conocer el contexto de los temas de investigación priorizados por el IAI. Por ejemplo, nuestros socios más efectivos fueron ProNaturaleza (de Perú), que está estrechamente asociada a Nature Conservancy; el Instituto del Bien Común (de Perú), que tiene lazos con el Centro de Investigación Woods Hole y EcoCiencia (de Ecuador), que se encargó de implementar localmente varias iniciativas internacionales. Aquí, una vez más, la estrategia de construir puentes a través de los estudiantes fue muy efectiva y dos miembros de EcoCiencia completaron su formación de grado con AARAM.

Desafíos futuros

Las importantes lecciones aprendidas durante el proyecto AARAM seguirán planteando desafíos para forjar asociaciones efectivas con los encargados de políticas y los *stakeholders* en los países menos desarrollados de las Américas. El primero de ellos consiste en adaptar las actividades de investigación a los temas

de interés nacional inmediato. Aprendimos que, independientemente de su mérito, las actividades científicas que no lo hacen tendrán pocas probabilidades de promover la cooperación. El segundo desafío es entender la escala a la que deberían tomarse las decisiones sobre la gestión de recursos para aprovechar al máximo el aporte científico. Para los programas de investigación que se basan en el trabajo de campo, sería más útil concentrarse en la relación con los encargados de políticas y *stakeholders* locales. En este caso, habría que desarrollar asociaciones con ONGs que puedan conectar mejor los resultados de la investigación con las necesidades y los programas de desarrollo de las comunidades.

Referencias

- Ayllon, R. 2002. Social and ecological evaluation of the use and management of fish resources in the Pachitea River Basin, Peruvian Amazon. Tesis de Maestría, Florida International University, Miami.
- Blanco, A. 2005. The impact of solid and liquid wastes from rural communities on the Chorobamba River, Oxapampa, Peruvian Amazon. Tesis de Maestría, Florida Internacional University, Miami.
- Celi, J. 2005. The vulnerability of aquatic ecosystems of the (upper) Napo River basin to anthropogenic (activities) disturbances, Ecuadorian Amazon. Tesis de Maestría, Florida International University, Miami.
- CONAM 2002. Estrategia Nacional de Cambio Climático. Lima, Perú: Comisión Nacional de Cambio Climático (CONAM). (<www.conam.gob.pe>)
- Cossio, E. 2002. Socioeconomic controls on land use in riparian zones of the Pachitea Basin, central Andean Amazon, Peru. Tesis de Maestría, Florida International University, Miami.
- Galárraga, R., M. Delgado, y M. F. Arias. 2001. Diagnóstico de las condiciones actuales de uso del agua en la cuenca del río Napo (Amazonía Ecuatoriana), dentro de un esfuerzo regional andino. Caso puntual dimensiones humanas-cuenca del río Napo-Amazonía Ecuatoriana. Seminario Taller Internacional: Un enfoque integrado para la gestión sustentable del agua—Experiencias de cooperación. Buenos Aires, Argentina.
- Galárraga R., J. Molina, y M. Villacís. 2004. Modelación matemática del proceso precipitación escurrimiento en la cuenca del río Quijos, cuenca alta del río Napo, Ecuador. Informe Final. Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI).
- Galárraga R., and M. C. Torres. 2001. Water quality in the Napo River Basin (Ecuadorian Andean Amazonia). Andean Amazon Rivers Analysis and Management Project (AARAM). Mountain Research and Development 21(3):295–6.
- Galárraga R., M. Villacís, M. Ayabaca, and J. Molina. 2005. Daily precipitation-runoff modelling in an Andean Amazon river basin. Case study: The Quijos river basin in the upper Amazon Napo river basin in Ecuador. San José, Costa Rica: Congreso V Foro Centroamericano y del Caribe de cuencas hidrográficas “desarrollo de cuencas hidrográficas.”
- McClain, M. E. 2002. The application of ecohydrological principles for better water quality management in South American rivers and wetlands. En McClain, M. E., ed. The ecohydrology of South American rivers and wetlands. Publicación especial no. 6 de la International Association of Hydrological Sciences. (pp. 193–209)
- McClain, M. E., L. M. Aparicio, and C. A. Llerena. 2001. Water use and protection in rural communities of the Peruvian Amazon. Water International 26:400–10.
- McClain, M. E., and R. E. Cossio. 2003. The use and conservation of riparian zones in the rural Peruvian Amazon. Environmental Conservation 30:242–8.
- McClain, M. E., y C. A. Llerena. 1998. El Manejo de Cuencas en la Selva: De los Andes a la Amazonia. Agua y Riego 11:11–3.
- Mena, C.A., R. Bilsborrow, and M. E. McClain. 2006. Socioeconomic drivers of deforestation in the Napo River basin of Ecuador. Environmental Management 37:802–15.
- Mittermeier, R. A., P. Robles Gil, and C. G. Mittermeier, eds. 1997. Megadiversity: Earth's biologically wealthiest nations. Monterrey, México: CEMEX.
- Ordoñez, J. 2001. Análisis Hidrometeorológico y Aplicación del Modelo de Simulación IPH-MEN en la Cuenca del Pachitea. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Puentes, A. 2004. Environmental conservation through solid waste management from the cradle to the grave in the Amazon: A case study in Puerto Bermudez, Peru. Tesis de Maestría, University of Florida, Gainesville.

20

Modelo participativo para integrar a los *stakeholders* en la ciencia: impactos del aumento de la radiación ultravioleta-B en los servicios ecosistémicos

Marjan van den Belt, Robert Costanza, Serge Demers, Susana Díaz, Gustavo A. Ferreyra, Sônia M. F. Ganesella, Evamaria W. Koch, Fernando R. Momo y Maria Vernet

Históricamente, el modelado matemático estuvo en manos de expertos (van del Belt, 2004), sin embargo, cuando se lo aplica en cuestiones políticas -que involucran diversas disciplinas y *stakeholders*— el enfoque científico resulta limitado. En general, los modelos para propósitos políticos son bastante complejos y es difícil comunicar sus resultados (o su lógica subyacente) a los tomadores de decisiones en forma “creíble” (Costanza y Ruth, 1998). La credibilidad de los modelos depende de su habilidad técnica para reproducir las observaciones registradas y el nivel en que los *stakeholders* involucrados aceptan los supuestos del modelo. Dentro de las disciplinas científicas, el segundo punto generalmente se da por sentado, sin embargo, requiere atención especial en el modelado para la política. Para lograr la aceptación de los diversos *stakeholders* afectados por un problema, es indispensable su participación en el proceso de modelado. Este capítulo describe un enfoque participativo -con científicos y *stakeholders*- para la construcción de un modelo para estudiar los impactos del incremento de la radiación ultravioleta B (RuvB) en los servicios de los ecosistemas (Tabla

20.1). Los resultados de experimentos de pequeña escala demostraron que el incremento de *RuvB* tiene efectos variados en los organismos, los ecosistemas y sus servicios (Smith et al., 1992), aunque aún no se ha podido explicar cómo esos efectos cambian de escala.

Tabla 20.1 Enfoque general del modelo participativo (descrito por van den Belt, 2004) con sus tres etapas y actividades correspondientes

1. Preparación	1.1. Identificación de <i>stakeholders</i> 1.2. Formación del grupo de participantes 1.3. Entrevistas introductorias 1.4. Preparación del modelo preliminar
2. Talleres	2.1. Introducción 2.2. Definición del Problema 2.3. Construcción cualitativa del modelo 2.4. Construcción cuantitativa del modelo 2.5. Simulación
3. Seguimiento	3.1. Manual de instrucciones 3.2. Evaluación

Métodos

El modelado participativo es un proceso dirigido en el cual los *stakeholders* están involucrados en todos sus aspectos y etapas (van den Belt, 2004). Como los *stakeholders* deciden qué elementos se incluyen en el modelo construido colectivamente, comprenden el valor (y las limitaciones) de los resultados. En este proyecto, los quince participantes fueron investigadores dedicados al estudio de la *RuvB* y *stakeholders* locales que trabajan en temas científicos y sociales.

Es difícil precisar los impactos socioeconómicos de la *RuvB* porque no se han identificado relaciones causa-efecto en la escala local. La naturaleza del estudio no permite un diseño experimental y los grupos de control son difíciles de reconocer. Las observaciones históricas brindan algunas pistas, pero para que sean útiles hay que relacionarlas con otras tendencias.

Preparación

Gran parte de la investigación de este CRN se dedicó a las diferencias latitudinales en los efectos de la *RuvB* y se hicieron experimentos en distintos lugares de las Américas. Elegimos Ushuaia en Argentina para

establecer lazos con los *stakeholders* porque es el área donde el problema es más severo y las fluctuaciones de RuvB son muy grandes. Por consiguiente, los habitantes del lugar manifiestan una gran preocupación ante los potenciales impactos en la salud y la economía. El modelo que se construyó en Ushuaia fue posteriormente ampliado para cubrir el área desde el Ártico hasta la Antártida (van den Belt et al., 2006).

En este capítulo se presenta el proceso de construcción del modelo. En van den Belt et al. (2006), pueden encontrarse más detalles sobre los resultados y escenarios. Los datos disponibles para calibrar y probar el modelo son muy escasos por lo que muchos resultados son especulativos. El modelo tiene gran credibilidad debido a su aceptación por parte de los *stakeholders*, no obstante, la calibración técnica necesita más desarrollo.

Primer taller

El primer taller se realizó en noviembre de 2000 en Ushuaia, Argentina, y duró cuatro días. En la identificación de *stakeholders* locales, tuvo un papel decisivo un representante del Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC) -la institución anfitriona— por su conocimiento previo de las partes interesadas de la región. En Ushuaia, la RuvB empezó a estudiarse en 1988, poco después del descubrimiento de agujero de ozono antártico. En el taller participaron diez *stakeholders* de las áreas de turismo, salud (un oftalmólogo, un dermatólogo), educación, comercio (pesqueros), el gobierno local, además de los científicos (meteorólogos y varios técnicos del CADIC). Todos ellos contribuyeron en los diversos aspectos del taller (van den Belt et al., 2006). Al comienzo, se estableció el objetivo, se presentaron los cuatro componentes básicos del software (STELLA, High Performance Systems, Inc.) y se formularon las preguntas que el modelo debería responder, a saber:

- ¿Cuáles son los impactos directos e indirectos de la RuvB?
- ¿Podemos definir una sinergia o mecanismo de interacción entre los diferentes sectores representados en el proyecto?
- ¿El efecto de la RuvB en la salud de los humanos y de los ecosistemas cambia con la escala?
- ¿Cómo se manifiesta el retardo entre la liberación de clorofluorocarbonos (CFC) y sus consecuencias (recuperación de la capa de ozono, respuestas de los ecosistemas y efectos en la salud)?
- ¿Cuál es la influencia local y global de las políticas existentes? ¿Existen soluciones?
- ¿Es necesario incluir el calentamiento global en el modelo?

Con anterioridad se había preparado un modelo preliminar basado principalmente en la literatura existente. El grupo decidió que dicho modelo era un punto de partida razonable, pero su uso se vio obstaculizado porque los participantes se concentraban más en sus respectivas especialidades que en el sistema en su conjunto. La estructura del modelo cualitativo desarrollado durante el curso de casi tres días fue la base para un análisis conceptual a partir del cual se generaron nuevas líneas de investigación (Belzile et al., 2006; Costa et al., 2006; Díaz et al., 2006; Momo et al., 2006; van den Belt et al., 2006). Durante el último día, se volcaron en el modelo los datos y la información disponible. Asimismo, se desarrollaron los lineamientos para la recolección de datos en los dos años siguientes. Se cerró el taller con una re-evaluación de la definición original del problema y con “las preguntas que el modelo debería responder”.

Entre la primera y la segunda reunión los científicos y los *stakeholders* se dedicaron a la recolección de información. En diciembre de 2001, Argentina sufrió una gran crisis económica y, en consecuencia, el dinero disponible para financiamiento científico tocó su punto más bajo. La recolección de datos dejó de ser una prioridad para los *stakeholders* voluntarios locales; algunos participantes cambiaron de trabajo o simplemente dejaron de responder.

Segundo Taller

En marzo de 2004, se realizó una segunda reunión de *stakeholders* en Ushuaia. Se presentó el modelo, se recibieron comentarios, se hicieron corridas para algunos escenarios y se revisaron las preguntas que el mismo debería responder. Hubo una menor participación de los *stakeholders* porque la economía nacional había desviado el interés hacia cuestiones relacionadas con el sustento diario. También se comprobó que el escenario de disminución del turismo, previsto en la primera reunión, no se había producido.

Construcción del modelo

Originalmente se esperaba que el modelo participativo funcionara como puente entre los *stakeholders* locales y los investigadores, que los resultados científicos llegaran al público en general y que fuesen útiles para la formulación de políticas. El modelo fue construido con STELLA, que utiliza cuatro componentes icónicos básicos: stocks, flujos, variables auxiliares y conectores. Estos pueden ser identificados fácilmente en las estructuras del modelo como rectángulos, válvulas, círculos y flechas, respectivamente. La estructura con-

ceptual del modelo resultante de la primera reunión fue relativamente bien aceptada por el grupo y provocó debates muy fructíferos y enriquecedores. La recolección de datos resultó ser mucho más difícil de lo que se había anticipado y en consecuencia se simplificó la versión final del modelo.

En las Figura 20.1 y 20.2 se presentan dos componentes del modelo. Los servicios de los ecosistemas (Figura 20.1) son una forma constructiva de relacionar los ecosistemas con su aporte al bienestar humano (Boumans et al., 2002). Este componente permitió condensar todos los impactos de la RuvB en los sistemas marinos y las marismas y expresar los impactos en términos monetarios. Si bien los cambios antrópicos en el sector marino pueden *afectar* el clima global, se anticipa más bien que son las marismas las que se verán *afectadas por* el cambio climático. Éstas ocupan áreas relativamente pequeñas en comparación con los océanos, pero el valor por hectárea de los servicios de esos ecosistemas es alto.

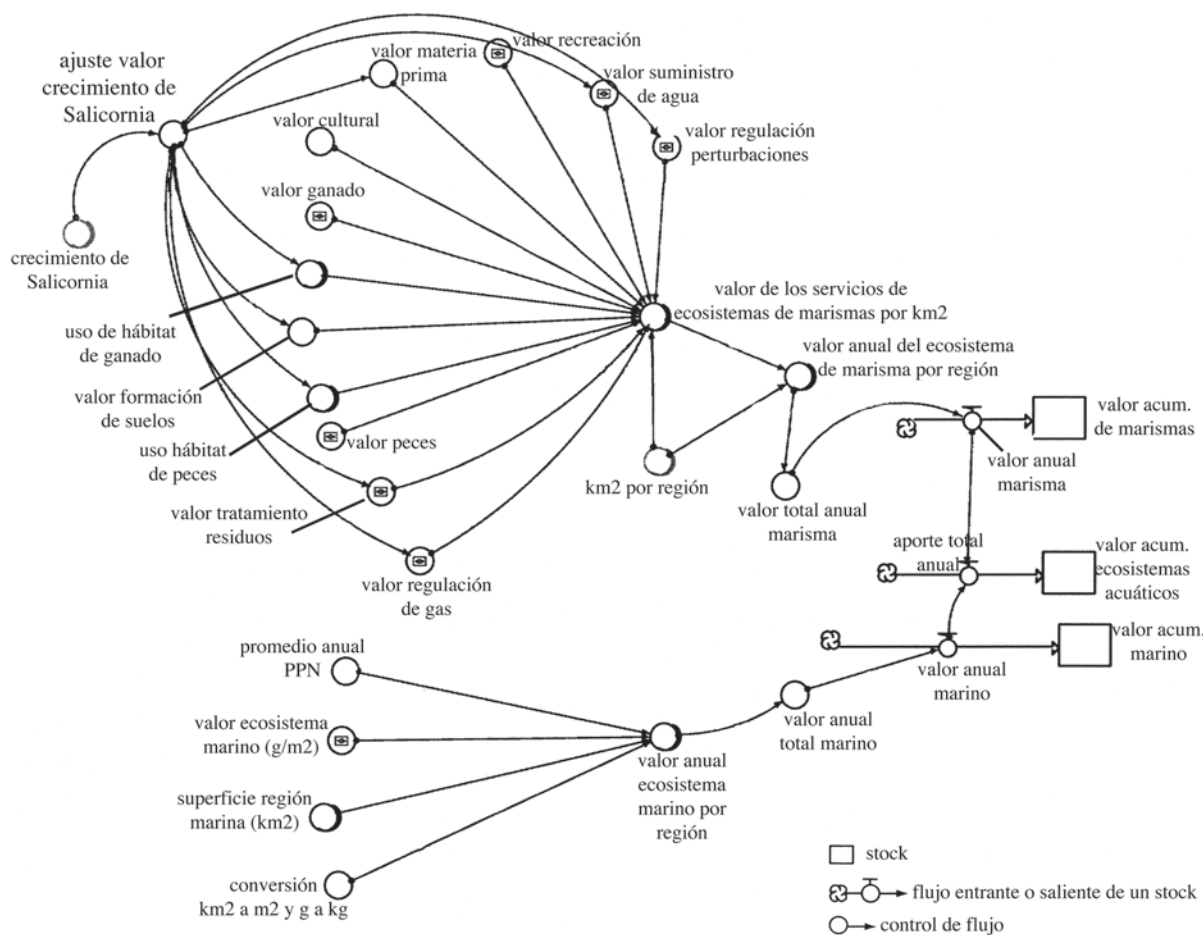


Figura 20.1. Estructura del modelo para los servicios de los ecosistemas

La Figura 20.2 muestra el sector socioeconómico, utilizando el ejemplo de Tierra del Fuego. Los impactos agudos y crónicos de la RuvB se traducen en una posible pérdida de empleos. Los impactos en el

turismo no se exploraron con gran detalle después de la primera reunión ya que esta actividad floreció en 2004. La conclusión principal fue que se debía prevenir o mitigar el impacto de la RuvB mediante la educación.

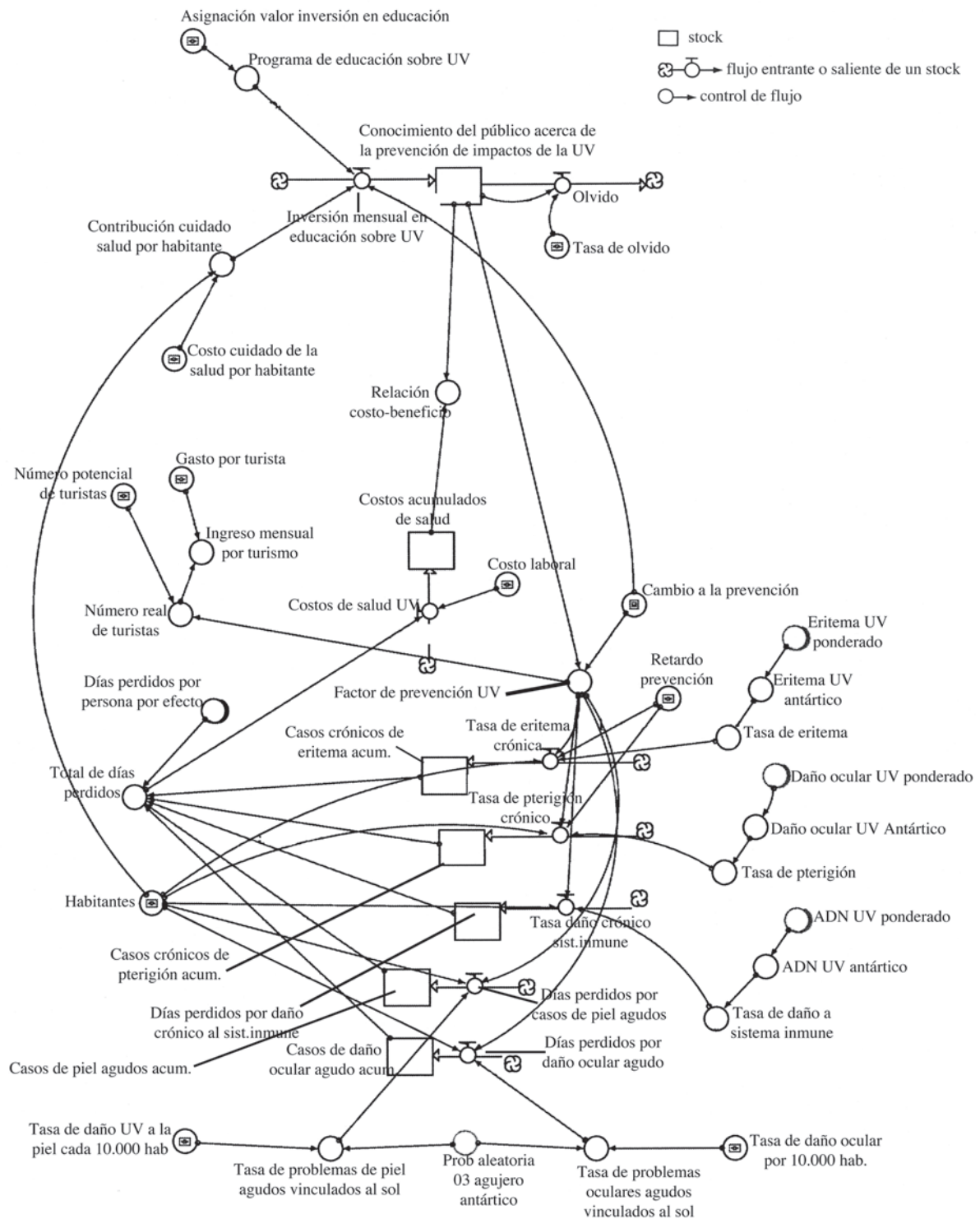


Figura 20.2. Estructura del modelo para los factores socioeconómicos

Conclusiones

El modelo refleja la combinación de los elementos que pueden tener impacto en la calidad de vida en las regiones afectadas por la RuvB, pero está influenciado por el pensamiento de los habitantes de Ushuaia. Como consecuencia de la construcción y la evaluación del modelo, los científicos y los responsables de políticas concordaron en la necesidad de fortalecer los lazos entre la investigación, la educación y la formulación de políticas. El modelado participativo resultó ser una herramienta efectiva para involucrar a los científicos y otros *stakeholders* en la evaluación de los impactos de la RuvB en los servicios de los ecosistemas. Esto constituyó el primer paso para que la investigación de RuvB sea de utilidad para la formulación de políticas.

Esta forma de trabajo facilitó la participación de los *stakeholders* en la enunciación del problema, la recolección de datos y la evaluación del impacto que tendría en la sociedad una estrategia de mitigación. Otros beneficios adicionales del modelado participativo en Ushuaia fueron la educación de los *stakeholders* acerca de los efectos de la RuvB y la consiguiente divulgación de información a la comunidad (escuelas, radio y agencias de gobierno). El presente modelo puede mejorarse para incluir los efectos de la RuvB en las aguas dulces y los servicios de los ecosistemas terrestres y podría considerar un número aún mayor de servicios. El modelo mejorado podría aplicarse en diferentes lugares para proporcionar soluciones efectivas.

Agradecimientos

Este proyecto no habría podido realizarse sin la generosa dedicación de los participantes de Ushuaia: Miguel Isla, Osvaldo Barturen, Gabriel Karamanian, Sergio Luppo, Nemesio San Román, Oscar Bianciotto, Mónica Couly, Stella Domínguez, Sonia Pérez, Gloria Pereda, Graciela Ramacciotti, Marcelo Dragan, Ana Gamboa y Luis Pinedo.

Referencias

- Belzile, C., S. Demers, G. A. Ferreyra, I. Schloss, C. Nozais, K. Lacoste, B. Mostajir, S. Roy, M. Gosselin, E. Pelletier, S.M.F. Giancesella, and M. Vernet. 2006. UV effects on marine planktonic food webs: A synthesis of results from mesocosm studies. *Photochemistry and Photobiology* 82:850–6.
- Boumans, R., R. Costanza, J. Farley, M. A. Wilson, R. Portela, J. Rotmans, F. Villa, and M. Grasso. 2002. Modeling the dynamics of the integrated Earth system and the value of global ecosystem services using the GUMBO model. *Ecological Economics* 41:529–60.
- Costa, C. S. B., R. Armstrong, Y. Detrés, E. W. Koch, M. Bertiller, A. Beeskow, L. S. Neves, G. M. Tourn, O. A. Bianciotto, L. B. Pinedo, A. Y. Blessio, and N. San Roman. 2006. Effect of UV-B radiation on salt marsh vegetation: Trends of the genus *Salicornia* along the Americas. *Photochemistry and Photobiology* 82:878–86.
- Costanza, R., and M. Ruth. 1998. Using dynamic modeling to scope environmental problems and build consensus. *Environmental Management* 22:185–95.

- Costanza, R., F. Andrade, P. Antunes, M. van den Belt, D. Boersma, D. Boesch, F. Catarino, S. Hanna, K. Limburg, B. Low, M. Molitor, J. Pereira, S. Rayner, R. Santos, J. Wilson, and M. Young. 1998. Principles for sustainable governance of the oceans. *Science* 281:198–9.
- Diaz, S., C. Camilion, G. Deferrari, H. Fuenzalida, R. Armstrong, C. Booth, A. Paladini, S. Cabrera, C. Casiccia, C. Lovengreen, J. Pedroni, A. Rosales, H. Zagarese, and M. Vernet. 2006. Ozone and UV radiation over southern South America: Climatology and anomalies. *Photochemistry and Photobiology* 82:834–43.
- Momo, F., E. Ferrero, M. Eöry, M. Esusy, J. Iribarren, G. Ferreyra, I. Schloss, B. Mostajir, and S. Demers. 2006. The whole is more than the sum of its parts: Modelling community level effects of UVR in marine ecosystems. *Photochemistry and Photobiology* 82:903–8.
- Smith, R. C., B. B. Prézelin, K. S. Baker, R. R. Bidigare, N. P. Boucher, T. Coley, D. Karentz, S. McIntyr, H. A. Matlick, D. Menzies, M. Ondrusek, Z. Wan, and K. J. Waters. 1992. Ozone depletion: Ultraviolet radiation and phytoplankton biology in Antarctic waters. *Science* 255:952–8.
- van den Belt, M. 2004. Mediated modeling: A system dynamics approach to environmental consensus building. Washington, D.C.: Island Press.
- van den Belt, M., O. A. Banciotto, R. Costanza, S. Demers, S. Diaz, G. A. Ferreyra, E. W. Koch, F. R. Momo, and M. Vernet. 2006. Mediated modeling of the impacts of enhanced UV-B radiation on ecosystem services. *Photochemistry and Photobiology* 82:865–77.

2I

ENOS y gestión de riesgo: ciencias sociales y naturales, implicancias políticas y participación de *stakeholders*

Allan Lavell

El tema de investigación: problemas y aplicabilidad

Las reflexiones presentadas en este capítulo son resultado de los objetivos de investigación, de capacitación y educación que guiaron el Proyecto Gestión del Riesgo de Desastre ENOS, desarrollado entre los años 2000 y 2005 por la Red Latinoamericana de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (a través de sus instituciones e investigadores asociados). El proyecto se desplegó en ocho países americanos en el marco del CRN del IAI. Su diseño contempló dos necesidades básicas:

- comprender y dimensionar los cambios en los patrones de peligro (o amenaza), vulnerabilidad y riesgo asociados con el fenómeno El Niño/Oscilación del Sur (ENOS), y la variabilidad climática en general, a lo largo del período 1970 - 2003 (con *riesgo* definido como la probabilidad de ocurrencia de daños sociales y pérdidas económicas resultantes de una interacción dinámica entre la intensidad y la magnitud de la amenaza, por un lado, y la exposición y las condiciones existentes de vulnerabilidad social, por el otro)

- analizar los enfoques utilizados para la gestión de desastres y riesgos y hacer aportes basados en los resultados científicos del proyecto, proporcionando de esta manera una base para promover tales cambios mediante la educación y la capacitación.

El objetivo central de proyecto fue generar una base de datos de desastres desagregada territorialmente, con el fin de analizar los cambios en los patrones espaciales, sociales y semánticos del riesgo de desastres, pérdidas y daños resultantes de las amenazas hidrometeorológicas vinculadas o no al ENOS. DESINVENTAR es una base de datos que permite el registro, a escala local o municipal, de todos los eventos peligrosos que produjeron algún tipo de pérdida económica o social (<www.desenredando.org>). Esta información y su posterior análisis brindan una plataforma para la publicación y difusión de resultados científicos (incluyendo el desarrollo de un sistema interactivo regional de documentación sobre ENOS, abierto a todas las partes) y para la preparación de módulos de educación y capacitación sobre manejo de riesgo de ENOS, orientados a diferentes *stakeholders* y tomadores de decisiones directos e indirectos.

Hasta ahora la gestión del riesgo de desastre ENOS se concentró principalmente en anticipar los eventos peligrosos y tratar de brindar mecanismos de preparación y respuesta que permitan reducir las pérdidas por el desastre en el corto plazo. Poco se ha hecho en lo referente al ENOS y su relación con los aspectos más recurrentes de la variabilidad climática de menor plazo con el fin de brindar una base para la reducción, mitigación y prevención del riesgo. Muy pocas agencias dedicadas a los desastres van más allá de las etapas de respuesta y rehabilitación. De allí la pertinencia de este proyecto. Aún no están disponibles los módulos de capacitación y educación que tratan la complejidad del manejo del riesgo de desastre ENOS.

Esta breve descripción de los objetivos del CRN revela la naturaleza política de la investigación, su pertinencia para los diversos *stakeholders* y la necesidad de incorporar las contribuciones de las ciencias sociales y naturales para promover la comprensión de los procesos y los procedimientos de intervención. La formulación de un trabajo de investigación se apoya en la identificación de temas, objetivos, conceptos, hipótesis y métodos. La esencia de la interacción entre ciencias naturales y sociales, la influencia en la formulación de políticas y los tipos de participación de *stakeholders* buscados o logrados están relacionados con la concepción del proyecto y sus objetivos y deberían realizarse en función de ellos. En principio, puede no haber un único enfoque correcto. Lo importante es tener en cuenta estos aspectos centrales, informar el tra-

bajo iniciado y apoyarse en un marco explícito para contribuir a una política basada en la ciencia y con alta participación de *stakeholders*.

Resultados científicos principales

El riesgo de desastre ENOS, y en general el riesgo asociado a la variabilidad climática, está determinado esencialmente por las características del modelo de desarrollo imperante y sus consecuencias en términos de exposición y vulnerabilidad social, por un lado, y de degradación y cambio ambiental, por el otro. Los eventos ENOS no muestran un patrón regular o estandarizado de los impactos regionales, locales o entre países. Por otra parte, la variabilidad de las condiciones y niveles de riesgo entre eventos ENOS es muy común. En consecuencia, aún bajo condiciones similares de peligro, las pérdidas y los daños varían considerablemente entre períodos. La vulnerabilidad social exacerbada y el deterioro de las condiciones ambientales favorecen el incremento de los niveles de riesgo aún cuando la intensidad o magnitud del peligro sea relativamente constante. El riesgo incluso puede aumentar en condiciones de peligrosidad decrecientes por el aumento en la exposición y la vulnerabilidad de las poblaciones.

La imposibilidad de predecir muchos de los impactos de menor escala territorial (sub-regional a local) aún plantea un desafío difícil para la formulación de políticas de corto, medio y largo plazo. A pesar de esta incertidumbre, la respuesta a los nuevos eventos se basa, en general, en la noción de continuidad y repetición de impactos. Muchas veces esta suposición conduce a decisiones políticas erróneas. Los eventos peligrosos vinculados al ENOS que afectan una región suelen ser similares a las amenazas hidrometeorológicas generadas por la variabilidad climática en años no-ENOS. El riesgo está presente en ambos casos. Y, frecuentemente, puede ser mayor en años en el segundo caso. Por lo tanto, en muchas regiones el ENOS es sólo un componente de la variabilidad climática (por ejemplo las zonas tropicales húmedas de América central y del Sur). En otros lugares, es el principal, si no el único, factor que genera condiciones “anormales” de peligro (por ejemplo, en el norte de Perú y en partes de Ecuador y Bolivia). La única manera realista de tratar las amenazas del ENOS es, en consecuencia, considerarlas como parte de una compleja sucesión de eventos asociados a la variabilidad climática general y probablemente influenciados por el cambio climático global. Así, la sociedad debe promover enfoques holísticos e integrales de gestión de riesgo, que tomen varios períodos y consideren diversas amenazas. Estos enfoques deben ser específicos para cada lugar e incluir una gran variedad de *stakeholders* nacionales y, particularmente, locales.

Difusión: éxitos, fracasos y sorpresas

El estudio del ENOS, la variabilidad climática y sus relaciones con el riesgo, los daños y las pérdidas estuvo más dirigido hacia los aspectos físicos/geofísicos, climatológicos u oceanográficos y la definición de las *condiciones de amenaza o peligro*. Aunque no siempre explícita, existe una tendencia a asociar unilateralmente la amenaza con el riesgo y, en consecuencia, con el desastre. La sociedad es vista como víctima, pero no como una de las causas que contribuye al desastre. Entonces, la solución preferida es una estrategia reactiva y de corto plazo que consiste en incrementar nuestra habilidad para predecir eventos, proporcionar alertas tempranas y de este modo reducir el riesgo y las pérdidas.

La comprensión de un desastre vinculado al ENOS requiere un análisis de la territorialidad y temporalidad de la incidencia de la amenaza y su semántica, entre otros factores. Sin amenazas es obvio que no hay riesgo de desastre. No obstante, al decir esto no se puede suponer que el riesgo y el desastre están unilateralmente “causados” por la amenaza en sí misma. Para que exista el riesgo, también deben existir poblaciones y economías vulnerables, y esta vulnerabilidad (así como muchas amenazas) es construida socialmente, es decir, es el resultado de procesos sociales. Estos pueden llevar al asentamiento de grupos vulnerables en áreas expuestas, a la generación de nuevos peligros por la degradación ambiental, en definitiva a poblaciones cada vez más vulnerables.

El presente estudio y sus actividades de capacitación y educación cuestionan el paradigma “fiscalista” (ver Hewitt 1983), basado en la amenaza y muy utilizado en la explicación del riesgo y el desastre. La base de datos DESINVENTAR fue usada a lo largo del proyecto como fuente de análisis de los desastres y sus procesos causales. Los cambios semánticos, temporales, sociales y territoriales en la incidencia de la amenaza permitieron desacreditar el paradigma fiscalista y brindaron evidencia sobre la naturaleza social de la construcción del riesgo. Además, las conclusiones abren caminos para reformar políticas públicas y para nuevos paradigmas de educación y capacitación con mayor participación de *stakeholders*.

Aunque los resultados del proyecto confirmaron ampliamente los puntos mencionados más arriba, la base de datos DESINVENTAR todavía es limitada en muchos aspectos y requiere de una constante actualización a fin de ratificar y ampliar la información disponible. La falta de una recolección sistemática de información sobre desastres en la escala local, junto con la preponderancia de fuentes indirectas como los periódicos, compromete inevitablemente la fidelidad de la información. Además, se carece de información completa acerca de las pérdidas económicas y daños, tan necesaria para dimensionar el riesgo y el desastre.

Las actividades educativas del proyecto permitieron una aproximación piloto a las aplicaciones políticas y la participación de los *stakeholders*. Los materiales de educación y capacitación desarrollados se encuentran entre los únicos disponibles desde una perspectiva social. No obstante, se requiere un proceso de difusión más generalizado y se debe lograr una mayor inclusión de los diferentes *stakeholders*. Entre ellos se encuentran el gobierno local, los actores no gubernamentales y las agencias internacionales. Actualmente, temas como el ENOS, la variabilidad del clima y el cambio climático aún son objeto de especialización profesional en vez de ser estudiados como un problema integrado, respondiendo a las necesidades de los tomadores de decisiones y los encargados de políticas. Una conclusión destacada del CRN es que la especialización tiende a incrementarse a medida que se asciende en la escala territorial y social. Por ejemplo, los actores locales demostraron ser más permeables al enfoque del análisis integral del riesgo que los nacionales o internacionales.

Trabajo en red: la interfaz entre las ciencias naturales y sociales y el contacto con los *stakeholders*

El conocimiento del riesgo y el desastre sólo puede lograrse mediante el desarrollo dinámico e interactivo de las ciencias naturales y sociales. La naturaleza de esta relación y sus aspectos jerárquicos están determinados por el objeto de estudio. En este caso, el riesgo y su gestión se conciben como realidades y actividades socialmente construidas mientras que las ciencias naturales brindan información sustantiva sobre los eventos físicos relacionados y los contextos de amenaza. Tanto el riesgo como su gestión son además constructos sociales por lo que la amenaza no puede explicarlos. Las amenazas adquieren significado social mediante la aplicación de métodos y conceptos de las ciencias sociales sólidos y comprobados. No puede haber relaciones mecanicistas entre los descubrimientos de las ciencias naturales y la formulación de políticas públicas o privadas, dado que el riesgo se construye socialmente y, en muchas ocasiones, se lo interpreta en formas subjetivas y relativas. La información sobre el ENOS y otras manifestaciones de la variabilidad climática deben ser contextualizadas, verificadas, filtradas y elaboradas socialmente.

En este CRN no se buscó la participación directa de los *stakeholders*, dado que los objetivos de la investigación incluían una estimación de las maneras en que sus intereses determinan los procesos de construcción del riesgo y guían los esquemas y las estrategias de intervención. Por lo tanto, como los *stakeholders* son “objetos” de estudio, no son sujetos apropiados en el proceso de investigación como tal. Sin embargo,

forman parte del grupo de usuarios de los resultados y participan en los debates sobre ellos, así como de su estrategia de difusión. El proyecto creó estructuras y opciones de participación paralelas que tomaron la forma de redes de *stakeholders* y de políticas, creadas o fortalecidas, en general, mediante conferencias y seminarios de investigación en los distintos países.

Desarrollo de capacidades: de la investigación a la formulación de políticas

Uno de los objetivos del CRN fue explicar el riesgo y los procedimientos de su gestión integrando de manera holística los resultados de las ciencias sociales y naturales, lo que puede considerarse como un avance en la ciencia. Al mismo tiempo, las implicancias políticas de esta ciencia fueron consideradas por separado; un área de interés especializada y secuencial. Esto no descarta, por supuesto, el inevitable colorido de la investigación social con inclinaciones políticas, sociales y metodológicas. Las ciencias naturales no pueden tolerar estas inclinaciones y el público y los políticos siempre demandan “pureza”.

Los resultados de la investigación tienen profundas connotaciones políticas, pero su traducción en marcos políticos alternativos no fue un objetivo viable del CRN sino más bien un objetivo secundario que se logró mediante otros mecanismos. A veces debemos conformarnos con hacer ciencia de buena calidad y dejar para más tarde las implicancias políticas y la difusión. El hecho de que los investigadores procuren una ciencia innovadora no significa que no puedan defender y promover cambios en las políticas. Vista desde un ángulo político y social, la formulación de políticas puede recibir información de la ciencia, pero los que deciden son los intereses de los *stakeholders* y los grupos dominantes. Esto fue demostrado de forma contundente a lo largo de los años por el análisis sociológico de la ciencia y la toma de decisiones, por ejemplo, en los debates y conclusiones de los estudios sobre los fluoruros, la vitamina C y el cáncer, las células madre y el cambio climático global.

El objetivo de aplicación en la política estuvo presente durante el diseño y planteo de hipótesis de este CRN. Sin embargo, no se los incorporó metodológicamente en la recolección de datos y la investigación, a pesar de que estos componentes tenían objetivos políticos implícitos y explícitos relacionados con la evaluación de las prácticas imperfectas de intervención actuales. Asimismo, se espera que una vez publicados y difundidos los resultados del trabajo puedan verse impactos directos o indirectos en las políticas.

Desafíos para el futuro

Puede considerarse que existen dos tipos principales de desafíos en relación con el riesgo asociado a la variabilidad y cambio del clima. El primero es reunir a los científicos sociales y naturales en el diseño y aplicación de proyectos de investigación que partan de objetivos y puntos de vista conceptuales comunes y de una perspectiva interdisciplinaria. Tales proyectos buscan reducir el riesgo social derivado de la variabilidad del clima y de las amenazas generadas por el cambio climático. Hoy en día, después de muchos años de insistir en la necesidad de bases comunes de investigación, la mayoría de los estudios se basan en perspectivas unilaterales de las ciencias naturales o sociales. La introducción de una dimensión humana en los proyectos de las ciencias naturales generalmente se logra “agregándola”, pero sin una integración real. Por otra parte, muchos proyectos de las ciencias sociales sólo hacen una mención superficial de los procesos naturales.

El segundo tipo de desafíos consiste en tratar de que la educación y la práctica acaben con la falsa división y la parcialidad profesional implícita en el tratamiento aislado -como opuesto a integrado y holístico- del ENOS, de otros peligros derivados de la variabilidad del clima y de la problemática del cambio climático, todos con sus enfoques de adaptación y mitigación. La gestión de riesgo debe verse como una actividad continua basada en información sobre múltiples peligros y contextos y diseñada en el marco de objetivos de desarrollo sustentable. La falsa separación entre el análisis y la gestión del ENOS, la variabilidad climática y el cambio climático sólo conduce a deseconomías de escala e impacto.

Referencias

Hewitt, K. 1983. The idea of calamity in a technocratic age. In Hewitt, K., ed. Interpretations of calamity. Essex: Longman Press.

Bibliografía adicional sobre riesgo

- Bankoff, G. et al., eds. 2003. Mapping vulnerability. U K: Earthscan Publications. (<<http://www.earthscan.co.uk/>>)
- Bora, A. 2005. Stakeholder involvement, science policy and practical decision making: A critical review. Trabajo presentado en PRIME Annual Conference, Manchester, 8 de enero de 2005, sesión 2A.
- Cannon, T. 2003. Vulnerability analysis, livelihoods and disasters. Components and variables of vulnerability: Modeling and analysis for disaster risk management. Trabajo presentado en la Reunión de expertos sobre conceptualización de riesgo de desastre y modelado de indicadores, Universidad Tecnológica de Cataluña, 9-11 de julio, 2003. Organizada por IDEA, Universidad Nacional de Colombia, Manizales, en el marco del Programa de Información e Indicadores para manejo de riesgo del BID.
- Cahn, M. de próxima aparición. Linking science to decision making in environmental policy: Bridging the disciplinary gap. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Cardona, O. D. 1999. Environmental management and disaster prevention: Holistic risk assessment and management. En Ingleton, J., ed. Natural disaster management, IDNDR. London: Tudor Rose.

- Cash, D., and S. Moser. 1998. Information and decision making systems for the effective management of cross-scale environmental problems. Trabajo presentado en el taller "Local Response to Global Change: Strategies of Information Transfer and Decision Making for Cross Scale Environmental Risks, Belfer Center for Science and International Affairs, John F. Kennedy School of Government, Harvard University, 29–30 enero, 1998.
- Hewitt, K. 1997. *Regions of risk: A geographical introduction to disasters*. Essex: Longman.
- Jacobs, K. 2003. *Connecting science, policy and decision making: A handbook for researchers and science agencies*. Boulder, Colo.: NOAA Office of Global Programs.
- Lavell, A. 1993. Ciencias sociales y desastres naturales en América Latina: Un encuentro inconcluso. En Maskrey, A. *Los desastres no son naturales*. Editorial Tercer Mundo, Bogotá, Colombia.
- Lavell, A. 1996. Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano: problemas y conceptos. En Fernández, M. A. *Ciudades en riesgo*. Lima, Perú: LA RED, USAID.
- Lavell, A. et al. 2003. *La gestión local del riesgo. Nociones en torno al concepto y la práctica*. CEPREDENAC- PNUD. (<www.cepredenac.org>)
- Martin, B., and E. Richards. 1995. Scientific knowledge, controversy and public decision making. En Jasanoff, S. et al., eds. *Handbook of science and technology studies*. Newbury Park, Calif.: Sage. (pp. 506–26)
- Snover, A., E. Miles, and A. Hamlet. 2003. Learning from and adapting to climate variability in the Pacific North West. En background papers in preparation for the Insights and Tools for Adaptation: Learning from Climate Variability Workshop, 18–20 de noviembre, 2003, Washington, D.C. Washington, D.C.: NOAA Office of Global Programs. (pp. 167–79). (<<http://www.cses.washington.edu/db/pubs/topic8.shtml>>)
- Wilches Chaux, G. 1998. *Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, mecánico y soldador*. Guía de La Red para la gestión local de los desastres. La Red, Quito, Ecuador.
- Wisner, B. et al. 2003. *At risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters*. 2nd ed. Oxford: Routledge Press

22

Diagnóstico y predicción de la variabilidad del clima y sus impactos en la salud humana

Ulisses Confalonieri

El objetivo principal de este proyecto, en el que participaron Brasil, Venezuela, Estados Unidos, Jamaica, México y Colombia, fue generar información acerca de las conexiones entre los factores climáticos y dos importantes enfermedades infecciosas endémicas: la malaria y el dengue. Se esperaba contribuir con los programas de salud pública mediante nuevas herramientas para el control de dichas enfermedades. Si bien los investigadores pertenecían principalmente a las ciencias naturales (epidemiología, entomología y climatología) hubo un importante componente de “dimensiones humanas”, ya que el estudio trató con enfermedades humanas y sus factores determinantes, y no sólo con los riesgos biológicos. Este capítulo se centra en el proceso de investigación que tuvo lugar durante el proyecto CRN y en la experiencia de los científicos al tratar de desarrollar aplicaciones para las agencias gubernamentales a partir de los resultados del estudio.

Un marco para la ciencia

En los países del proyecto y, en estrecha vinculación con las capacidades de las instituciones participantes y las asociaciones establecidas, el nivel de aplicación de las diferentes disciplinas científicas fue variado.

Dado que tanto la malaria como el dengue se transmiten por mosquitos vectores distintos, los entomólogos tuvieron un papel importante en el proceso de investigación. Gran parte de la influencia moduladora del clima en la dinámica de estas enfermedades está dada por el efecto de los factores físicos en el ciclo de vida de los vectores.

La recolección de datos socioeconómicos en algunos de los países participantes fue parte de los estudios epidemiológicos. Si bien la investigación estuvo principalmente abocada a las conexiones clima-enfermedad, hay una gran cantidad de factores que determinan la ocurrencia de enfermedades infecciosas y, muchos de ellos, no están relacionados con el clima. Por lo tanto, desde el comienzo del proyecto se reconoció la necesidad de evaluar “los factores desconcertantes”.

Entre los logros científicos se cuentan los siguientes:

- documentación de las asociaciones regionales entre los patrones de variabilidad climática y la incidencia de dengue en México, Jamaica y Brasil
- demostración de los efectos del fenómeno de El Niño/ Oscilación Sur (ENOS) en la dinámica regional de la malaria, particularmente en Colombia
- desarrollo de nuevos enfoques metodológicos para el análisis de las conexiones clima-salud en series temporales de datos extensas
- comprensión del papel de la variación climática local en la incidencia de malaria en Brasil y Venezuela
- y la demostración del papel de los factores microclimáticos en la dinámica de las poblaciones de mosquitos vectores en los bosques húmedos tropicales

Redes y difusión

El proyecto logró contribuir significativamente con las redes regionales del área clima-salud. En las instituciones de los países en desarrollo, se crearon capacidades en investigación y capacitación mediante la formación de “grupos de referencia” lográndose la inclusión del clima en las agendas de investigación de salud pública de estos países. El proyecto facilitó la incorporación de los investigadores en foros nacionales e internacionales así como en evaluaciones científicas relacionadas con los impactos que tienen el clima y otros cambios ambientales en la salud. Algunos de estos foros son el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) y la Evaluación de Ecosistemas del Milenio y la Asociación Científica del Sistema Tierra (ESSP). El proyecto de investigación utilizó datos epidemiológicos y climatológicos, tanto secundarios como

primarios, basándose en gran medida en la información de rutina generada por agencias gubernamentales. Con esto, se concibieron nuevas aplicaciones de los pronósticos del tiempo y del clima en la predicción de la ocurrencia de enfermedades en países en desarrollo. Los colaboradores de Estados Unidos participaron como asesores en clima y en actividades de difusión y los de Brasil, México, Jamaica, Venezuela y Colombia compilaron los datos secundarios, produjeron información nueva y analizaron los datos. Para obtener datos, los investigadores de estos países estuvieron en constante comunicación con los departamentos de salud locales y regionales a cargo de la vigilancia epidemiológica.

Se contaba con que distintos *stakeholders* participarían durante la producción y compilación de los datos y que usaran los productos obtenidos a partir del análisis de las conexiones clima-salud. Estos productos contribuyen al desarrollo de “sistemas de alerta temprana” para las enfermedades. Por ello, los funcionarios de salud pública con actividad en el control de enfermedades serían los destinatarios de los productos, aunque durante el transcurso del proyecto no se logró el funcionamiento completo de los modelos desarrollados para el pronóstico de enfermedades.

Los climatólogos no involucrados directamente en el proyecto podrían constituir otra comunidad de *stakeholders*. Parte de la investigación entomológica de campo estuvo asociada con experimentos climatológicos, como el caso de una de las torres meteorológicas del Experimento de Gran Escala de la Biosfera-Atmósfera en Amazonia (LBA) en Brasil. La asociación entre este CRN y el LBA permitió aplicar en la biología el amplio conjunto de datos físicos generados por el experimento climatológico.

En un nivel diferente, el contacto con *stakeholders* tuvo lugar también a través de un taller sobre clima y salud de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) que se realizó en Barbados en el año 2002. La participación del CRN en la organización de dicho taller permitió un acercamiento efectivo de un público más amplio a las relaciones existentes entre la salud y el clima. Otro evento similar fue el Instituto de Capacitación del IAI sobre Clima y Salud que se llevó a cabo en Jamaica en noviembre de 2005. Uno de los productos, a la vez que importante actividad de difusión desarrollada al inicio del proyecto, fue la construcción de un sitio Web que mejoró la comunicación entre los investigadores y la comunidad de políticas.

La posibilidad de que los productos científicos de este proyecto influyan en decisiones políticas nacionales o internacionales depende de que pueda demostrarse que el clima es un determinante clave de la dinámica de las enfermedades así como del desarrollo de herramientas prácticas para su monitorización y predicción en relación con la variabilidad climática.

En distinta medida, todos los países participantes pudieron demostrar la existencia de conexiones entre el clima y la salud en los niveles locales, regionales y nacionales. Sin embargo, la integración con los funcionarios de salud en sus agencias gubernamentales fue muy “variable en el tiempo”. Esto causó dificultades en la incorporación de los resultados de las investigaciones a la vigilancia epidemiológica y los programas de control de enfermedades, en gran parte debido a la existencia de otras “prioridades operativas” en los organismos de salud. Los funcionarios encargados del control de enfermedades estuvieron más dispuestos a invertir esfuerzos y recursos en actividades conocidas, como la fumigación para controlar la población de mosquitos o el tratamiento de individuos enfermos, que en el desarrollo de nuevos enfoques como los sistemas de alerta temprana. Antes que reemplazar la intervención tradicional en el control de enfermedades, se pretende que estos sistemas contribuyan a la preparación para las epidemias y a un uso eficaz de los escasos recursos públicos. La ocurrencia de eventos climáticos extremos, los brotes de enfermedades sensibles al clima y aun la necesidad de los gobiernos de enviar personal técnico a reuniones internacionales incrementaron las consultas a los participantes del proyecto.

Un importante factor pendiente de demostración es la relación costo-efectividad de los sistemas de alerta temprana. A pesar de ello, el Director de Prevención y Control de Enfermedades del Ministerio de Salud de Jamaica se mostró interesado en un sistema simple de alerta temprana de clima-dengue; el Ministerio de Protección Social de Colombia, en un sistema de información geográfica de distribución gratuita para ser usado como plataforma estándar para las bases de datos de malaria; la Dirección Nacional de Control de Vectores de México manifestó su voluntad de incorporar indicadores climáticos en los programas de vigilancia epidemiológica, y el Departamento de Salud Ambiental del Ministerio de Salud de Brasil solicitó información sobre clima y salud en la región semiárida del país. El CRN atrajo la atención de los ministerios y secretarías de salud sobre el papel del clima en la dinámica epidemiológica de importantes enfermedades endémicas y creó herramientas útiles para la vigilancia y el análisis epidemiológicos, que son esenciales para la detección temprana de los impactos de la variabilidad y el cambio del clima.

Desarrollo de capacidades

En el marco del proyecto, estudiantes graduados y de grado de distintas especialidades (desde la geografía hasta la biología y la veterinaria) tuvieron la ocasión de participar en actividades científicas. Además de generar oportunidades para que científicos jóvenes y estudiantes de países en desarrollo iniciaran sus

carreras profesionales, el proyecto contribuyó a la construcción de capacidades en instituciones académicas y gubernamentales. En Brasil, México y Venezuela, los institutos de investigación y capacitación en salud trataron el tema de los factores climáticos que inducen las enfermedades infecciosas en sus países. Este fue un paso relevante hacia la formación de una agenda de investigación en salud en América Latina, dado que tres de las instituciones participantes pertenecían a ministerios nacionales de salud, que están a cargo de la formulación e implementación de políticas. Los departamentos académicos de clima e hidrología de Colombia y Jamaica conformaron equipos multidisciplinarios para investigar las conexiones entre el clima y la salud. Otro aspecto importante fue la realización de cursos de capacitación para técnicos locales.

Desafíos futuros

Las lecciones aprendidas en este proyecto CRN en lo referente a la integración entre la ciencia y la política son las siguientes:

- Durante la investigación se logró un buen grado de integración entre distintas disciplinas, aunque esto ha ocurrido principalmente en el marco de las ciencias naturales.
- La participación efectiva de las ciencias sociales en el desarrollo de productos científicos y sus aplicaciones se dio sólo de manera tangencial.
- Las autoridades sanitarias de la mayoría de los países involucrados mostraron algún interés en los impactos del clima. Sin embargo, parecen estar bajo la fuerte presión de muchos otros aspectos del cuidado de la salud y no fue posible, hasta el momento, lograr una buena asimilación de los resultados científicos del proyecto.
- Aún no hubo comunicación de resultados a los tomadores de decisiones que no formaron parte del equipo de investigación.

Tanto la ciencia como la interfaz con las políticas públicas tienen todavía muchos desafíos por delante. Desde el punto de vista científico, es necesario construir series temporales de datos epidemiológicos más largas y fácilmente accesibles, particularmente en la escala local. Además, deberán aplicarse diferentes métodos analíticos para explicar la falta de coincidencia entre las conclusiones en la escala regional y los resultados de estudios locales.

Desde el punto de vista político, el mayor desafío consistirá en demostrar que el conocimiento acumulado acerca de las conexiones clima-salud puede traducirse en sistemas costo-efectivos de alerta temprana a ser incorporados en la rutina operativa de los departamentos de salud.

Los autores

Azócar, Aura

Facultad de Ciencias
Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE)
Universidad de los Andes
Mérida 5101 - Venezuela

Baethgen, Walter

Director, Latin America/Caribbean Program
IRI Columbia University
Palisades, NY 10964-8000 - EE.UU.

Ballester, Maria Victoria Ramos

CENA-USP
Av. Centenario 303
13416-000 Piracicaba, SP - Brasil

Beckers, Theo

Telos, Institute for Sustainable Development
Tilburg University, P.O. Box 90153
5000 LE Tilburg - Países Bajos

Berbara, Ricardo Louro

UFRRJ, Departamento de Solos
BR 465 KM 7
23851-960 Seropédica, RJ - Brasil

Breulmann, Gerhard

Oficial Científico del IAI c/o INPE
Av. dos Astronautas 1758
12227-010 São José dos Campos, SP - Brasil

Brklacich, Mike

Dept. of Geography & Environmental Studies
Carleton University
1125 Colonel By Drive
Ottawa, K1S 5B6, Ontario - Canadá

Brown, Irving Foster

WHRC-UFAC, Parque Zoobotánico
Universidade Federal do Acre
69915-900 Rio Branco, Acre - Brasil

Caetano, Neto Ernesto dos Santos

Centro de Ciencias de la Atmósfera
Universidad Nacional Autónoma de México
Av. Circuito Exterior s/n
Ciudad Universitaria
04510 Ciudad de México - México

Câmara, Gilberto

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE - DPI
Av. dos Astronautas 1758
12227-010 São José dos Campos, SP - Brasil

Campos, Edmo J. D.

Departamento de Oceanografia Física, Química e Geológica
Instituto Oceanográfico - Universidade de São Paulo
Pça. do Oceanográfico 191
05508-900 São Paulo, SP - Brasil

Castellanos, Alejandro

DICTUS, Universidad de Sonora
Apartado Postal 54
Hermosillo, Sonora - México

Chazan, May

Dept. of Geography & Environmental Studies
Carleton University
1125 Colonel By Drive
Ottawa, K1S 5B6, Ontario - Canadá

Confalonieri, Ulisses

PMAGS/ENSP FIOCRUZ
Av. Brasil, 4036/703 Manguinhos
Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Costanza, Robert

Gund Institute for Ecological Economics
University of Vermont
Burlington, VT 05445 - EE.UU.

Dawe, Andrew

Dept. of Geography & Environmental Studies
Carleton University
1125 Colonel By Drive
Ottawa, K1S 5B6, Ontario - Canadá

Demers, Serge

Institut des Sciences de la Mer de Rimouski
310 Allée des Ursulines
Rimouski, Québec G5L 3A1 - Canadá

Díaz, Susana

CADIC/CONICET CC92
H. Yrigoyen s/n
9410 Ushuaia
Tierra del Fuego - Argentina

Ferreira, Gustavo A.

Instituto Antártico Argentino
Cerrito 1248
1010 Buenos Aires - Argentina

Filmer, Paul E.

Director de Programa
US NSF, GEO/OAD & EAR/GEO
4201 Wilson Blvd, Suite 785
Arlington, VA 22230 - EE.UU.

Galárraga-Sánchez, Remigio H.

Escuela Politécnica Nacional (EPN)
Departamento de Ciencias del Agua (DCA)
Ladrón de Guevara E11-253
Ap. Postal 17-01-2759, Quito - Ecuador

Gallardo Klenner, Laura

Meteorología Química - Centro de Modelamiento Matemático
Universidad de Chile (UMI CNRS 2807)
PC 170-3, Santiago -Chile

Garvin, Theresa

Director, Community, Health & Environment Research Centre
Human Geography
Department of Earth & Atmospheric Sciences
University of Alberta
Calgary, Alberta - Canadá

Gianesella, Sônia M. F.

Instituto Oceanográfico
Universidade de São Paulo
Pça do Oceanográfico 191
05508-900 São Paulo, SP - Brasil

Göbel, Barbara

Instituto Ibero-Americano
Potsdamer Str. 37
D-10785 Berlín - Alemania

González, A. Juan

Fundación Miguel Lillo
Instituto de Ecología Vegetal
Miguel Lillo 251
Tucumán 4000 - Argentina

Herpin, Uwe

Universidade de São Paulo, NUPEGEL
ESALq CP 9
13418-900 Piracicaba, SP - Brasil

Herrera-Peraza, Ricardo

Instituto de Ecología y Sistemática
Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente
La Habana - Cuba

Ingram, John

Oficial Ejecutivo de GECAFS / COST
Vicepresidente de ESSEM DC
Oficina Internacional del Proyecto GECAFS
Environmental Change Institute
Oxford University Centre for the Environment
South Parks Road, Oxford OX1 3QY - Reino Unido

Jiménez-Osornio, Juan J.

Universidad Autónoma de Yucatán - PROTROPICO
Apartado Postal 28, Cordemex
Mérida, 97110 - México

Jutro, Peter

Vicedirector de Ciencia y Política
National Homeland Security Research Center
Office of Research & Development
U.S. Environmental Protection Agency (8801R)
1200 Pennsylvania Avenue, NW
Washington, DC 20460 - EE.UU.

Klink, Carlos

Depto. de Ecología - Universidade de Brasília
CP 04457, Campus Universitario Darcy Ribeiro – Asa Norte
70910-970 Brasília, DF - Brasil

Koch, Evamaria W.

Horn Point Laboratory
University of Maryland
Center for Environmental Science
P.O. Box 775
Cambridge, MD 21613 - EE.UU.

Krusche, Alex

CENA-USP
Av. Centenario 303
13416-000 Piracicaba, SP - Brasil

Lavell, Allan

Secretaría General
Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)
La Red de Estudios Sociales para la Prevención de Desastres (LA RED)
Del McDonalds de Curridabat
200 sur, 25 este, San José - Costa Rica

Leinen, Margaret S.

Chief Science Officer
Climos, Inc.
119 South Columbus Street
Alexandria, VA 22314 - EE.UU.

Liu, Kam-biu

Profesor James J. Parsons de Geografía
Department of Geography & Anthropology
Louisiana State University
227 Howe-Russell, Geoscience Complex
Baton Rouge, LA 70803-4105 - EE.UU.

Llerena, Carlos A.

Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)
Departamento de Manejo Forestal (DMF)
Facultad de Ciencias Forestales
Av. La Universidad La Molina s/n
P.O. Box 456
Lima 12 - Perú

Luckman, Brian

Department of Geography
University of Western Ontario
London, N6A 5C2, Ontario - Canadá

Magaña, Víctor

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
Centro de Ciencias de la Atmósfera
Becal 510 Col Héroes de Padierna
Ciudad Universitaria
México DF 04510 - México

McClain, Michael

Dept. of Environmental Studies
Florida International University
Miami, FL 33199 - EE.UU.

Melillo, Jerry

The Ecosystems Center
Marine Biological Laboratory
7 MBL Street
Woods Hole, MA 02543-1301 - EE.UU.

Menezes, Rômulo S.C.

Depto de Energia Nuclear
Universidade Federal de Pernambuco
Cidade Universitaria
50740-540 Recife, PE - Brasil

Momo, Fernando R.

Universidad Nacional de General Sarmiento
Instituto de Ciencias
J. M. Gutiérrez 1150
B1613GSX Los Polvorines - Argentina

Nobre, Carlos A.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
Av. dos Astronautas 1758
12227-010 São José dos Campos, SP - Brasil

Noellemeyer, Elke

Secretaria de Ciencia y Técnica
Facultad de Agronomía - Universidad Nacional de La Pampa
Casilla de Correo 89
Santa Rosa, RA-6300, La Pampa - Argentina

Núñez, Mario

Universidad de Buenos Aires (UBA)
Dpto. de Ciencias de la Atmósfera y Océanos
CIMA Pabellón II Piso 2
Ciudad Universitaria
Buenos Aires 1428 - Argentina

Piola, Alberto

Servicio de Hidrografía Naval
Departamento de Oceanografía
Av. Montes de Oca 2124
Buenos Aires 1271 - Argentina

Plocq-Fichelet, Véronique

SCOPE
51 bd de Montmorency
75016 Paris - Francia

Reyes-Knoche, Susanne

Institute for International Public Law & European Law
Dept. of International Economic Law & Environmental Law
University of Göttingen
Platz der Göttingen Sieben 5
D-37073 Göttingen - Alemania

Ruiz, José Efraín

Facultad de Ciencias
Departamento de Química
Universidad de los Andes
Carrera 1 no. 18A 10 Bogotá - Colombia

Salcedo, Ignácio H.

Depto de Energia Nuclear
Universidade Federal de Pernambuco
Cidade Universitaria
Recife PE 50740-540 - Brasil

Sanchez-Azofeifa, Arturo

Earth and Atmospheric Sciences Department
University of Alberta
Edmonton, T6G 2E3, Alberta - Canadá

Silva, Juan F.

Universidad de los Andes (ULA)
Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE)
Facultad de Ciencias
Mérida 5101 - Venezuela

Stauffer, Mark D.

Presidente (retirado) del Potash & Phosphate Institute of Canada
202-415 Heritage Crescent
Saskatoon, SK S7H 5M5
Saskatchewan - Canadá

Stewart, John

Profesor Emérito
118 Epron Road
Salt Spring Island
V8K 1C7, British Columbia -Canadá

Stone, John

3411 Paul Anka Drive, Unit 32
Ottawa, K1V 9R8, Ontario -Canadá

Tiessen, Holm

Director Ejecutivo del IAI, c/o INPE
Av. dos Astronautas 1758
12227-010 São José dos Campos, SP - Brasil

Toledo, Peter Mann de

Rede Geoma/MCT
INPE/OBT
Av. dos Astronautas 1758
12227-010 São José dos Campos, SP - Brasil

Tourrand, Jean-François

Universidade de Brasília/ CIRAD, SAS
Qd. 5, Bl. H, Edif IBAMA, 2 andar
70070-914 Brasília, DF - Brasil

van den Belt, Marjan

Mediated Modeling Partners LLC
177 Ten Stones Circle
Charlotte, VT 05445 - EE.UU.

Vernet, María

Integrative Oceanographic Division
Scripps Institution of Oceanography
University of California San Diego
La Jolla, CA 92093-0218 - EE.UU.

Victoria, Reynaldo

CENA-USP
Av. Centenario 303
13416-970 Piracicaba, SP - Brasil

Vieira, Ima C. G.

Museu Paraense Emilio Goeldi (MPEG)
Av. Magalhães Barata 376
São Braz
66040-170 Belém, PA - Brasil

Weingart, Peter

Institute for Science and Technology Studies
University of Bielefeld
P.O. Box 10 01 31
D-33501 Bielefeld - Alemania

Wood, Charles

University of Florida
Center for Latin American Studies
P.O. Box 115530
Gainesville, FL 32611-5530 - EE.UU.

Woodrow, Maureen

Directora Ejecutiva
Network Secretariat
Ocean Management Research Network
School of Management, Vanier 255f
University of Ottawa
Ottawa K1N 6N5 - Canadá

El original de este libro, en inglés, ha sido publicado por ISLAND PRESS en el año 2007 como parte de la Serie de Publicaciones de SCOPE.

