

CIENCIA, MEDIO AMBIENTE E INSERCIÓN GLOBAL

*Guillermo Geisse, Lionel Gil, Roberto Guimaraes, Alberto Larraín, Pedro Morandé,
Igor Saavedra, Francisco Sabatini, Sofía Tórey, Jorge Yutronic.*

La aplicación en el país del concepto de desarrollo sustentable en el marco de la inserción global requerirá que el tema ambiental sea incorporado a todas las disciplinas científicas, sociales y naturales. Las ciencias sociales contribuyen a la comprensión de los aspectos económicos, culturales y políticos que condicionan el equilibrio entre mayores ingresos y mejor calidad de vida; las ciencias naturales pueden contribuir a un desarrollo productivo compatible con la sustentabilidad de las fuentes de energía, los recursos naturales y la biodiversidad; y los estudios interdisciplinarios, al esclarecimiento de la relación entre pobreza y deterioro ambiental, y al diseño de estándares ambientales acordes con las condiciones naturales e institucionales del país. En todos estos campos científicos hay una demanda directa por investigación aplicada, lo que a su vez puede definir nuevas prioridades a la ciencia básica, tanto social como natural. La inclusión del tema ambiental en una política científica nacional impulsaría el potencial innovador de las ciencias y les abriría nuevas oportunidades de financiamiento y cooperación en el sector privado e internacional.

Relación entre el conocimiento científico y la acción ambiental

En ciertos ámbitos existe actualmente en el país la concepción de que hay una secuencia básica entre conocimiento científico y acción: el conocimiento científico tiene sus métodos propios, se valida en forma previa a la acción y luego se aplica. Se presentan, por otra parte, planteamientos alternativos como el de algunos pragmáticos que sostienen que el criterio último de verdad es la práctica, la utilidad del conocimiento. Para ellos, el conocimiento práctico es aquel que es verdadero: «Aquello que nos guía fielmente, ésa es la verdad», señala Dewey.

Existe entonces una tensión entre el concepto de verdad y el de utilidad práctica. Es interesante hoy en día rescatar esta concepción a propósito de la relación entre el conocimiento de la ciencia y la acción ambiental, especialmente porque desde el punto de vista del tema ambiental, la concepción de la secuencia presenta algunos problemas.

El conocimiento científico es hipotético, no es absoluto. Resulta que el margen que se deja de imprecisión, es decir, lo que falta para llegar a la verdad absoluta en términos prácticos, para efectos ambientales puede significar decisiones que alteran la calidad de vida de la población en forma importante. En términos económicos, puede significar diferencias de muchos millones de dólares. Los intereses que existen en torno a ese campo no precisado por la ciencia son muy fuertes. En este sentido, la concepción más tradicional de la ciencia no sirve, nos deja un campo de alta conflictividad, la cual es mayor aún en el caso de los conflictos ambientales, por la complejidad que éstos tienen y por los intereses tanto económicos como culturales involucrados. En algunos casos, lo que está en juego es la salud de la población o el futuro del planeta.

Actualmente, en el país mucha gente sigue funcionando con el criterio tradicional de la secuencia. Un ejemplo concreto es la propuesta de una moratoria del bosque nativo: *detengamos la explotación del bosque, porque no tenemos suficiente conocimiento científico; demos 10 años a los científicos para llegar a la verdad y ahí sabremos cómo estar en condiciones de hacer una explotación sustentable*. Lo que hay detrás es un supuesto de que vamos a llegar a una verdad prácticamente absoluta. Los peligros pueden aparecer desde dos extremos: por un lado, el planteamiento de que *como no se sabe, no podemos tocar el recurso*; por el lado de los intereses económicos, en cambio, el planteamiento de que *como no se sabe, explotémoslo*. Por esta razón, es importante social, política y ambientalmente que haya una mayor conciencia de los límites de la ciencia, pues si bien no es común que un buen científico sostenga seriamente que la ciencia lleva a la verdad absoluta, mucha gente piensa que así es. Esto, entre otras cosas, plantea a los científicos la tarea de dar a entender que la ciencia es un modelo dentro de un contexto y sólo puede hacer predicción en ese contexto. La ciencia se define por su método, no por su resultado.

No hay que negar la importancia del conocimiento científico, que posee un valor *per se*, más allá de sus aplicaciones, las que pertenecen al ámbito de la tecnología. Sin embargo, se requiere buscar nuevas formas de entender la relación entre este conocimiento y la acción.

Investigación-acción: de la secuencia a la simultaneidad

En muchas áreas en el mundo actual, ha cobrado una enorme importancia la concurrencia o simultaneidad entre investigación y acción. En este caso, debe entenderse «acción» como parte de la investigación y no como «tecnología», la cual siempre viene después del conocimiento científico, al menos en este siglo.

Por ejemplo: en las empresas farmacológicas de países desarrollados, los científicos están trabajando en una fuerte interacción entre el conocimiento más básico y la aplicación de mercado, e incluso en la creación de necesidades.

Hay una enorme simultaneidad, y el tema es cómo administrarla para bien. De esta forma, deja de ser un tema científico-tecnológico y se transforma en un tema de gestión. El problema de la simultaneidad o concurrencia es un problema básicamente de gestión y del control de ésta. Se cambia un problema de linealidad científica, por uno en que las cosas ocurren y hay que administrarlas.

No se puede negar que en muchos casos la simultaneidad entre conocimiento científico y acción ha sido una fuente de problemas ambientales, por ejemplo, los productos recién inventados, que son lanzados al mercado sin cuidar sus consecuencias. Es el caso de los CFC o del DDT, que en su momento parecían la gran solución y al final resultaron generadores de problemas. Estos ejemplos han demostrado la importancia de una buena administración, que introduzca una dinámica de evaluación, de retroalimentación, de modo que no vuelva a ocurrir.

Manejo de la incertidumbre. En el fondo, estamos en presencia hoy en día de un manejo de la incertidumbre. Hasta ahora el ser humano siempre ha tomado decisiones en ambientes inciertos. El tema es aprender a administrar eso. Podemos ver los casos de Alemania y algunos países nórdicos, que han generado una gran capacidad e instrumentos para manejar este tipo de cosas.

El hecho de que la ciencia no esté totalmente clara en muchos aspectos no debiera ser un problema, siempre y cuando se agregue como puente entre la ciencia y la decisión política el tema del *riesgo*. La sociedad no necesita tener un desastre para decidir si está dispuesta o no a asumir el riesgo.

El problema no está en la ciencia, sino en que faltan algunos ingredientes institucionales. Uno de ellos es la gestión del riesgo. Si se calculó que se terminaba

el petróleo en 20 años y ahora parece que es en 40 años, lo que importa no es tanto la certeza científica sino resolver el problema.

Una forma de abordar el problema del riesgo es desde el punto de vista institucional. En cierta medida, todas las instituciones que tenemos hoy son para un mundo que no es el mundo que tenemos actualmente. Si se toma, por ejemplo, el problema de la capa de ozono, se nos habla de un fenómeno cuyos efectos toman entre 15 y 20 años para ocurrir o para reponerse, mientras nosotros hablamos de ciclos políticos de 4,5 ó 6 años. Hay ahí una disfunción, un desfase entre los tiempos ecológicos y políticos. En general, los tiempos científicos son siempre mayores que los políticos. En términos institucionales, habría que hacer una reforma. Por ejemplo, crear una entidad para los asuntos ambientales, así como cuando se pensó en el Banco Central como una entidad independiente para cuestiones económicas.

El esquema institucional es una de las formas, pero no la única. En este sentido, se puede considerar un esquema en que cada cual esté consciente de que tal o cual condición, produce daño, ésta es la condición básica de sustentabilidad humana. Nadie se autoinflige heridas, porque siente que eso le hace daño a él y a su familia. Si uno logra traspasar ese concepto de un ambiente familiar a uno más amplio, lo cual es tarea de la educación, entonces hay más autocontrol. Es una forma de gobernabilidad o de gestión de las acciones humanas; es un campo de enorme espacio de acción.

Por último, es importante tener en cuenta algunos obstáculos que conspiran contra la practicabilidad de la ciencia en el marco de la entrega de información para el tomador de decisiones. Cuando se pasa de la parte técnica a la de las decisiones, suelen aparecer tres actitudes, resumidas en:

- NIMTOF, *Not in my term in office* (No en mi período). Es decir, lo que va a ocurrir en los próximos años es importante, pero lo que va más allá de eso no lo es.
- SINYC, *Science is not yet clear* (La ciencia aún no es suficientemente clara). Es un argumento muy difícil de derribar, justamente por lo difícil que es determinar si la ciencia ha llegado a una verdad definitiva o absoluta en un aspecto específico.
- NIMOB, *Not in my own backyard* (No en mi patio trasero), muestra una falta de compromiso para cargar con el costo en los casos en que las decisiones o soluciones lo afectan más directamente.

Conocimiento-acción en el contexto de la inserción global

Actualmente, el país está mucho más abierto a la comunidad mundial que en el pasado. Mientras persisten, por una parte, posiciones como las que abogan por moratorias, por otra, nuestra economía está siendo fuertemente presionada por una apertura de los mercados que presenta ventajas comparativas justamente desde la perspectiva de los recursos naturales. Al mismo tiempo, se están adoptando normas de comportamiento que vienen con mayor fuerza de los países desarrollados, lo que tiene un efecto importantísimo, a través del consumo, en la degradación de nuestro medio ambiente. En este contexto, una ciencia «enclaustrada» o «protegida» en las universidades y una acción cada vez más competitiva en el ámbito global no tienen destino. Esto nos enfrenta a algunas interrogantes: ¿Se ha abierto la ciencia a otros frentes de experimentación generados por el sector privado, que hoy ha tomado protagonismo en la economía, a diferencia del pasado, que era el Estado? Por otra parte, ¿se han abierto el sector privado y el Estado a la ciencia, incentivando esta actividad más allá de las universidades?

Algunas de las tareas que la inserción global plantea a la ciencia chilena son:

Buena formulación de proyectos con conocimiento público. Casi todas las cosas que hay que hacer (explotación racional de un bosque nativo o proyectos que tengan que ver con la modificación del medio ambiente) se pueden enfocar como un proyecto en el que hay que involucrar la idea ambiental y someterlo a una evaluación rigurosa, y también someterlo a conocimiento público. Si tenemos la población educada y, al mismo tiempo, informada de los proyectos que están siendo evaluados, se equilibran los legítimos juegos de intereses que van a ser muy relevantes en el tema ambiental, y a no privilegiar los intereses solamente de aquéllos que son capaces de invertir y usarlo en su beneficio.

Aprovechamiento y adaptación del conocimiento existente. Se requiere un esfuerzo de parte de diversos actores —científicos, tecnólogos, empresarios y gobierno— en el sentido de entender que la inserción global trae cosas nuevas. Por ejemplo, si hablamos de un ensayo de toxicidad, es importante contar con tecnología homologable a la que tienen la EPA (Environmental Protection Agency) o la Comunidad Europea, pero considerando un grado de variabilidad local.

Educación. La ciencia, al igual que todos los conocimientos no científicos, opera como un patrimonio que tiene que estar en poder de todos los que deciden. Hoy todas las formas de conocimiento son útiles para tomar decisiones, y las personas toman decisiones en la circunstancia en que se encuentran, informadas o no. Por esta

razón, quienes practican la ciencia deben educar a todos los participantes o actores sociales, y especialmente a los líderes, de manera que las opiniones y decisiones sean informadas. La educación informal (como por ejemplo la de los medios de comunicación o los museos) también tiene un papel importante en este sentido.

Finalmente, la relación entre el conocimiento científico y la acción ambiental a nivel público y empresarial en el actual debate mundial contiene diversos elementos. Algunos se refieren a la inserción económica internacional, pero otros más bien dicen relación con la valoración de la conservación por sobre la explotación de un recurso o su consumo, como fenómenos sociales. El «principio precautorio» concierne a ambas dimensiones. En este sentido, no sabemos si la ciencia es educativa en sí misma, pero sí que es necesaria para la determinación de las opciones del país o de la empresa, como fundamento de decisiones colectivas o individuales, y constituye una forma primordial de integración o inserción en el mundo.

Ciencias sociales y medio ambiente

Desde la perspectiva de las ciencias sociales, los problemas ambientales, más que fenómenos propios del medio ambiente, son considerados como problemas sociales. En este sentido, se distingue entre un problema de la ecología y un problema ambiental. Mientras la primera se orienta más bien a la comprensión de las leyes del funcionamiento de los ecosistemas, un problema ambiental es una disfunción social que surge por no respetar algunas de esas leyes. Los problemas ambientales revelan, a través del empobrecimiento del patrimonio biogenético o del empobrecimiento de las capacidades de recuperación del ecosistema, dos cosas: por una parte, disfunciones sociales e institucionales, es decir, la forma cómo la sociedad está organizada, cómo define sus aspiraciones y necesidades y, por otra, disfunciones económicas, o sea, la forma cómo la sociedad se organiza para satisfacerlas. No es por casualidad que la Conferencia de Estocolmo haya sido convocada por problemas de contaminación y la Conferencia de Río para discutir patrones insustentables de consumo, lo cual es netamente un problema social. El problema del cambio climático tiene, por supuesto, un sustrato de clima, pero su origen está en la quema de combustibles fósiles, lo que refleja a su vez la forma como se organizan nuestras economías para satisfacer las necesidades de la sociedad.

La preocupación social y científica por los problemas del medio ambiente surge en la sociedad moderna cuando ella ha alcanzado un nivel de organización funcional

tal que le permite operar con altos niveles de indeterminación e incertidumbre. Esto lleva aparejado, como consecuencia, el desarrollo de una preocupación sistemática por disminuir los riesgos y prevenir las consecuencias no deseadas ni esperadas de las acciones sociales. Desde esta perspectiva, la responsabilidad por conseguir un desarrollo sustentable no es una cuestión externa a la organización social, sino una expresión de su propia capacidad de operar con altos niveles de incertidumbre. En este sentido, le cuesta a las ciencias sociales entender los problemas del medio ambiente como problemas específicos que pueden ser solucionados también de un modo específico mediante recursos tecnológicos, puesto que el propio uso de la tecnología vuelve a plantear la pregunta por las consecuencias no previstas ni deseadas de su utilización.

Para la sociología, la ecuación básica del problema ambiental se resume en lo que se llama el POETA: Población, Organización social, Entorno físico (*Environment*), Tecnología y Aspiraciones sociales. Es decir, el problema del medio ambiente es la relación entre un determinado nivel de población, un determinado nivel de organización social de esta población, el entorno físico donde vive, su nivel de desarrollo tecnológico y sus aspiraciones sociales. De esa forma, las ciencias sociales intentan entender los fenómenos ambientales no en términos de las ciencias naturales o de los problemas del habitat, sino más bien a partir de las demás variables que hacen que ese fenómeno sea o no un problema.

Prioridades de investigación

A partir de las consideraciones anteriores, algunas de las áreas que ameritan un esfuerzo serio de investigación en las ciencias sociales son:

Economía. En esta área, se observa un acuerdo muy incipiente de que hay un salto cualitativo entre lo que se concibió hace algunas décadas como «economía ambiental» —que intenta incorporar las variables ambientales a la economía neoclásica— y una nueva propuesta de la «economía ecológica» —que intenta insertar el mercado en el funcionamiento del ecosistema. Esta última considera que la primera no da abasto para los problemas ambientales, fundamentalmente porque hay algunos procesos que son extraeconómicos, y plantea que el desafío actual es formular una teoría económica para problemas que ésta simplemente no ha podido resolver, como por ejemplo las situaciones de monopolio, en muchas de las cuales no hay información completa sobre los recursos.

Otro ejemplo es el caso de la biodiversidad: ¿Cómo se puede atribuir un valor económico a algo que no conocemos, que no hemos investigado y, por lo tanto, no sabemos qué impacto tendrá en términos de medicina, de los conocimientos de ingeniería genética, de la estabilidad climática o de los efectos en los recursos de otras latitudes? No lo podemos evaluar ni valorar. Y si pudiéramos valorarlo, como en desarrollo sustentable se habla de generaciones futuras, tendríamos que fijar también una tasa de descuento. Esto es, decir cuánto vale hoy un determinado bosque y cuánto valdrá en el futuro. No podemos preguntar a las generaciones futuras qué valor le atribuirán. Por otra parte, en el tema de la biodiversidad, que se encuentra distribuida en un conjunto de dominios personales, estatales y comunes, la acción empresarial de explotación en un concepto de mercado puro es sólo parte del problema de su conservación (al menos como lo definió la negociación de la Convención de 1992).

Otros casos son los procesos, como el cambio climático o la degradación de la capa de ozono, donde no hay cómo atribuir derechos de propiedad, por lo tanto, no hay cómo establecer mercado y aplicar la teoría económica. Se trata nuevamente de procesos extraeconómicos.

Finalmente, está el caso de los bienes comunes o «de nadie» dentro del territorio de un Estado, donde uno de los problemas centrales es cómo adoptar mecanismos económicos apropiados para que el individuo, empresa o agente público, sea incentivado a cuidar, a modificar una conducta depredatoria, o incluso a abstenerse de usufructuar, sin que necesariamente se trate de mecanismos de castigo.

Todos éstos son ejemplos para los cuáles la economía clásica no tiene respuesta, y si bien no se trata de refundar toda la teoría económica, constituyen desafíos específicos de investigación.

Socio logia. En este campo, se pueden sugerir algunas líneas de investigación como:

- *Sistemas o mecanismos de poder.* De alguna forma, permiten lo que se ha llamado la transición ecológica de hoy, es decir, la sociedad ya no tiene una relación directa con su entorno físico. Un ejemplo extremo es Japón, que en términos netamente ecológicos o ambientales, no podría ser la principal potencia del mundo. El ambiente de Japón no está en Japón. Este es un ejemplo claro del POETA: cuando se tiene un entorno físico que no vale nada, pero una buena organización social y un buen nivel tecnológico, se puede tener la misma calidad de vida que antes era

mucho más dependiente del entorno físico. Hay bastante que estudiar sobre los mecanismos que permiten este tipo de situaciones.

- *Percepciones de la población respecto a los problemas ambientales.* Cuando se habla de patrones sustentables de consumo, hay que ver cómo percibe la población el problema, si está dispuesta a cambiar y en qué está dispuesta a cambiar. Un exhaustivo estudio realizado en Estados Unidos durante 15 años, demostró de qué manera algunos grupos de la sociedad norteamericana perciben los problemas en forma totalmente distinta. En términos del medio ambiente, esto es importante dado que la política pública trata de cambiar comportamientos y si no se sabe cómo percibe la gente los problemas, será muy difícil.

- *Pobreza y medio ambiente.* Hay comunidades muy pobres que viven de la sobreexplotación de un recurso natural. Se puede analizar qué ocurre con estas comunidades cuando hay un desarrollo económico del entorno que crea nuevas oportunidades, cómo se conectan con esas oportunidades o qué factores explican el hecho de que muchas veces no logren aprovecharlas.

- *El comportamiento de la población en un desastre natural.* Qué ocurre con el orden social en estas situaciones con escasez de alimentos y agua, cómo opera el sentimiento de solidaridad, o cómo la gente se imagina los desastres naturales en el largo plazo, son aspectos importantes de analizar.

- *La equidad o solidaridad intergeneracional.* En presencia, como se mencionó, de acciones sociales de alta incertidumbre y ante la eventual aparición de consecuencias no previstas, dañinas para los equilibrios ecológicos, es tarea fundamental de la sociología investigar lo que algunos autores llaman «la equidad o solidaridad intergeneracional». No puede considerarse que el riesgo de una acción sea razonablemente aceptable por el hecho de que sus eventuales consecuencias negativas aparezcan después que los actores involucrados hayan desaparecido de escena. De este modo, por muy exhaustiva que pueda ser la consideración actual de la actitud de la población sobre los problemas ambientales, no es mucho lo que se puede deducir de ese diagnóstico sobre la manera en que encararán los riesgos las generaciones futuras. Hasta el presente, la estructura social más importante para traspasar riesgos y expectativas de una generación a otra ha sido la familia y no se ve que exista un sustituto funcional a esta tarea. Sin un tejido social capaz de equilibrar las responsabilidades intergeneracionales, no hay modo de reducir los riesgos del mediano y largo plazo. En este mismo sentido, hay que considerar también el tema del cambio de conductas o comportamientos. Da la impresión de

que ninguna fórmula de cambio podría tener sustentabilidad si ella no lleva involucrada la gestión del riesgo y la administración de responsabilidades intergeneracionales. Es importante, desde el horizonte de la sociología, que se considere la preocupación ecológica de modo consistente con la «ecología humana» vigente en un momento determinado.

• *Aspectos culturales y éticos.* Es imprescindible incorporar en el análisis las variables culturales y éticas. La cultura no es sólo el patrimonio histórico que da identidad a una nación, sino que representa el fundamento de la credibilidad entre las generaciones dentro de un mismo país, y de éstas con sus correspondientes en el extranjero. Por otra parte, la cultura es el mecanismo con que la sociedad trasciende el horizonte de una generación particular, proyectando las decisiones al mediano y largo plazo. La calidad del patrimonio cultural heredado es la mejor garantía de que las generaciones actuales estarán dispuestas a heredarlo como propio, tanto en relación con las potencialidades recibidas como con los costos que aún deben pagarse. De ahí que es importante que los análisis culturales incluyan el patrimonio moral de una sociedad. La actitud de neutralidad ética desconoce gravemente el mediano y largo plazo. Los problemas medio ambientales son, en última instancia, problemas éticos, porque operan con ciclos de temporalidad superiores a los que cualquier contemporáneo estaría en condiciones de juzgar. La ética pone a cada generación en la necesidad de juzgar la calidad de la herencia recibida y del patrimonio que heredarán las generaciones futuras. Tradicionalmente, la ética ha sido referida no sólo a la solución de problemas inmediatos sino a la formación de hábitos, que es lo que en conjunto califica el «habitat» natural y social. No se trata de la formulación de normas ideales de comportamiento, sino de la configuración en las personas de una actitud estable, juiciosa y prudente, que sabe apreciar equilibradamente el interés inmediato con la proyección histórica de las decisiones que se toman.

Historia. En esta área también hay mucho que estudiar. Si se hace hoy una lectura ambiental de algunos tratados magistrales de historia, se pueden descubrir muchas cosas. Por ejemplo, al leer los escritos de Gibbons sobre el imperio romano, se advierte cómo los fundamentos ecológicos del imperio ya se estaban derrumbando 300 años antes de su colapso. Existe también una serie de explicaciones ambientales de por qué habría colapsado la civilización maya. Hay mucho que estudiar en historia contemporánea tomando las relaciones entre las variables del POETA y tratando de descubrir las tendencias antes de que las civilizaciones colapsen. Una línea para realizar estudios históricos es exactamente imaginar qué sociedad es la que podría tener una relación más armónica entre las variables de población,

organización social, nivel tecnológico y otras. Por ejemplo, proyectar cómo debería ser Chile si fuera sustentable.

Sin duda, son tantos los tópicos por investigar que citarlos todos escapa al objetivo de este documento. Sin embargo, el Grupo de Trabajo estimó como prioritarios los siguientes temas y problemas: contaminación producida por la actividad productiva, (por ejemplo: contaminación de aire, agua, y suelos por procesos industriales y agrícolas); explotación de recursos no renovables; biodiversidad y patrimonio genético de nuestra flora y fauna, con el fin de protegerla y explotarla racionalmente; extracción, producción y comercialización de productos naturales de alto valor agregado; utilización de cepas nativas que actúan con alta eficiencia en la extracción de minerales y en la degradación de contaminantes. Por otra parte, se estima indispensable la incorporación de estudios toxicológicos en los requerimientos de los Estudios de Impacto Ambiental.

Ciencias ambientales y requerimientos de educación

A pesar de que los términos ecología y medio ambiente son usados como sinónimos por los medios de comunicación, es importante dejar en claro que se trata de conceptos distintos, siendo la ecología una de las muchas disciplinas que participan de la discusión ambiental contingente.

En lo que se refiere a las ciencias ambientales, existe hoy un debate sobre cómo considerarlas. Las principales opciones que se barajan son: están al nivel de una multidisciplina (concurso de dos o más áreas del conocimiento en torno a un quehacer, cada una aportando su metodología); están al nivel de una interdisciplina (una etapa superior a la multidisciplina, donde hay una evolución natural en la que aparece una o más de las siguientes condiciones: metodología propia, paradigma o alguna otra forma de síntesis); están al nivel de disciplina (identifican un método de estudio propio, alrededor de un campo del conocimiento, el medio ambiente, que le es propio). Esta última alternativa es la que menos adeptos tiene.

El mayor consenso actual es que estamos en un nivel multidisciplinario. Quienes opinan que está en un nivel más avanzado (interdisciplina) se basan en que existen a nivel nacional ciertos productos propios de nivel tecnológico o de gestión; por ejemplo, herramientas como la evaluación de impacto ambiental, que han ido configurando un campo propio y una institucionalidad relacionada con distintos estamentos y organizaciones.

Recuadro 4

Inserción global, cambio cultural y el modo de hacer ciencia

El tema de la cultura y, como parte inseparable de ella, el de la investigación científica debe desempeñar un papel de primera importancia en la discusión sobre nuestra inserción global. Chile se encuentra hoy en pleno proceso de negociaciones para incorporarse a tratados de libre comercio. Esto debe traducirse en ventajas para el desarrollo que el país debe definir y elegir, así como en nuevas responsabilidades, en particular, las relacionadas con el tema ambiental. Para estos efectos, la política ambiental chilena deberá hacer compatibles las exigencias en esta materia que provienen del exterior a través de los mecanismos de mercado, con sus propios intereses definidos mediante la formulación de las metas, prioridades y plazos que se estimen convenientes para el país. Esta política ambiental sólo puede tener sentido y capacidad de mantenerse en el tiempo si cuenta con el respaldo pleno de la ciudadanía, lo que a su vez implica la necesidad de educarla en estas materias.

Pero además de la educación, hay otros factores que debieran desempeñar un papel de primera importancia en la discusión sobre nuestra inserción global. Es el caso de la cultura y, como parte inseparable de ella, el de la investigación científica. El punto clave aquí es que la decisión de integrarse al sistema internacional es mucho más que un hecho de política económica. En lo esencial, se trata de un hecho cultural de profunda significación. Por ejemplo, cuando importamos tecnología —lo que hemos hecho siempre y seguiremos haciendo en el futuro—, hay que tener en cuenta que cada importación tecnológica es también una importación de cultura, aunque no nos demos cuenta de ello. Por otra parte, también hay que tener presente que en la medida en que nos dediquemos a copiar a los países más grandes, adquiriendo hábitos y posturas culturales que no son las nuestras, estaremos perdiendo nuestra propia identidad. Esto tiene que ver con lo que Evtuchenko denomina la «macdonalización de la cultura», y se trata de un aspecto importante de lo que se ha llamado «la cultura de la aldea global». Esta es una realidad, por cierto, pero conlleva ciertos peligros. Y no debemos entrar en ese juego sin tener claro cuáles son esos peligros ni sin tomar las medidas de resguardo necesarias en lo que se refiere a la cultura.

Es necesario que como país —y en particular la gente de ciencia, los intelectuales— estemos alertas al respecto. No se trata de una cuestión de xenofobia ni de autarquía, sino simplemente de no perder de vista nuestros valores y tradiciones, de preservar nuestra identidad cultural. En el caso de la actividad científica específicamente, es evidente que se ha ido cambiando nuestro modo de ser y de actuar mediante mecanismos que han ido apareciendo uno detrás de otro —y que constituyen un buen ejemplo de «importación de cultura»— que en definitiva han cambiado radicalmente la forma de hacer ciencia en Chile. El hecho de que se haya sacado de las universidades una gran cantidad de dinero y sólo una parte muy pequeña se haya devuelto por la vía de concursos, ha creado problemas que han conducido a una notable falta de solidaridad entre los universitarios. Se trata de problemas que tienen que ver con preguntas tales como: ¿cuánto «curricula» lo que voy a hacer? o ¿cuánto gano yo sacrificando por otros —por los alumnos, por ejemplo— parte de mi tiempo?

Hay ciertas responsabilidades en la Universidad que hoy nadie quiere asumir, porque se siente que se pierde mucho con ello, dado el sistema de competencia imperante. Es bueno que haya competencia, pero ésta debe darse con moderación, sin que llegue a destruirnos, sin que nos obligue a dejar de ser lo que somos. Si hay un rasgo que caracterizaba a los chilenos, ése era el de la solidaridad. Hoy se observa, sin embargo, una suerte de atomización en lo que se refiere a la actividad en ciencia. Veo el nacimiento de una clase de «científicos-microempresarios» en la Universidad, y no cabe duda de que eso atenta contra su esencia misma. Asuntos tan delicados como este ejemplo ameritan una discusión seria, racional, sin dogmatismos y tan apasionada como sea necesario, pero sin dejar por ello de ser inteligente.

Extracto del discurso del profesor Igor Saavedra, Premio Nacional de Ciencias 1981 y Presidente del Consejo Consultivo de Clpma, en la Inauguración del 5º Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente.

Finalmente, hay indicaciones ciertas de que los aspectos ambientales están permeando también algunas disciplinas. Algunos ejemplos son la economía ecológica (visión de la economía que integra aspectos de sustentabilidad ambiental), la biología ambiental (versión holística ecológica) y la sociología ambiental.

Formación de recursos humanos

Bajo la concepción más consensual de que las ciencias ambientales están al nivel de una multidisciplina, se plantea el desafío de cómo atraer a la gente más competente de cada disciplina para que se incorpore en esta área de estudios: entregándole los conceptos ambientales en su formación (básica, media y profesional), o uniendo profesionales de las distintas disciplinas para que trabajen juntos. Al respecto, hay que distinguir dos propósitos distintos:

- Al introducir el tema ambiental en las carreras de pregrado, no solamente se tratará de buscar interesados en la materia, sino también se dará un nivel de conocimiento general a los profesionales para cuando trabajen en sus respectivas áreas.¹ Por otra parte, la inserción de la temática ambiental en el pregrado parece clave, porque la gente que en definitiva arma los proyectos ambientales son los egresados de ingeniería, medicina, leyes, de arquitectura, entre otros. Sería importante estimular la flexibilización de las mallas curriculares para que los estudiantes de carreras de curriculum rígido pudieran tener algún grado de especialización en ciencias ambientales. Finalmente, es importante que, independientemente de la disciplina en la que se pertenece, los profesionales tengan la suficiente cultura general como para poder conversar con gente de otras disciplinas y entre todos sacar algo distinto a la especialidad de cada uno.
- En los casos en que algunos de los alumnos o egresados del pregrado se interesen en la aplicación ambiental de su disciplina (y se hagan, por ejemplo, químicos del ambiente), adquiere un papel importante la formación del postgrado. Existe en Chile una escasez de programas de doctorado y de magister relacionados con medio ambiente. Los primeros son necesarios para la formación de personas que actúen como líderes de grupo, capaces de realizar investigación en forma independiente, pero relacionada con otros grupos interdisciplinarios y conectadas con grupos internacionales que trabajen en el tema.

Los postgrados pueden perseguir distintos objetivos: ser un «postgrado profesional» en ciencias ambientales, en el cual los profesionales adquieren una cultura ambiental amplia, para culminar con tesis doctorales que profundicen un aspecto ambiental de su propia disciplina, que será calificada por examinadores de amplio

reconocimiento.² La otra opción es la del científico que hace postgrado (doctorado u otro) en su disciplina, pero se aplica a un campo ambiental.

Finalmente, es importante también formar gente al nivel técnico: personal que ejecuta la gran variedad de trabajos especializados y de gestión. No es necesario formar estas personas en universidades; puede ser una opción en los institutos técnicos y profesionales.

Riesgos y obstáculos en materia de educación ambiental

La inclusión del tema ambiental en las políticas nacionales científica y educacional debe tener en cuenta algunos riesgos, como los que se desprenden de la experiencia internacional y los que se derivan de la proliferación de carreras ambientales. Debe tomar en cuenta, además, la necesidad de flexibilizar la educación para facilitar la formación en materias ambientales. En este sentido, cabe destacar los siguientes aspectos:

- En el análisis del tema de formación de personas, no estará de más tener en cuenta algunas experiencias de otros países. Un ejemplo exitoso es el de Taiwán, que contaba con muy poca gente con un buen nivel profesional. Se optó por la estrategia de poner a trabajar toda la inteligencia disponible, colocando bajo su dirección al grueso de la gente menos preparada o sin preparación, y generando así un proceso de formación. Paralelamente, el país ha enviado gente seleccionada a formarse afuera para que regresen a trabajar al país. En contraste, está el caso poco exitoso de Venezuela, que en la década de los 70 decidió invertir fuertemente en recursos humanos, enviando a unas 17 mil personas a capacitarse a Estados Unidos ¿Qué quedó de eso? Tras una inversión en un aspecto que parecía muy importante, se encontraron con un país que no evolucionó para dar cabida a esa gente.
- Sean cuales fueren las opciones que se vayan adoptando para una formación que considere los aspectos ambientales, es importante tener en cuenta el riesgo de que el tema ambiental «vende» y puede vender también desde el aspecto educacional. Existe la tentación de crear carreras con apellido ambiental. En este sentido, será clave regular el tema, fundamentalmente por la vía de la calidad. Organismos acreditadores (no necesariamente asignadores de recursos) de nivel nacional e internacional podrían colaborar en esta gestión, con la anuencia de las instituciones académicas involucradas.

- Existe una necesidad de reorganizar la educación, de manera de hacerla más flexible, como ocurre en Estados Unidos, donde una persona puede orientar su formación tomando diversas disciplinas que le van dando su especialización. Para efectos de las ciencias ambientales, esto sería muy beneficioso.

Potencialidades de la interacción científica

Gomo se ha señalado, la complejidad de los problemas ambientales requiere de aportes tanto de las ciencias sociales como de las naturales. Normalmente esta solución no es la simple sobreposición de los aportes de las diversas ciencias involucradas, sino que tiene características propias; la solución no es sólo una suma de partes independientes entre sí.

Desde este punto de vista, en consecuencia, el tema ambiental plantea problemas nuevos e interesantes, tanto desde el punto de vista práctico como conceptual. Lo que se busca es un método capaz de tomar adecuadamente en cuenta y en forma simultánea antecedentes cuantitativos y cualitativos. Esto claramente trasciende al método científico propiamente tal (Galileo-Newton).

La inclusión del tema ambiental en una política científica nacional impulsaría el potencial innovador de las ciencias y les abriría nuevas oportunidades de financiamiento y cooperación en el sector privado e internacional.

Financiamiento de la investigación ambiental

Un documento preliminar de la CONAMA estimó que en los próximos años se realizarán inversiones por más de US\$ 8.000 millones en proyectos que requieren estudios de impacto ambiental y la introducción de tecnologías limpias. Este hecho lleva a plantear el tema de la inversión que se realiza en el país en investigación y desarrollo. Según cifras de CONICYT, Chile invirtió 312 millones de dólares en este ítem en 1993. Si se compara esta cifra con lo que han invertido, por ejemplo, los tigres asiáticos en esta área, parece muy baja.³ Existen enseñanzas importantes que podemos rescatar de la experiencia de esos países en lo que se refiere a investigación y desarrollo, pero también se deben destacar las diferencias que existen entre la realidad del sudeste asiático y la realidad chilena.

Una de las diferencias es que la tasa de investigación y desarrollo está asociada a los rubros de actividad. Si uno toma un rubro como el minero-metalúrgico (por

ejemplo, la minería del cobre) y lo compara con el de la industria electrónica, verá que la inversión que tiene que hacer cada empresa en Investigación y Desarrollo, sumado a los subsidios estatales respectivos que llegan directa o indirectamente, difiere notablemente de un caso a otro. Mientras que para sobrevivir en el mercado la empresa rñinero-rnetalúrgica requerirá una tasa de inversión del orden de 0,5 a 1 por ciento, la electrónica no puede bajar de un 8 por ciento.

Esto explica por qué las sociedades como las del sudeste asiático, — orientadas a la manufactura, y en particular a la manufactura electrónica—, tienen que gastar mucho más en investigación y desarrollo que aquellos países que poseen una industria o infraestructura económica orientada más a otro tipo de recursos o productos.

Por otra parte, en los países subdesarrollados cuyo crecimiento se debe fundamentalmente a la explotación de los recursos naturales, entre otras cosas, hay menos proclividad o interés de invertir en investigación y desarrollo, porque el efecto de ese resultado se ve en forma retardada en la degradación de los recursos naturales, que va a revertir en la productividad y en la competitividad después de 10 ó 20 años.⁴ Y eso refleja el poco grado de conciencia que hay respecto a la sustentabilidad ambiental del desarrollo económico en el largo plazo. Nuestras demandas de más recursos financieros para la ciencia deben ir acompañadas de un esfuerzo de los propios científicos en despertar conciencia de la importancia que tiene, en términos de la sustentabilidad del desarrollo, el mirar un poco más allá de nuestras propias narices.

Otro alcance respecto a la analogía con Taiwán y Corea es que estos países no empezaron invirtiendo en investigación y desarrollo, sino que contaron con una fuerte inversión internacional y con un enorme desarrollo de transferencia. Cimentaron sobre la transferencia y luego comenzaron a invertir en ella, con lo cual encontraron un mercado donde se va dando valor agregado a lo que ya existe. Combinaron inteligentemente el modelo «transferencia» con investigación y desarrollo. Otro aspecto importante es que usaron la inversión extranjera unida a la capacidad local. Esto marca una diferencia con nuestra realidad, donde ambos elementos están disociados. Aquí, las empresas traen sus consultores desde afuera; en Japón, el consultor es japonés.

Financiamiento estatal, financiamiento privado

La investigación en ciencias ambientales en Chile es principalmente financiada por el Estado. Sin embargo, el sector empresarial está incrementando cada vez más su participación. Otra forma de obtener recursos son las fuentes internacionales, las cuales aportan a través de organismos internacionales (por ejemplo, Comunidad Europea, Organización de Estados Americanos - OEA, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD) o de programas de cooperación internacional de carácter bilateral (por ejemplo, Japón, Suecia, Alemania). En cuanto a las fuentes nacionales, en general no existen recursos específicos para el área ambiental. Los investigadores deben competir en las fuentes generales de fondos (FONDECYT, FONDEF, FONTEC, FIA, FIPA y otros) con investigadores de otras áreas. Su éxito dependerá de la calidad y relevancia de los proyectos.

El tema del financiamiento se puede dividir en dos grandes categorías de acciones:

- *Las acciones que el Estado puede realizar para que haya más actividad en investigación y desarrollo en el tema ambiental.* Existe ya a nivel de Estado una preocupación por el tema ambiental; el problema es cómo materializarlo ahora en acciones. En la CORFO, por ejemplo, lo consideran como una actividad subsidiaria del Estado, para producir el conocimiento que permita tomar decisiones gubernamentales. Por ejemplo, si introduce una nueva regulación —una veda para un recurso pesquero o la explotación o no explotación de un bosque— el Estado se considera responsable de invertir en los estudios necesarios hasta llegar al convencimiento de si corresponde o no esta política. Esto tiene que ver con el concepto de norma, de estándar, de regulación, lo cual es muy importante, porque la norma es la que a su vez provoca la inversión privada y va creando una demanda concreta y efectiva para la gente capaz de hacer este tipo de trabajo, sea como investigador, como consultor o incluso como profesionales del sector industrial.

Es importante destacar que, dentro de la investigación ambiental, el Estado debe desempeñar un papel esencial en el financiamiento de los programas de seguimiento de largo aliento. Los fondos no necesariamente deben provenir de las arcas fiscales, sino que pueden ser parte de un fondo ambiental específico creado con aportes diversos.

- *Las acciones que realicen los privados.* Una de las características de la globalización es que el financiamiento es cada vez más privado y menos estatal. Por lo tanto, uno de los desafíos que se plantea es que cada vez más científicos van a tener que trabajar

para la empresa. Si se miran las estadísticas disponibles, se advierte que en los países desarrollados se hace mucho más ciencia en las empresas que en las universidades: sobre el 60 por ciento de los investigadores trabajan en el sector privado, no en las universidades.

Lo anterior plantea fomentar la relación empresa-universidad. El mejoramiento de la capacidad científico-tecnológica en el área ambiental, así como un mayor estímulo a la investigación y desarrollo, requiere de una interacción activa entre el sector productivo, el sector académico y el Estado. Algunas acciones que permitirán mejorar esta relación son: estimular la creación en las empresas de Departamentos de Investigación y Desarrollo y/o la participación de científicos en los diferentes niveles de la empresa; estimular la creación en las universidades de Consejos Tecnológicos, con la participación de empresarios y fomentar la creación de oficinas de transferencia tecnológica; otorgar incentivos para el desarrollo de prácticas y tesis de pre y post grado en las empresas; establecer incentivos e instrumentos, adicionales a los ya existentes, para favorecer estas interacciones.

Hay que aprovechar la concepción neoliberal de que el mercado tiene que responder, para aplicarla también a la investigación. Hoy son muy pocos los que defienden la idea tradicional de que es obligación del Estado proveer, por ejemplo, la infraestructura de la energía eléctrica, para que la empresa privada o el mercado pueda cooperar. Eso ya no se discute. Lo único que está faltando es aplicar esa misma lógica al área de educación y al área de ciencia y tecnología. Hay que hacer que el sector privado sea más efectivo que el modelo tradicional de asociación empresa-universidad. El sector exportador o el sector más dinámico de la economía chilena es uno de los beneficiarios de la infraestructura en investigación chilena, por lo cual, debe ser el principal interesado en que se haga buena investigación relacionada con la competitividad en los rubros que interesan a Chile. Así como hay un fondo de estabilización del cobre, debería haber varios fondos privados de investigación para mantener esa competitividad (que incluye la dimensión ambiental).

La alianza entre productividad y desarrollo científico tecnológico está dentro de las posibilidades de Chile o de cualquier economía sana. De hecho, en el país ya está empezando a ocurrir que muchos proyectos de inversión son financiados con capitales privados y con algún apoyo estatal en investigación y desarrollo.⁵

Por último, es importante destacar la importancia de la transferencia. Al parecer, hay muchas empresas, especialmente pequeñas y medianas, donde existe una sensación de que el mercado es muy rápido y por ello no hay tiempo para invertir en

investigación. Consideran que es preferible traer un consultor de afuera y pagarle para que traiga la tecnología. Hoy en día, el 95 por ciento del conocimiento que se necesita está en alguna parte del mundo. Lo primero que hay que hacer es armar la capacidad de absorber este conocimiento ya disponible y ponerlo en el mercado chileno a producir para vender en el país o fuera de él. Entonces, sobre ese ritmo, aplicar la investigación y desarrollo que aquí requiere la empresa. Esto parte de la base, eso sí, de que hay gente en Chile que entiende de ciencia y tecnología como para saber dónde está el conocimiento, qué cosas usar y cuáles no.

Fondo ambiental

Una alternativa posible de financiamiento es la creación de un fondo especial para proyectos ambientales. Esto tiene ventajas y desventajas. Entre las ventajas, se puede señalar la de atraer a investigadores de buen nivel que están trabajando en otras áreas y que podrían ser un buen aporte para resolver los problemas ambientales del país. Además, podría estimular la investigación multidisciplinaria. También permitiría que los investigadores nacionales concursaran con más éxito por recursos otorgados en concursos competitivos de organismos multinacionales. Por otra parte, estimularía la interacción de investigadores con el sector empresarial.

En cuanto a las desventajas, se argumenta que podría crear una distorsión, ya que también existen otras áreas del conocimiento que se deberían estimular y que lo mejor sería formar investigadores de muy buen nivel, capaces de adaptarse a las necesidades de investigación del país en general. En todo caso, cualquier fondo de investigación que se cree para el área ambiental debe tener como requisito fundamental que sea competitivo y otorgado por un comité de expertos. Deberá, además, estimular la participación tanto del sector académico como del sector privado en los proyectos. Este último debiera hacer aportes efectivos y no sólo optar a subsidios.

Reconocimiento

Este informe es producto de una reunión de trabajo de los autores y de la discusión colectiva del Grupo de Trabajo sobre Ciencia y Tecnología del 5º Encuentro, coordinada por Lionel Gil, y ha sido editado por Sofía Torey. El Grupo de Trabajo estuvo integrado por (afiliación institucional sólo para fines de identificación): Lionel Gil (Universidad de Chile), Coordinador; Jorge David (Intercontrol Ltda), Juan Gastó (P. Universidad Católica de Chile), Guillermo Geisse (CIPMA), María Teresa Infante (Universidad de Chile), Alberto Larraín (Universidad de Concepción), Pedro Morandé (P. Universidad Católica de Chile), Igor Saavedra (Universidad de Chile), Sofía Tórey (CIPMA), Jorge Yutronic (FONDEF/CONICYT).

Notas:

(1) Un esfuerzo de este tipo se ha hecho ya en la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Concepción, donde se introdujo curricularmente la asignatura de ciencias ambientales.

(2) El único programa de postgrado en Chile, al estilo de la primera opción, es el de EULA, que ya está con la tercera generación de estudiantes. Se trata de un postgrado horizontal, donde participan abogados, arquitectos, ingenieros, biólogos, geógrafos y economistas, entre otros. Los profesionales llegan con un interés muchas veces disciplinario. Se les entrega conocimientos de todas las áreas ambientales. Una vez que se gradúan, muchos siguen trabajando en su disciplina, pero en aspectos orientados hacia el área ambiental. Hay mucha gente que está trabajando en otras universidades, también en empresas.

(3) En 1990, Taiwán, con 21 millones de habitantes, invirtió 2.500 millones de dólares en tanto que Corea del Sur, con 44 millones de habitantes, invirtió 5.000 millones de dólares. En los últimos 15 años, estos dos países han incrementado su inversión en Ciencia y Tecnología a un ritmo anual de 15,8 y 23 por ciento respectivamente.

(4) En países desarrollados que tienen recursos naturales similares a los de Chile (por ejemplo, Nueva Zelanda y Canadá), una de las diferencias que han marcado su desarrollo se debe justamente a que han invertido en investigación y desarrollo sobre esos mismos recursos, aumentando su productividad en un marco de sustentabilidad.

(5) El FONTEC, por ejemplo, que entrega aportes a las empresas para la innovación tecnológica, exige una contraparte de la empresa, y ese fondo ahora será aumentado. En menor proporción, en el FONDEF también ocurre lo mismo; de los proyectos que se hacen, aproximadamente un 20 por ciento lo financia la empresa.