

PROGRAMA UNIVERSITARIO DE MEDIO AMBIENTE
(PUMA)

La universidad está comprometida con los problemas que aquejan al país y con la búsqueda de soluciones. Como respuesta a este compromiso surge, en 1991, el Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA). Éste es una instancia de coordinación horizontal para unir los esfuerzos de grupos de trabajo multidisciplinarios.

OBJETIVOS

El Programa tiene como objetivo apoyar, promover, coordinar e impulsar actividades en las dependencias de la UNAM orientadas a investigar y difundir el desarrollo sustentable. El PUMA atiende la formación de recursos humanos en el área ambiental y difunde el conocimiento mediante la realización de cursos de actualización y la publicación de libros. Asimismo, vincula a los distintos sectores de la sociedad con la UNAM y entre sí en materia ambiental.

GESTIÓN DE PROYECTOS

Establece convenios de colaboración con diversas instancias e instituciones: Pemex, Instituto Mexicano del Petróleo, Semarnat y gobiernos estatales.

REUNIONES Y EVENTOS ACADÉMICOS

El PUMA organiza eventos académicos, entre los que destacan:

Las reuniones anuales del Programa donde se analizan, con un enfoque multidisciplinario, temas ambientales específicos de interés general. Asimismo, organiza el encuentro: "Jóvenes y medio ambiente", dirigido a estudiantes de bachillerato.

SERVICIOS

El Programa cuenta con un catálogo de publicaciones que proporciona información sobre los documentos que están a la venta en las oficinas del PUMA.

Ante la necesidad de ofrecer opciones de formación profesional en materia ambiental, proporciona educación continua a los profesionales a través de la realización de diplomados en diferentes áreas de especialidad: residuos peligrosos, biológico-infecciosos, desarrollo sustentable y política ambiental, entre otros.

En relación con los cursos de especialización, el PUMA imparte cursos en diversas áreas del conocimiento ambiental, entre los que destacan: la contaminación ambiental y sus efectos sobre la salud; manejo, tratamiento y disposición de residuos sólidos municipales y residuos peligrosos; tratamiento de aguas residuales y manejo del agua; química analítica ambiental, del aire y del agua; legislación ambiental; educación ambiental, manejo de recursos forestales, ordenamiento ecológico, sólo por citar algunos.

PARA MAYOR INFORMACIÓN, COMUNICARSE A:

Programa Universitario de Medio Ambiente

Anexo al edificio de la Coordinación de la Investigación Científica, planta alta.

Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, C.P. 04510, México, D.F.

Teléfonos: 56 22 41 86, 56 22 41 70.

Correo electrónico: puma@servidor.unam.mx

www.unam.mx/puma

LA EDUCACIÓN AMBIENTAL Y LAS INSTITUCIONES
DE INVESTIGACIÓN ECOLÓGICA:
HACIA UNA CIENCIA CON RESPONSABILIDAD

ALICIA CASTILLO*

Two activities from which society expects important contributions in the search for sustainable development are scientific research in fields such as ecology and environmental education. Ecological research it is expected to provide a firm basis upon which decisions regarding the environment can be taken. From environmental education is expected to provide a firm base from which decision affecting the environmental can be taken. Environmental education is expected to contribute by developing better strategies in the use and management of natural resources and by raising environmental awareness among the general public. This paper proposes that environmental education within ecological research institutions can play a relevant role as a facilitator of the practical use of research findings. Under the perspective of the Ecological Information System, the interactions between ecologists, environmental educators and rural producers in Mexico are analyzed. Based on this analysis and considering the developments in areas such as extension education, the creation of interdisciplinary teams of environmental educators is proposed within research institutions to serve as links between science (its institutions, actors and outcomes) and the different sectors involved in the use, management and conservation of natural systems and resources.

INTRODUCCIÓN

Entre los principales retos que enfrenta actualmente la humanidad están la satisfacción de las necesidades presentes y futuras de las sociedades, conservando al mismo tiempo los recursos naturales y manteniendo los procesos ecológicos que sustentan la vida sobre el planeta. Esas son las metas más generales del llamado desarrollo sustentable. En el diseño de estrategias que permitan alcanzar dicho desarrollo, la investigación científica tiene una responsabilidad muy importante. Por la naturaleza de sus objetos de estudio y de las actividades que realiza mediante disciplinas como la ecología y la educación ambiental, la sociedad espera una contribución particularmente efectiva. Como disciplina científica, se espera que la ecología provea una base firme de información sobre la estructura y

dinámica (esto es, cómo son y cómo funcionan) de poblaciones, comunidades y ecosistemas, con base en la cual puedan tomarse las decisiones relacionadas con el medio ambiente (entendido éste como el entorno biótico y abiótico y que constituye la base material sobre la que descansan los procesos productivos de la sociedad). De la educación ambiental, por otro lado, se espera que contribuya a la socialización y realización de tales estrategias de uso, manejo y conservación de los recursos naturales, así como a la concientización de las poblaciones humanas sobre los problemas del medio ambiente, la importancia de la conservación y las posibles formas de convivir en armonía con la naturaleza. Concebida de manera integral, la educación ambiental considera la formación de valores, aptitudes y actitudes para la cabal comprensión de las interrelaciones entre el hombre, su cultura y su medio ambiente (Curiel, 1990). Sobre

* Investigadora del Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México (correo electrónico: castillo@oikos.unam.mx).

la relación particular entre la ecología y la educación ambiental, la visión más generalizada es que ésta tiene como uno de sus fines la transmisión de conceptos ecológicos a los diversos sectores de la sociedad. En este artículo se exploran las relaciones entre la investigación en ecología y la educación ambiental, principalmente en el contexto del uso, manejo y conservación de los recursos naturales en México. Aunque el análisis es del caso mexicano, la intención es que las posibles enseñanzas y propuestas surgidas de este trabajo puedan ser de utilidad para otros países, principalmente dentro del contexto latinoamericano.

1. Ecología para el desarrollo sustentable

En la Agenda XXI, producto de la histórica Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro, Brasil, en 1992, se reconoce que el conocimiento científico debe desempeñar un papel fundamental en la búsqueda de un desarrollo sustentable. Su función debe ser la generación de información que pueda ser útil para la formulación de las políticas sobre medio ambiente y desarrollo. Se recomienda la ampliación de las bases científicas y el fortalecimiento de las capacidades de investigación, en especial en los países en vías de desarrollo (UNCED, 1992).

De entre las disciplinas científicas, la ecología es quizás la ciencia de la que se esperan más contribuciones para la solución de los complejos y cada vez más urgentes problemas ambientales. La ecología aporta teorías, modelos y métodos empíricos capaces de explicar el funcionamiento de los sistemas naturales (Begon et al., 1986), todo lo cual ayuda a entender las implicaciones que tienen las actividades humanas sobre éstos (Ehrlich, 1989). Aunque tal aporte potencial es reconocido ampliamente por los ecólogos, existe también una creciente preocupación entre estos científicos sobre las posibilidades de utilización práctica del conocimiento generado en esta disciplina. El principal motivo de esa preocupación es que, a pesar del creciente número de publicaciones y medios de difusión que amplían el conocimiento ecológico, los principales problemas ambientales, tales como la deforestación, la pérdida de biodiversidad, la conta-

minación de ecosistemas y la sobre-explotación de especies, continúan multiplicándose a tasas cada vez más alarmantes, con efectos globales como locales. Un ejemplo importante de esta preocupación es la reflexión que sobre el impacto del *Journal of Applied Ecology* promovieron en 1996 sus editores. La revista fue creada en 1964 y es editada por la Sociedad de Ecología de Gran Bretaña, fundada en 1913 y, posiblemente, la primera sociedad científica dentro de la disciplina. Esta revista fue una de las primeras publicaciones internacionales que intentaron establecer una relación entre la generación del conocimiento ecológico y la resolución de problemas. El objetivo de la revista es publicar artículos originales sobre los principios ecológicos que rigen el manejo, control y conservación de los recursos biológicos para la agricultura, forestería, acuicultura, la conservación de la naturaleza, el manejo cinegético, las actividades recreativas y los efectos ecológicos de la biotecnología. Los editores de la revista se cuestionaron sobre el impacto que estaba teniendo su información en términos de su influencia en prácticas de manejo de recursos naturales, o sobre la formulación de políticas ambientales. Después de revisar una muestra de artículos publicados a lo largo de 30 años, los editores concluyeron que la mayoría de éstos carecían de indicadores sobre la aplicación que se buscaba y no brindaban recomendaciones claras derivadas de la investigación (Pienkowski y Watkinson, 1996). Esta conclusión revela que aún en el área de ecología aplicada existen dudas sobre la utilización real del conocimiento ecológico en la solución de problemas. A partir de esta revisión, la revista puso en marcha una nueva política editorial que tomara más en cuenta la existencia de indicadores de la aplicación del conocimiento ecológico.

Entre los científicos de la Sociedad de Ecólogos de los Estados Unidos, fundada en 1915 y quizás la más numerosa, actualmente con un registro de más de siete mil miembros (ESA, 1998), también se ha trabajado en promover una mejor y más eficiente contribución de la ecología a la solución de problemas. La publicación de la Sustainable Biosphere Initiative (Iniciativa para una Biosfera Sustentable) por parte de

esta sociedad, es un paso importante para estimular la generación de conocimientos ecológicos que consideren la problemática ambiental actual (Lubchenco et al., 1991). De acuerdo con los ecólogos de aquel país, la iniciativa propone el establecimiento de prioridades de investigación en áreas relevantes en las que debe trabajarse: cambio global, diversidad biológica y sistemas ecológicos sustentables. Una característica sobresaliente de la iniciativa es ubicar la investigación ecológica dentro de un marco de referencia que incluye la generación, disseminación y utilización del conocimiento. Esto es, se advierte que no sólo es importante la producción de conocimiento científico, sino que para que ésta sea útil a la sociedad, debe ser comunicado eficientemente hacia ella. Desafortunadamente, la iniciativa se detiene en este reconocimiento y no elabora un plan de cómo llevarlo a la práctica. No obstante, constituye un avance importante en el debate sobre el papel de la ecología en la actualidad. A través de los diversos medios de comunicación de esta sociedad, los ecólogos también han discutido sobre los problemas relacionados con la aplicabilidad de la ecología (véase por ejemplo el Foro sobre Ciencia y Sustentabilidad en *Ecological Applications* 1993, vol. 3, núm. 4). Gran parte de estas discusiones han estado centradas fundamentalmente en analizar las capacidades intrínsecas de la ecología, los problemas que implica montar experimentos de largo plazo, las dificultades para replicar estos experimentos o las implicaciones que tiene sobre su estudio la naturaleza cambiante de los sistemas que los ecólogos investigan. La invitación ha consistido en reconocer las limitaciones del conocimiento generado, así como la poca capacidad que en ocasiones tiene la actividad científica para adquirir el conocimiento requerido. Asimismo, se ha admitido que la persistencia y aumento de los problemas ambientales no son únicamente resultado de las limitaciones de la investigación ecológica, sino que también se debe a la falta de integración de la ciencia de la ecología con otras áreas del conocimiento (Funtowicz y Ravetz, 1991; Costanza, 1993). Entre estas áreas destacan las ciencias sociales, así como el conocimiento empírico tradicional generado por las

culturas rurales del mundo (Toledo, 1992). Se trata entonces de promover una ciencia de la ecología que sea integral y que analice los problemas desde una perspectiva de sistemas, incluyendo la interacción de los sistemas sociales con los naturales (Holling et al., 1998).

2. La ecología en México

En México, las raíces de la ciencia ecológica pueden encontrarse en los trabajos de naturalistas del siglo pasado; aunque no fue sino hasta la mitad del presente siglo cuando se establecen las bases de las disciplinas ecológicas en México (Soberón, 1995).

Para el año de 1991, el número de investigadores en ecología se estimaba en apenas 133 (Consejo Consultivo de Ciencias, 1994). A pesar de que a la fecha el número se haya duplicado o triplicado, sigue constituyendo una comunidad muy pequeña para la enorme cantidad de problemas, tanto científicos, como de índole social que deben abordarse. Entonces, el desarrollo de la ecología en el país es de reciente origen y esto debe tomarse muy en cuenta cuando se discute su papel en la resolución de problemas, pues su limitado desarrollo no le ha permitido aún penetrar en los principales problemas ambientales.

No obstante, debe resaltarse el papel que la ecología ha desempeñado en la sociedad, primordialmente a través de la participación de los ecólogos en el establecimiento de las políticas ambientales nacionales.

Además, debe destacarse el aumento en el número de instituciones dedicadas a la investigación como a la formación de recursos humanos en el área de ecología.

Por otro lado, la ampliación y consolidación del sistema de Áreas Naturales Protegidas (ANP) de México, así como la creación de instituciones como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), se han dado bajo la asesoría de renombrados ecólogos mexicanos. Asimismo, la actual Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca en México es una ecóloga egresada de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Es necesario, no obstante, seguir consolidando los grupos de investigación y multiplicar los esfuerzos en la formación de recursos humanos, tanto para la continuación de la propia investigación, como para la formación de personal capacitado en la gestión ambiental. Cabe añadir que la ecología tiene todavía mucho que aportar a la resolución de los graves problemas que afectan a los ecosistemas y a los recursos naturales, y que las instituciones de investigación tienen una gran responsabilidad social que cumplir.

3. Los retos de la educación ambiental en México

La educación ambiental es una actividad cada vez más reconocida por gobiernos, organismos internacionales y organizaciones no gubernamentales (ONG) como una herramienta útil en la difusión de la problemática ambiental y como promotora de prácticas conservacionistas. Como campo de acción específico, la educación ambiental ha reconocido que su labor fundamental es promover el conocimiento, cuidado y mejor aprovechamiento de los recursos naturales, a través del desarrollo de patrones de comportamiento humano que no sean destructivos del medio natural donde se desarrollan las sociedades (Viesca, 1995). Se reconoce que éste es un proceso que abarca la vida entera de los individuos y que se adquiere a través de los contextos sociales en los que éstos se desenvuelven, desde la transmisión de información y valores en el núcleo familiar, hasta la influencia de los medios masivos de comunicación y de los sistemas formales de escolarización.

Aunque ha sido en el ámbito de la educación formal, desde los niveles de preescolar hasta el de posgrado, donde la educación ambiental se ha desarrollado más activamente, los contextos no formales e informales también constituyen espacios relevantes de acción. De acuerdo con González Gaudiano y colaboradores, la educación ambiental no formal es la que se lleva a cabo independientemente de la educación formal, y aunque puede organizarse en actividades secuenciales, no se acredita ni se certifica y puede dirigirse a diversos grupos sociales. El ámbito informal lo constituyen aquellas acciones dirigidas a informar o reflexionar sobre las cuestiones ambienta-

les a través de medios de comunicación como las publicaciones, la radio, la televisión o el cine (González, 1995). Es dentro del ámbito no formal, principalmente en el contexto rural, donde se han desarrollado experiencias de educación ambiental que forman parte de estrategias de manejo de recursos naturales (Schneider, 1993). En este sentido, las organizaciones no gubernamentales han desempeñado un papel relevante, logrando establecer en muchos casos vínculos estrechos con las comunidades rurales con las que trabajan. Mediante enfoques de tipo participativo, están tratando de poner en práctica formas alternativas de manejo de recursos naturales que conserven los ecosistemas, al tiempo que ayuden a incrementar el nivel de vida de las sociedades rurales. No obstante, falta mucho por hacer.

De acuerdo con Reyes (1996), la educación ambiental en el medio rural de México debe contribuir no sólo a la concientización sobre los problemas ambientales entre los pobladores rurales. Debe, además, (y quizás más importante) desempeñar un papel fundamental en el fortalecimiento político de los campesinos, ayudando a que éstos puedan intervenir activamente en las decisiones sobre la gestión de sus recursos naturales. Otra área de influencia de la educación ambiental es la capacitación de los actores rurales, abriéndoles el acceso a la oferta educativa en materia ambiental (Reyes, 1996), así como la vinculación del sector rural con el resto de la sociedad. Uno de los principales vínculos que deben impulsarse es con los sectores responsables de la investigación científica, con el fin de incorporar el conocimiento generado en las instituciones de investigación sobre las prácticas de uso y manejo de los recursos naturales, así como las demandas y requerimientos en ciencia y tecnología de los productores rurales en la investigación. Cabe resaltar que en países del Tercer Mundo, tales como México, los productores de las comunidades rurales son los principales manejadores de los recursos naturales (Toledo, 1997).

En el contexto de las universidades, por otro lado, la educación ambiental se relaciona principalmente con actividades tendientes a incluir la dimensión ambiental en los currícula de las diferentes carreras,

con el objetivo de formar profesionales que actúen responsablemente en relación con el ambiente en sus ámbitos de influencia. Bajo esta perspectiva, se busca también la formación de investigadores, docentes y profesionales que puedan responder a las necesidades de gestión ambiental y de búsqueda de un desarrollo sustentable (Leff, 1993).

Las instituciones de investigación, que frecuentemente están asociadas a centros de enseñanza de nivel superior en áreas como la ecología, contribuyen a la formación de estos recursos humanos a través de sus programas de posgrado. No obstante, las instituciones de investigación también pueden utilizar la educación ambiental como una herramienta que les permita participar más directamente en el uso, manejo y conservación de los recursos naturales.

En México, algunas instituciones desarrollan acciones de educación ambiental sobre temas relacionados con las investigaciones que realizan. Es el caso de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en relación con la conservación de tortugas marinas, o la Universidad Autónoma de Tabasco, sobre la conservación de los pantanos de Centla (González Gaudiano et al., 1995). Esta clase de actividades son muy importantes debido a que permiten que la investigación científica establezca vínculos directos con las sociedades humanas. Sin embargo, las experiencias de este tipo no son muy comunes y en ocasiones se limitan a transmitir información y concientizar sobre temas particulares, sin demeritar de forma alguna la relevancia de realizar estas tareas.

La propuesta hecha aquí es que la educación ambiental desde las instituciones de investigación puede desempeñar un papel relevante como facilitadoras de la utilización práctica de los resultados de la investigación. Esto es, puede servir de enlace entre los diversos grupos sociales, que de una u otra forma podrían usar el conocimiento científico mediante la transformación, transmisión e intercambio de este conocimiento entre los diferentes sectores. Se propone además que, para llevar a cabo esta función, resulta de gran utilidad aprovechar las experiencias desarrolladas en el campo de la educación extensionista. El presente artículo intenta, entonces, explorar el posible

papel de la educación ambiental como un vínculo entre la generación del conocimiento científico (en particular el ecológico) y su utilización práctica. Se parte del supuesto de que esto es posible si se ubica la investigación dentro de un enfoque sistémico, donde los procesos de generación, comunicación y utilización del conocimiento se visualizan conjuntamente.

4. La educación extensionista

En la perspectiva de la aplicación de la ecología Las áreas de extensionismo agrícola y sociología rural son disciplinas que pueden aportar marcos conceptuales interesantes para entender los procesos de generación, comunicación y utilización del conocimiento. Con base en investigaciones llevadas a cabo en comunidades rurales del Tercer Mundo, principalmente en África, aunque también en Asia y América Latina, el extensionismo ha generado un importante cuerpo de conocimientos sobre la dinámica de prácticas educativas que tienen como objetivo fundamental modificar, por medio de la comunicación, el comportamiento de las sociedades humanas (Röling, 1990). Es importante señalar que el extensionismo no pretende ser un instrumento de cambio a través de la mera transferencia de información, su meta es el desarrollo de recursos humanos capaces de recuperar el control sobre los procesos que los afectan como sociedad. En este sentido, si la educación ambiental comparte este fin de contribuir al fortalecimiento de estas capacidades de autogestión, puede beneficiarse enormemente de los resultados y la teoría desarrollada en el campo del extensionismo.

En el área agrícola, el extensionismo tiene como principal objetivo contribuir a la formación de opiniones y a la toma de decisiones informadas por parte de los agricultores. Esto, con el propósito de modificar las formas de producción agrícola para incrementar la producción, mejorar la calidad de vida de las comunidades rurales y promover su desarrollo (Van den Ban y Hawkins, 1996). Una de las principales características del extensionismo es facilitar el uso del conocimiento científico por parte de los agricultores. Su principal instrumento es la comunicación, y a través de ésta trata de estimular cambios voluntarios en

la gente, poniendo énfasis en los mecanismos para satisfacer sus necesidades y aspiraciones. Es decir, el extensionismo no pretende forzar cambios en la forma de vivir de la gente ni en sus maneras de realizar sus prácticas agrícolas. Considera, más bien, que es sola mente tomando en cuenta las necesidades de las poblaciones rurales (definidas éstas por las mismas comunidades) como puede promover los cambios. Las acciones del extensionismo pueden afectar el conocimiento y la motivación de la gente, pero no siempre su capacidad para realizar un cambio. De esta manera, la educación sobre la base del extensionismo debe combinarse con otras acciones de tipo técnico.

El modelo tradicional bajo el cual funcionó el extensionismo durante varias décadas, y el cual sigue utilizándose en muchos lugares, es el conocido como "Transferencia de Tecnología" (Chambers, 1989). Con este modelo, en los centros de investigación se desarrolla la generación de conocimientos y las ideas sobre las prácticas agrícolas. Los científicos son quienes tienen la capacidad de decidir qué se investiga para resolver los problemas en el campo. Una vez obtenidos los productos deseados, ya sean nuevos cultivos, variedades o prácticas a realizar, éstos deben difundirse entre los agricultores mediante la labor de los extensionistas. Se partía del principio de que aquellos agricultores con capacidades de experimentar las nuevas tecnologías las adoptarían una vez que sintieran los beneficios, quienes a su vez difundirían sus resultados a los demás miembros de la comunidad.

Tal modelo de comunicación unidireccional resultó ineficiente en muchos casos y no resolvió los problemas de la mayoría de agricultores pobres de los países del Tercer Mundo. Es el caso de lo sucedido en México y otros países de América Latina como Chile y Bolivia (Kaimowitz, 1993), donde la práctica extensionista no cumplió con las demandas y expectativas del sector rural. Hasta el presente, el extensionismo en México goza de mala reputación y en general se le identifica como una práctica que pretendía persuadir al campesinado de los beneficios de un modelo de desarrollo (la Revolución Verde) que no partía de

su propia realidad. Es necesario resaltar que en el ámbito mundial se reconocieron los errores de las concepciones iniciales y actualmente existe un avance teórico y práctico con respecto a las capacidades y potencialidades de la actividad extensionista. La reflexión partió de reconocer que los agricultores poseían conocimientos, que experimentaban y que tenían una idea clara de lo que podían y no podían hacer. Se admitió que los agricultores evaluaban críticamente los riesgos que implicaba la adopción de nuevas prácticas y que no modificaban tan fácilmente sus formas de producción. Comenzó a ser evidente que las necesidades y problemas de los agricultores no coincidían necesariamente con los problemas planteados e investigados por los investigadores. Lo cual promovió que la investigación agrícola comenzara a realizarse tomando en cuenta las necesidades de los agricultores, sus conocimientos de los sistemas agrícolas y sus capacidades de experimentación. Se desarrollaron entonces diversas técnicas participativas para trabajar con los agricultores y para los agricultores, lo cual implicó importantes cambios en la actitud de los investigadores y los extensionistas, así como nuevas formas de hacer investigación y extensionismo.

Dentro de las nuevas formas de entender las actividades de investigación y extensionismo, investigadores como Röling (1990) proponen un nuevo modelo para entender las relaciones entre la investigación, el extensionismo y los agricultores. Este modelo se conoce como Sistema de Información Agrícola (SIA) y se define como el sistema en el que la información se genera, transforma, transmite, recibe y retroalimenta de manera coordinada para promover la utilización de información por los productores agrícolas. En la figura 1a se muestra un diagrama que permite representar esquemáticamente este modelo. Las flechas en el diagrama representan flujos de información entre los sectores. El SIA es un modelo que considera la transmisión de información en dos direcciones, entre cada par de sectores que establecen interacción. Debido a que el objetivo final es la satisfacción de las necesidades de los agricultores (usuarios principales de la información generada, transformada y trans-

mitida entre los sectores), una característica importante para el funcionamiento eficaz del modelo es la retroalimentación de información hacia los sectores extensionismo e investigación.

5. El Sistema de Información Ecológica: hacia una ecología integral

Al tomar como base las relaciones entre la investigación agrícola y el extensionismo es factible proponer un modelo similar para analizar las diversas interacciones entre la investigación ecológica, la educación ambiental y las comunidades rurales, éstas últimas consideradas las principales usuarias de los recursos naturales en países del Tercer Mundo, como el caso de México (Toledo, 1997). El modelo propuesto se denomina Sistema de Información Ecológica (SIE), a través del cual se intenta analizar los procesos de generación, transferencia, retroalimentación y utilización de la información de la investigación ecológica. Una representación gráfica de este modelo se presenta en la figura 1b.

Dentro del SIE (véase la figura 1b), el sector investigación se compone de aquellas instituciones que llevan a cabo investigación en el área de ecología. En México, de acuerdo con un informe del Consejo Consultivo de Ciencias (1994), se identifican 23 instituciones de investigación con científicos trabajando en el campo de la ecología.

El sector Agentes de Cambio (véase la figura 1b) corresponde al sector extensionista del SIA y dentro del SIE lo constituyen aquellos grupos involucrados en la búsqueda de formas alternativas de manejo de los recursos naturales por medio de actividades de comunicación.

En la actualidad, el sector está formado de manera importante por organizaciones no gubernamentales, principalmente las dedicadas a la educación ambiental. De acuerdo con el Directorio de organizaciones de manejo, protección y conservación ambiental (Ordoñez et al., 1993) y al Directorio verde (Sedesol, 1994), en México son más de 400 las organizaciones dedicadas a la educación ambiental, difusión, capacitación y producción de materiales educativos. Junto a éstas, es importante señalar, además, la participación

de grupos de investigación asociados a universidades, que llevan a cabo experiencias que intentan otorgar a la investigación científica un sentido más aplicado.

Utilizando diversas estrategias, algunas veces a través de la educación ambiental, estos grupos tratan de vincular la investigación con las actividades productivas en el campo rural mexicano.

El tercer sector dentro del SIE es el de los individuos y organizaciones que dependen directamente del aprovechamiento de los recursos naturales. Este es el sector de los Productores Rurales (véase la figura 1b), como agricultores, ganaderos, trabajadores forestales y/o pescadores.

Es necesario resaltar que la producción rural se concibe dentro de una amplia perspectiva ecológica. Esto es, se reconoce que los campesinos (incluidos los pescadores artesanales) en México no sólo hacen uso de ecosistemas transformados, como los campos agrícolas, sino que además usan y manejan sistemas naturales como bosques, selvas o cuerpos de agua, de los cuales obtienen gran diversidad de productos.

Esta estrategia se ha definido como "uso múltiple de los recursos" (Toledo et al., 1976), y mediante ella los habitantes rurales obtienen gran diversidad de productos: alimentos, materiales de construcción o para la fabricación de utensilios y herramientas, medicinas, combustibles, fibras, forrajes y diversas sustancias: resinas y estimulantes. Es necesario enfatizar la relevancia de los productores rurales como el sector principal o meta dentro del SIE, debido a su papel de usuarios directos de los ecosistemas, objetos de estudio de la ciencia ecológica.

6. El Sistema de Información Ecológica en México

Con la finalidad de conocer aspectos del funcionamiento del SIE se llevó a cabo una investigación, cuyos resultados constituyen una primera aproximación sobre las interacciones entre la ecología, la educación ambiental y los productores rurales en México (Castillo, 1997). Como parte del estudio, se realizó una encuesta y entrevistas a ecólogos de dos centros de investigación de México (Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto de Ecología, A.C.), acerca de aspectos relacio-

nados con el conocimiento generado, su difusión y su utilización. Asimismo, se realizó una encuesta por correo a organizaciones no gubernamentales (seleccionadas de los directorios de organizaciones antes mencionados) y se entrevistó a algunos grupos que poseen experiencias valiosas en el contexto de las comunidades rurales. Las temáticas principales fueron con respecto a las interacciones de las ONG con los sectores de investigación y productores rurales, sobre sus necesidades de información científica y sus estrategias para cubririrlas, así como sobre su trabajo específico en el área de la educación ambiental. Se realizaron estudios de caso para analizar con detalle los procesos de comunicación entre los sectores que conforman el SIE.

Los resultados de esta investigación indican que la mayoría (70%) de los ecólogos piensan que la ecología tiene mucho que aportar para resolver los problemas relacionados con el uso sustentable de los recursos naturales y consideran que es muy poco lo que se ha utilizado en México de este tipo de conocimiento. La mayoría (77%) declara estar dispuesto a participar en proyectos que apliquen el conocimiento ecológico. Sin embargo, cuando se analiza su interacción con sectores como las ONG, la mayoría (82%) acepta que recibe muy pocas solicitudes de información de parte de estas organizaciones y que tiene muy poca o ninguna interacción con ellas. A través de las entrevistas, los ecólogos reconocen virtudes en las ONG, pero también las critican principalmente por su falta de profesionalismo y de información precisa y confiable. Del estudio efectuado, resulta evidente que los principales receptores de la información generada por estos científicos son otros científicos. Los ecólogos dedican la mayor parte de su tiempo y su esfuerzo a producir comunicaciones de tipo científico (principalmente artículos para revistas arbitradas), y generan una menor proporción para productos de divulgación (90% de los ecólogos admite que menos de la mitad de las comunicaciones que realiza son de divulgación).

Con respecto a los educadores ambientales, principalmente en las ONG, los resultados de la encuesta muestran que el contexto rural es un ámbito impor-

tante de trabajo para estas organizaciones, y que actividades como la educación ambiental no formal son las más importantes. Dentro de éstas, son relevantes la capacitación, la producción de materiales educativos, la asesoría y la promoción del desarrollo comunitario. Dentro del tipo de personal que conforma las ONG, la presencia de biólogos y agrónomos es importante (65% de las organizaciones), así como la de campesinos (en más de 40% de las organizaciones). En términos generales, 80% de las organizaciones admite utilizar fuentes de información científica para llevar a cabo su trabajo. Alrededor de la mitad de las organizaciones (49%) declara llevar a cabo labores de investigación. Con el propósito de evaluar qué tanto utilizan las ONG los medios de comunicación, a través de los cuales los ecólogos dan a conocer el conocimiento que generan, se solicitó a las organizaciones encuestadas indicar en una lista de publicaciones científicas las que conocieran y utilizaran como organización. Debe resaltarse que la única publicación que conocían y utilizaban (76%) fue la revista *Ciencia y Desarrollo* publicada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

El resto de las publicaciones, tanto científicas como de divulgación, donde los ecólogos frecuentemente publican sus resultados de investigación, son conocidas y utilizadas generalmente por menos de 30% de las organizaciones encuestadas. De las entrevistas realizadas con algunas ONG de varios estados de la república mexicana, debe resaltarse que éstas han establecido un vínculo fuerte con las comunidades rurales con las que trabajan. Al parecer es a través de enfoques y técnicas participativas como las ONG han logrado contribuir al desarrollo rural y a la promoción de prácticas para la conservación de los recursos naturales. Aunque queda por evaluar el alcance de estos esfuerzos en términos de sustentabilidad, estas experiencias están desarrollando nuevas formas de trabajo entre los diferentes sectores de la sociedad, las cuales pueden constituirse en importantes focos de aprendizaje.

De los estudios de caso que sustentan la investigación mencionada, cabe resaltar la experiencia desarrollada por el Instituto Manantlán de Ecología y

Conservación de la Biodiversidad, de la Universidad de Guadalajara. La principal actividad de esta institución es la investigación, sin embargo, ésta se orienta hacia la generación de conocimientos que puedan ser útiles en la resolución de los problemas de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Las principales fuentes para el desarrollo de las actividades de investigación son las demandas sociales de las comunidades rurales del área protegida, así como los problemas ambientales presentes en la zona (Graf et al., 1995). Para el cumplimiento de los objetivos del instituto mencionado, existen dos equipos de trabajo: uno es responsable de actividades de educación ambiental y el otro de la promoción del desarrollo comunitario. El principal objetivo de los educadores ambientales es difundir dentro de las comunidades rurales información sobre la reserva y su importancia ecológica, mientras que el equipo de promoción comunitaria está a cargo de labores de tipo extensionista, como asesoría técnica en proyectos de producción. Ambos equipos son considerados valiosos dentro del Instituto Manantlán, debido a que se reconoce su papel como enlace crucial entre la institución y las comunidades rurales que habitan dentro del área protegida y zonas adyacentes. A través del trabajo de estos grupos se obtiene información sobre las percepciones, opiniones y preocupaciones de las comunidades campesinas, la cual resulta fundamental para la conservación de la reserva. Desde la perspectiva del SIE, estos equipos están funcionando como agentes de cambio, enlazando, con el uso de la comunicación, la investigación científica con las problemáticas reales del sector rural. Aunque ejemplos como el del Instituto Manantlán son escasos, demuestran la importancia de desarrollar mecanismos que permitan establecer conexiones entre los procesos de generación y de aplicación del conocimiento científico.

7. Hacia una ciencia con responsabilidad social a través de la educación ambiental

La principal propuesta que surge del presente análisis es que la responsabilidad social de la ciencia debe trascender el nivel de los investigadores individuales, o inclusive de los grupos de investigación, como

frecuentemente sucede, debiendo alcanzar más bien el nivel de las instituciones. Por lo tanto, las instituciones de investigación deben permitir el acceso a aquellos sectores de la sociedad involucrados en las decisiones sobre el uso, manejo y conservación de los recursos naturales, y al acervo de conocimientos que en ellos se genera. Asimismo, deben estar dispuestas a participar más directamente en proyectos cuyos objetivos sean la resolución de problemas ambientales y que busquen encontrar formas sustentables de manejo de los recursos naturales.

Una forma de participar activamente, y de colaborar con sectores como las ONG o con las organizaciones de productores rurales, es mediante grupos especializados dedicados a tareas de comunicación. Estos equipos llevarían a cabo actividades que podrían considerarse de educación ambiental, debido a que contribuirían a la formación de una cultura ambiental y al mejor aprovechamiento de los recursos naturales. Cabe señalar que la educación ambiental, como un campo de acción que acerca disciplinas y saberes, es el marco conceptual idóneo para desarrollar esta alternativa de trabajo, pues contribuye a la construcción de alternativas integradoras del conocimiento.

Estos equipos de comunicadores científicos o educadores ambientales deben ser capaces de entender el lenguaje de la ciencia y sus métodos de trabajo, para lo cual es conveniente que los miembros de un grupo, aunque no necesariamente todos, posean una formación científica sólida. Los equipos deben, además, tener preparación, ya sea formal o adquirida a través de la experiencia, en aspectos relacionados con la comunicación y la educación. En la actualidad los educadores ambientales provienen de diversas áreas profesionales (biología, pedagogía, comunicación o sociología, entre otras), por lo que es posible organizar buenos equipos de trabajo dentro de las instituciones. Debe subrayarse que estos grupos deben ser realmente interdisciplinarios para que sean capaces de recrear el conocimiento científico generado en las instituciones, así como desarrollar productos innovadores de tipo educativo, informativo o tecnológico.

La principal función de estos equipos es servir de vínculos entre la ciencia (sus instituciones, sus actores y sus productos) y los diversos sectores sociales involucrados en el uso, manejo y conservación de los recursos naturales. Una de las tareas a desarrollar es la disseminación o difusión del conocimiento científico, ya sea ecológico o de otras ciencias ambientales. El objetivo de esta acción es la difusión del trabajo realizado en las instituciones de investigación para promover su utilización práctica, identificando los usuarios potenciales de esta información, o como parte de estrategias educativas que concienticen a la población sobre los problemas ambientales o el funcionamiento de los sistemas naturales. Como parte del trabajo de difusión, los equipos de educadores ambientales deben transformar el conocimiento científico, de acuerdo con los diferentes destinatarios de la información. Tanto el tipo de información, como su presentación, serán diferentes si el trabajo se dirige hacia el sector gubernamental, a las organizaciones de productores o a las organizaciones no gubernamentales, o si se establecen vínculos con los medios masivos de comunicación.

Como parte de la tarea de promover la utilización práctica del conocimiento, otro aspecto relevante del trabajo de los equipos de educadores ambientales es facilitar la interacción entre el sector investigación y los sectores que pueden usar la información científica. Una labor importante es contribuir al intercambio de información entre los sectores, con énfasis en la necesidad de que el sector investigación reciba información de los otros sectores. Esto con la finalidad de que los requerimientos de los sectores no científicos de la sociedad sean tomados en cuenta cuando se determinan las prioridades de investigación en las instituciones. El establecimiento de esta comunicación o diálogo en los dos sentidos es fundamental para el desarrollo de una ciencia ecológica integral que pueda cumplir con el papel social que le corresponde. Con la colaboración activa de los educadores ambientales en esta dirección se tendrían mejores condiciones para llevar a la práctica la tesis sostenida por Toledo (1994), en el sentido de que la ecología pueda pasar

de ser una rama de las ciencias biológicas para convertirse en una estrategia de investigación dirigida a la resolución interdisciplinaria de las problemáticas ambientales.

Mediante el uso de la comunicación como su principal instrumento, los educadores-comunicadores ambientales de las instituciones de investigación podrían trabajar coordinadamente con los educadores ambientales de ONG, así como con los promotores campesinos, quienes desempeñan un papel fundamental en la capacitación de los productores rurales. Estos promotores están contribuyendo al rescate, revalorización y utilización del acervo de conocimientos generados por las comunidades rurales, al mismo tiempo que están promoviendo una visión acorde con los propósitos del desarrollo sustentable (García Campos, 1996). Tomando en cuenta las funciones de los educadores ambientales presentes en los tres sectores que conforman el SIE, el funcionamiento de éste podría visualizarse como el diagrama mostrado en la figura 1c. Para la realización de este funcionamiento más armónico y sinérgico del SIE, es todavía necesaria la modificación de algunas percepciones y actitudes de los miembros de los tres sectores que actúan como barreras a la posible comunicación y colaboración. La aceptación del papel de los educadores ambientales como agentes que pueden promover el entendimiento entre los sectores y el intercambio de información puede, quizás, beneficiar el trabajo de cada sector para buscar entre todos la meta común de construir sociedades sustentables.

En síntesis, la colaboración de grupos de educadores ambientales en las instituciones de investigación, las ONG y las organizaciones de productores crearía un escenario más favorable para el mejor y más eficiente intercambio de información entre sectores. Así, los investigadores podrían conocer las necesidades de investigación para la atención de problemas específicos y, de esta manera, incorporarlos a sus proyectos de investigación. Por otro lado, tanto las ONG como las organizaciones de productores estarían en mejores condiciones para aprovechar la información generada en las instituciones de investigación.

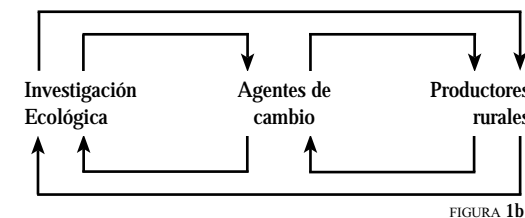


FIGURA 1b

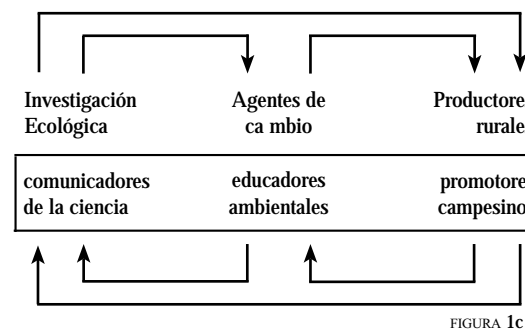


FIGURA 1c

Agradecimientos

La investigación sobre el Sistema de Información Ecológica se realizó con el apoyo financiero de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y la Universidad Nacional Autónoma de México. La autora desea agradecer especialmente a Víctor Manuel Toledo por las fructíferas discusiones sobre los temas tratados en este artículo y a Alejandro Casas por sus valiosas observaciones al manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

Begon, M., J-L. Harper y C.R. Townsend (1986) Ecology individuals, populations and communities. Sinaver Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts.
 Castillo, A. (1997) Communication for sustainable development in Mexico: A study of the links between ecology, environmental education and the use and management of natural resources in rural areas. Tesis de doctorado, Universidad de Reading, Gran Bretaña.
 Consejo Consultivo de Ciencias (1994) La ecología, las ciencias ambientales y la situación ambiental en México. México, Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia de la República.

Costanza, R. (1993) "Developing ecological research that is relevant for achieving sustainability", en *Ecological applications*, 3(4).
 Curiel, A. (1992) "Educación ambiental: filosofía, definición y aplicación", en *Laboratorio Bosque la Primavera. Memorias del Primer Seminario de Educación Ambiental*. Guadalajara, Universidad de Guadalajara.
 Chambers, R. (1989) "Reversals, institutions and change", en Chambers, R.; A. Pacey y L.A. Thrupp, *Farmer first. Farmer innovation and agricultural research*. Londres, Intermediate Technology Publications.
 Ehrlich, P.R. (1989) "Discussion: ecology and resource management Is ecological theory any good in practice?", en Roughgarden, J., R.M. May y S.A. Levin (Editores), en *Perspectives in Ecological Theory*. Princeton, Princeton University Press.
 ESA (Ecological Society of America)(1998) <http://esa.sds-c.edu>. septiembre 1998.
 Funtowicz, S.O., y J.R. Ravetz. (1991) "A new scientific methodology for global environmental issues", en Costanza, R. (Editor) *Ecological Economics The Science and Management of Sustainability*. Nueva York, Columbia University Press.
 García Campos, H.M., J.M. Pons Gutiérrez y M.C. Rojas Canales (Coordinadores) (1996) *Memorias Primer Encuentro Nacional de Promotores/Capacitadores Campesinos para el Desarrollo Sustentable*. Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable/Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca; Red de Educación Popular y Ecología/Consejo de Educación de Adultos de América Latina; Red de Alternativas Ecológicas de México; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
 González Gaudiano, E., Alicia de Alba, Salvador Morelos Ochoa y Octavio Santa María Gallegos (1995) *Hacia una estrategia nacional y plan de acción de educación ambiental*. México, D.F., Semarnap-SEP.
 Graf, M.S.; E. Santana; E. Jardel, y B.F. Benz (1995) "La Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán: un Balance de Ocho Años de Gestión", en *Revista Universidad de Guadalajara*. Guadalajara, Jalisco. marzo-abril.
 Holling, C.S., F. Berkes y C. Folke (1998) "Science, sustainability and resource management", en Berkes, F.

- y C. Folke (Editores) *Linking Social and Ecological Systems*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Kaimowitz, D. (1993) "The role of non-governmental organizations in agricultural research and technology transfer in Latin America", en *World Development* 21. (7).
- Leff, E. (1993) "La formación ambiental en la perspectiva de la Cumbre de la Tierra y de la Agenda 21", en Curiel, B.A. (Compilador) *Educación Ambiental y Universidad*. México, Fondo para la Modernización de la Educación Superior.
- Lubchenco, J., A.M. Olson, L.B. Brubaker y otros (1991) "The sustainable biosphere initiative: an ecological research agenda", en *Ecology*, 72.
- Ordoñez, M.J., B. Miramontes y R. García (1993) *Directorio de organizaciones de manejo, protección y conservación ambiental en México*. México, Centro de Investigaciones y Docencia Económicas.
- Pienkoswky, M.W. y A.R. Watkinson (1996) "The application of ecology", en *Journal of Applied Ecology*, 33.
- Reyes, R.J. (1996) "Educación ambiental en el medio rural", en García Campos, H.M., J.M. Pons Gutiérrez y M.C. Rojas Canales (Coord.) (1996) *Memorias Primer Encuentro Nacional de Promotores/Capacitadores Campesinos para el Desarrollo Sustentable*. Cecadesu/Semarnap; Red de Educación Popular y Ecología/Consejo de Educación de Adultos de América Latina; Red de Alternativas Ecológicas de México; IMTA.
- Röling, N. (1990) *Extension Science. Information Systems in Agricultural Development*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Schneider, H. (Editor) (1993) *Environmental Education An Approach to Sustainable Development*. Paris, Organisation for Economic Cooperation and Development.
- Sedesol (1994) *Directorio Verde. Organismos No-Gubernamentales*. México, Instituto Nacional de Ecología/Sedesol.
- Soberón, M.J. (1995) "Algunas ideas sobre el desarrollo y las perspectivas de la ecología en México", en *Ciencia*. 46.
- Toledo, V.M., A. Argueta y P. Rojas (1976) "Uso múltiple del ecosistema: estrategias de ecodesarrollo", en *Ciencia y Desarrollo*. México, 2 (11).
- Toledo, V.M. (1992) "What is ethnoecology?: origins, scope and implications of a rising discipline", en *Ethnoecologica*. 1.
- Toledo, V.M. (1994) "¿Ecología biológica o ecología moderna?", en *El Jarocho Verde*. Jalapa, Veracruz. 7.
- Toledo, V.M. (1997) "Sustainable development at the village community level: a Third World perspective", en Smith, F. (Editor) *Environmental Sustainability: Practical Global Applications*. St. Lucie Press.
- UNCED (United Nations Conference on Environment and Development) (1992) *Agenda 21: The United Nations Programme for Action from Rio*. Nueva York, United Nations.
- Van den Ban, A.W. y H.S. Hawkins (1996) *Agricultural Extension*. Blackwell Science, Oxford.
- Viesca, A.M. (1995) *La educación y el cambio ambiental: reflexiones y propuestas*. Cuernavaca, Morelos, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Nacional Autónoma de México.