

Construcción de consensos mediante modelación mediada con enfoque en servicios ecosistémicos

OCTAVIO PÉREZ-MAQUEO,¹ MIGUEL EQUIHUA,¹ GABRIELA VÁZQUEZ,¹
MARIA LUISA MARTÍNEZ,¹ ADOLFO CAMPOS,¹ GONZALO CASTILLO,¹
EDMUNDO DÍAZ PARDO,² JOSÉ G. GARCÍA-FRANCO,¹ DANIEL GEISSERT,¹
KLAUS MEHLTRETER,¹ ENRIQUE MEZA¹ Y LYSSETTE MUÑOZ-VILLERS^{3,1}

¹Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Ver. México

²Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, Qro. México

³Universidad Autónoma Metropolitana, México, D.F. México

Resumen. El entendimiento de los procesos ecosistémicos y la búsqueda de consensos entre actores son fundamentales para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos. Presentamos un ejercicio de modelación mediada sobre el funcionamiento hidrológico de un bosque mesófilo de montaña y se analiza si favorece la comprensión, el análisis y la búsqueda de consensos entre investigadores de distintas disciplinas.

Palabras clave: modelación participativa, servicios ecosistémicos, cuenca.

Abstract. In this study we hypothesize that the active participation of scientists from different areas of expertise during model building enhances communication, and assists in consensus building. To test the above, we built several simulation models focused on ecohydrological services of a tropical mountain forest.

Keywords: modelling, ecosystem services, watershed



INTRODUCCIÓN

Los servicios ecosistémicos se definen como aquellos beneficios que las personas obtienen directa o indirectamente, a partir del funcionamiento natural de los ecosistemas (Costanza *et al.* 1997, Daily 1997, De Groot *et al.* 2002). Las primeras referencias al con-

cepto de funciones de los ecosistemas, servicios y el valor económico de estos, datan de 1960 y principios de los años setenta (De Groot *et al.* 2002). A partir de entonces, se ha transitado de la amplia discusión alrededor del concepto hasta la instrumentación

de programas de pago por servicios ambientales (o ecosistémicos) en distintas partes del mundo (Pagio-la *et al.* 2003, FAO 2004). Estos programas buscan incentivar la conservación de los predios donde se ubican los ecosistemas que proveen un servicio determinado por medio de pagos a los propietarios, lo que se considera una forma de “internalizar” el capital natural necesario para la realización de las actividades humanas.

México inició en 1993 un programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSA-H) y otro por la captura de carbono y protección de la biodiversidad, que además busca apoyar la reconversión a sistemas agroforestales y el mejoramiento de sistemas agroforestales preexistentes (www.conafor.gob.mx, *Diario Oficial de la Federación* 2004a y b). En el 2006, los dos programas anteriores se fusionaron bajo un solo concepto denominado Servicios Ambientales, mediante el cual los apoyos se destinan a promover y desarrollar el mercado de los servicios ecosistémicos mencionados arriba y que son aportados por los ecosistemas forestales y agroforestales (www.conafor.gob.mx). Además del programa federal para servicios ambientales, existen algunas iniciativas estatales y municipales en distintas zonas del país. Por ejemplo, el programa de pago por servicios hidrológicos en el municipio de Coatepec es conocido como una de las experiencias más notables y el primer caso de aplicación de este tipo de instrumentos en México.

Hay que notar que en la práctica los criterios para determinar las áreas elegibles para obtener el pago por servicios ecosistémicos no siempre están basados en procesos ecosistémicos ni en estimadores de la posibilidad de proveer los servicios de interés. Por ejemplo, para el pago de servicios hidrológicos se requiere que el predio: a) cuente con una cobertura forestal del 80% o más; b) esté localizado en una zona crítica de recarga de acuíferos, según el Acuerdo de la CNA (publicado en el D.O.F. el 31 de enero de 2003); c) abastezca de agua a poblaciones mayores

a 5,000 habitantes o; d) se encuentre en el listado de montañas importantes (anexo 2, Reglas de Operación PSAH), o; e) esté dentro de una área natural protegida. Aunque es una aproximación bien intencionada, no se tiene la garantía de que los servicios ecosistémicos de interés se continuarán obteniendo a partir de estos criterios, pues si bien todos ellos pueden ser necesarios, no se ha demostrado que sean suficientes. Para ello se requiere una mayor comprensión del funcionamiento de los ecosistemas y del impacto que las variables que controlan los programas de pagos por servicios ambientales tienen sobre los procesos ecosistémicos.

Algunas de las preguntas que se formulan dentro de los programas de pago por servicios ambientales son: ¿cuáles son las zonas más convenientes de conservar para maximizar la provisión de uno o varios servicios ecosistémicos?; ¿es posible evitar deslaves y derrumbes si se conservan los bosques?; ¿una cubierta vegetal boscosa provee una mayor cantidad de agua?; ¿es posible incrementar la calidad del agua con una cubierta arbórea? Al respecto, es frecuente encontrar interpretaciones erróneas sobre el papel que puede jugar un componente dentro del ecosistema. Por ejemplo, en algunos casos existe la discusión sobre si la cobertura vegetal boscosa maximiza la disponibilidad de agua en los ríos o no. Uno de los argumentos en contra de esta aseveración es que la evaporación suele ser mayor cuando se le añade la transpiración de las plantas. Si bien lo anterior es cierto, habría que incluir el efecto de otras propiedades de los bosques, como son las características de sus suelos asociados a altas tasas de infiltración y retención de agua a lo largo del tiempo. Debido al riesgo de utilizar supuestos potencialmente erróneos y a la necesidad de contestar las preguntas planteadas, los responsables de los programas de pagos por servicios ambientales necesitan herramientas que les permitan tomar decisiones informadas con base en el conocimiento científico (Silvano *et al.* 2005), e instrumentos

que faciliten el que este conocimiento se transfiera de manera comprensible y confiable.

De acuerdo con lo anterior, es posible ver que uno de los principales retos dentro del tema de los servicios ecosistémicos es la comprensión de los procesos funcionales mediante los cuales se generan estos servicios. Para ello es necesario desarrollar trabajos teóricos y experimentales así como contar con herramientas metodológicas y marcos conceptuales que integren dicho conocimiento. En este sentido, los modelos de simulación son una herramienta que puede ser muy útil ante estas necesidades. Los modelos permiten visualizar posibles escenarios que difícilmente sería posible detectar tan sólo con nuestra intuición. Lo anterior, enriquece la formulación de hipótesis sobre los procesos que operan a distintas escalas espaciales y temporales, convirtiendo a las computadoras en laboratorios virtuales donde también se pueden explorar algunas de estas hipótesis. Es importante considerar que la utilidad de los modelos depende, en forma crítica, de que se les construya para resolver un problema claramente identificado y no para “describir el sistema”. Es a partir de esta práctica que los modelos resultan valiosos para mantener el foco en el trabajo de los grupos de investigación y es también por ello que pueden fomentar la búsqueda de los acuerdos necesarios para abordar el problema objetivo.

En muchos casos, el simple proceso de construcción de un modelo conceptual puede lograr un entendimiento más profundo de un problema determinado, que el obtenido a través de los modelos mentales. En este trabajo mostramos que la participación activa de los actores (*v.gr.*, científicos de diferentes disciplinas) durante la construcción de un modelo, ofrece una serie de ventajas adicionales. Además de que el modelo se enriquece con la inclusión de distintos puntos de vista, los participantes se “apropian” del modelo y por lo tanto éste se vuelve más confiable y útil, tanto para la transmisión del conocimiento como para la instrumentación de políticas. Una herramienta que

puede ser útil para la construcción de estos modelos es el enfoque de “modelación mediada” que se basa en la búsqueda de un aprendizaje de grupo a través de la participación total de los actores en la construcción del modelo y de la incorporación de estos desde las etapas iniciales del análisis de un problema determinado (Van den Belt 2004).

El objetivo del presente trabajo es presentar las ventajas que puede tener la modelación mediada como una estrategia para el entendimiento y alcance de consensos entre distintos actores en el estudio y el aprovechamiento de servicios ecosistémicos. Para ello se presentan los resultados de un ejercicio con el cual se valoró si a través de la construcción explícita de un modelo de simulación los participantes podían integrar una visión conjunta sobre los procesos que ocurren en los ecosistemas que generan servicios ecosistémicos hídricos.

MODELACIÓN MEDIADA, ENTENDIMIENTO Y CONSENSOS

A pesar del gran potencial de comprensión de un proceso que ofrecen los modelos, en muchas ocasiones se perciben como cajas negras a las que se “alimenta” con datos y producen respuestas de una manera desconocida por los usuarios. Esta idea puede deberse a que frecuentemente se piensa que la modelación sólo pueden realizarla expertos que entienden los códigos y secretos del modelo. Hoy en día, si bien esta práctica aún es común y útil para ciertos propósitos, también existe la opción de que los principales actores e investigadores de un problema particular formen parte de la construcción del modelo desde su inicio a través de la modelación mediada, la cual constituye una aproximación al análisis y a la solución de problemas que acentúa la utilidad de los modelos.

La figura 1 resume la ganancia que se puede obtener con la modelación mediada en comparación con la modelación realizada por expertos sin participación

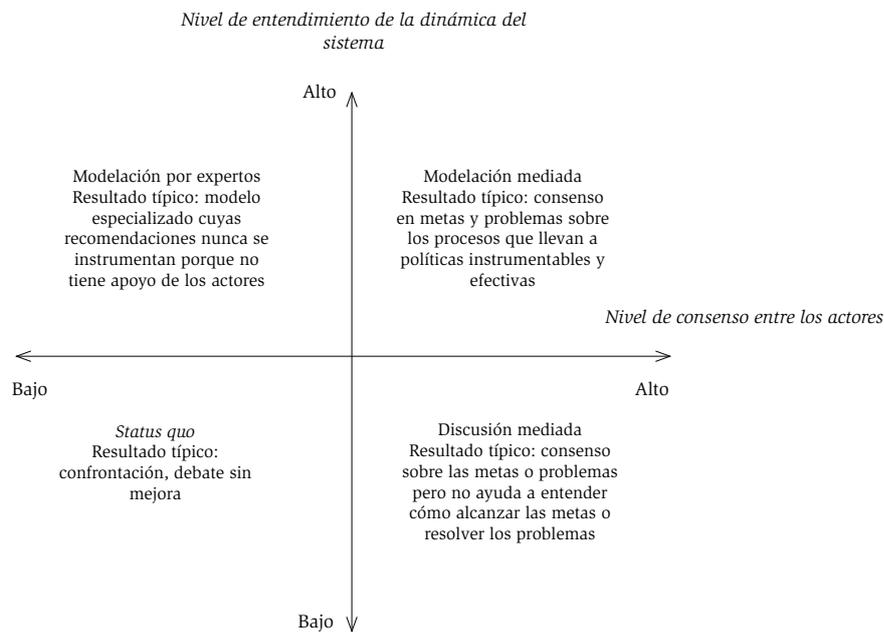
de actores y con la discusión mediada sin modelación. Los modelos realizados por expertos en modelación, sin la participación de los actores, generan un nivel elevado de comprensión de procesos, pero el nivel de consenso es bajo. Por otro lado, si bien la discusión mediada permite alcanzar consensos entre los actores, esto no significa necesariamente que exista un entendimiento compartido sobre el funcionamiento del sistema, el cual es importante para encontrar soluciones a un problema determinado. La modelación mediada combina las características positivas de la modelación realizada por expertos y las discusiones realizadas entre todos los actores (Van den Belt 2004). A través de la construcción del modelo de manera conjunta se busca crear una visión compartida entre los distintos actores y optimizar el nivel de comprensión de la dinámica del sistema. Para ello la participación de los actores se realiza no sólo en la formulación de preguntas que se desean contestar con el modelo,

sino también en la elaboración de los algoritmos que reflejen los procesos funcionales que conocen con base en su experiencia.

EJERCICIO DE MODELACIÓN MEDIADA

Este ejercicio se desarrolló dentro del proyecto Análisis y modelación del efecto del uso del suelo sobre la calidad del agua de los ríos en la cuenca alta del río La Antigua (Veracruz-Puebla). El objetivo principal del proyecto es estimar la “salud” de la cuenca del río La Antigua midiendo su funcionalidad a través de la calidad y cantidad de agua disponible, de las características del suelo y la biodiversidad, todo ello para su aprovechamiento potencial. Dentro del contexto de este proyecto se propuso a los participantes construir un modelo que ayudara a entender la manera en que los cambios en el uso del suelo repercuten en la cantidad y calidad del agua producida en la cuenca.

FIGURA 1. RESULTADOS TÍPICOS QUE SE PUEDEN OBTENER BAJO DISTINTAS APROXIMACIONES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS CONSIDERANDO EL NIVEL DE ENTENDIMIENTO Y EL NIVEL DE CONSENSO ENTRE ACTORES



Fuente: Van den Belt 2004.

Se realizaron sesiones de trabajo en grupos pequeños (3 o 4 personas) con los integrantes de las distintas disciplinas del proyecto (vegetación, geomorfología y suelos, hidrología y calidad del agua).

Reunión 1. a) Se explicó al grupo por qué construir un modelo en conjunto. Se señaló que el propósito del modelo era utilizarlo como una plataforma de discusión donde la importancia de distintas variables y puntos de vista pudieran incorporarse (Olsson y Andersson 2007). El objetivo del modelo fue identificar aquellas variables relevantes del sistema que afectan la cantidad y calidad del agua de una cuenca.

b) De acuerdo con su especialidad, se les pidió elaborar una lista de las variables consideradas relevantes en los procesos que determinan la cantidad y

calidad del agua dentro de una cuenca para establecer las relaciones causa-efecto entre estas variables.

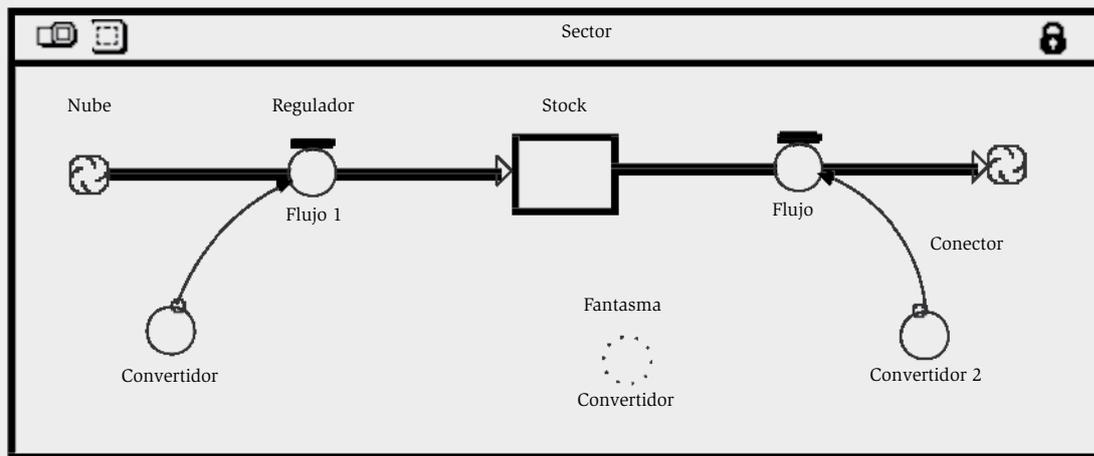
c) Se dio una explicación del lenguaje de modelación utilizado (el programa Stella® en nuestro caso, véase recuadro 1).

Reunión 2. Se presentaron las relaciones causales construidas previamente en el lenguaje de Stella a los integrantes de los grupos, así como las modificaciones a los modelos iniciales.

Reunión 3. Se realizó una búsqueda de datos para parametrizar el modelo.

Reunión 4. Por último, se llevó a cabo una reunión conjunta de todos los participantes de la modelación mediada para presentar el trabajo de cada grupo y acoplar los modelos elaborados por cada uno de ellos.

Recuadro 1



Stock. Son acumulaciones o existencias de algún parámetro específico, los cuales incrementan o reducen su valor dependiendo de las entradas y salidas que están asociadas a ellos. Para el caso del modelo construido, los stocks contienen la cantidad de agua en distintas zonas (superficial y zona no saturada).

Flujos. Las entradas y salidas que afectan a los stocks se llaman flujos. Su función es llenar o vaciar a los stocks. Los flujos se esquematizan

con “tubos” con una o dos flechas en los extremos y están asociados a un regulador (regulador del flujo, véase figura arriba). Cuando la dirección de la flecha del flujo señala a un stock quiere decir que lo abastece, y cuando apunta en dirección opuesta indica que ocasiona pérdidas en los contenidos del stock. En el modelo que se construyó los flujos de entrada y salida representan las tasas de paso de agua entre cada compartimiento de agua (agua superficial, agua en la zona no saturada).

(Continúa)

Recuadro 1 (continúa)

El regulador del flujo "controla" la tasa de entrada o salida que llega al stock, por medio de una expresión algebraica cuyos componentes están dados por los elementos asociados a él, como se señala en la figura. Tales componentes pueden ser otros flujos, stocks y convertidores (que se describen adelante).

Nubes. Indican una fuente ilimitada o reservorios de elementos fuera del modelo. Esta fuente no es afectada por las relaciones que se establecen en la construcción del modelo y no tienen ningún tipo de nomenclatura especial.

Convertidores. Están representados por círculos y en general, como su nombre lo indica, convierten las entradas de información en una

determinada salida de la misma. Así, un convertidor puede contener el valor de una constante, calcular relaciones algebraicas o contener relaciones en forma de gráficas.

Conectores. Las líneas o flechas que unen a los diversos componentes se denominan conectores.

Fantasmas. Son "réplicas" de los stocks, flujos y convertidores y contienen exactamente la misma información que el elemento original. La función de los fantasmas es evitar muchas conexiones entre los elementos del modelo y así facilitar la lectura del mismo. Un fantasma puede ser reconocido en el programa porque están delimitados por una línea punteada.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con el fin de conocer si la aproximación de la modelación mediada fue útil, se aplicó una encuesta a los investigadores (actores). La encuesta estuvo orientada a conocer los siguientes aspectos: si el modelo ayudó a tener un mejor entendimiento del problema; si éste favoreció a una mejor comunicación entre los participantes; si la idea de construir modelos podría usarse como una estrategia para resolver problemas y algunas preguntas sobre el modelo en sí. Los participantes asignaron un valor entre 1 y 5 en función de qué tanto estaban de acuerdo con los enunciados que conformaban la encuesta: totalmente de acuerdo (5); de acuerdo en lo general (4); neutral (3), en desacuerdo en lo general (2), totalmente en desacuerdo (1). También se hicieron algunas preguntas generales donde los participantes manifestaron su opinión sobre la factibilidad de aplicar este ejercicio a otros actores. Debido a la falta de espacio no se presentan en este artículo estas preguntas y sus respuestas tal y como fueron obtenidas durante el ejercicio. No

obstante, en los resultados se presenta un resumen de las mismas y en caso de ser requeridas pueden solicitarse por correo electrónico (octavio.maqueo@inecol.edu.mx).

RESULTADOS

La figura 2 muestra el modelo realizado con la participación de los grupos de investigación. El proceso de construcción permitió obtener resultados interesantes en el nivel de entendimiento y la formulación de nuevas hipótesis de trabajo. Por ejemplo, se identificaron algunas variables que dentro de la zona pueden estar jugando un papel preponderante en el balance hídrico. Tal es el caso de las plantas epífitas que probablemente tengan un efecto importante en los sitios cultivados con café. También se encontró necesario establecer correlaciones entre variables que permiten estimar parámetros hidrológicos en otros sitios. Al respecto, actualmente se ha comenzado a relacionar algunas propiedades del suelo (humedad, textura, densidad

aparente, porosidad y materia orgánica) con las tasas de infiltración medidas en campo. Sobre este punto es importante mencionar que si bien existen en la literatura algunas correlaciones entre estas variables para distintos tipos de suelo (Lowery *et al.* 1996, United States Department of Agriculture 1999), no hay datos reportados para el caso del Andosol, que es el tipo de suelo representativo de la zona para la cual se construyó el modelo. Además, a partir de la construcción del modelo se ha fortalecido la vinculación con otros grupos de investigación que actualmente realizan mediciones de algunas variables hidrológicas en la zona de estudio.

En relación con los resultados de la encuesta el nivel de acuerdo con las afirmaciones fue relativamente alto (valores entre 4 y 4.3) para los temas generales (entendimiento del problema, la comunicación entre participantes, incorporación de la modelación como

estrategia para resolver nuevos problemas y el modelo en sí (véase figura 3). Sin embargo, para algunas de las preguntas no fue así. Por ejemplo, aún no se percibe que el problema para el cual se decidió construir el modelo se haya resuelto favorablemente (pregunta 6). Por otro lado, aunque los participantes en promedio consideraron que el modelo ayudó a la comunicación entre ellos (pregunta 9), los resultados fueron más bajos y más cercanos a 3 (neutral) cuando se les preguntó si pensaban que el modelo era una herramienta útil para la comunicación de los problemas de la cuenca (pregunta 14), y una respuesta similar también la tuvo la afirmación sobre si estaban planeando usar el modelo para comunicarse con otros (pregunta 16). Los participantes opinaron que la interacción/comunicación durante las reuniones donde se construyó el modelo fue constructiva. Dentro de los comentarios también manifestaron que a través

FIGURA 2. MODELO CONSTRUIDO CON LA PARTICIPACIÓN DE LOS INTEGRANTES DEL PROYECTO. LA CONTRIBUCIÓN DE CADA GRUPO SE SEÑALA CON UN TONO DIFERENTE EN LA TIPOGRAFÍA: GRIS CLARO = VEGETACIÓN; NEGRO = GEOMORFOLOGÍA Y SUELOS; CURSIVAS = HIDROLOGÍA Y CALIDAD DEL AGUA

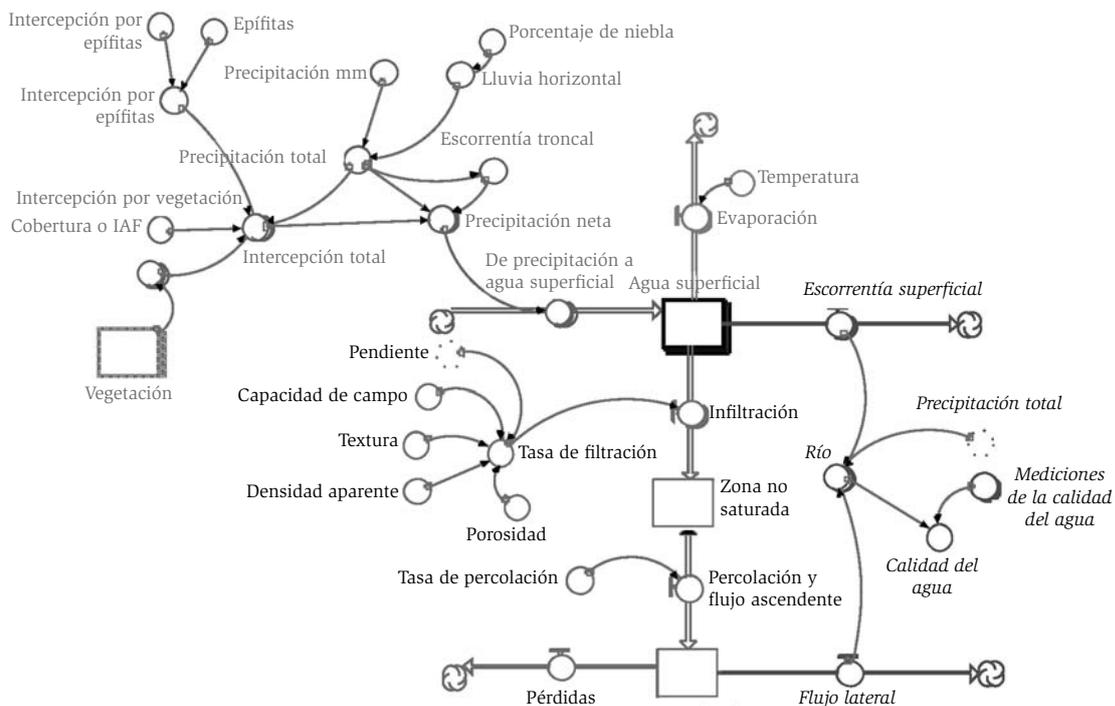
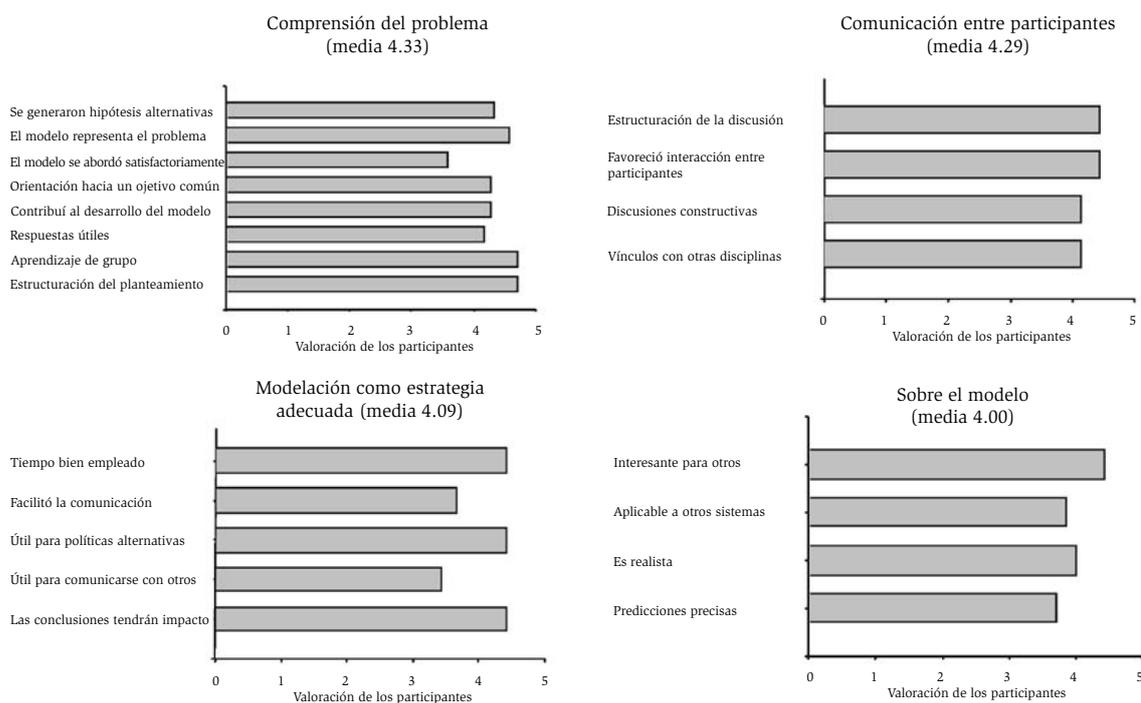


FIGURA 3. RESULTADOS PROMEDIO (N = 9) DEL CUESTIONARIO APLICADO A LOS INVESTIGADORES



del ejercicio aprendieron a organizar mejor sus ideas, a integrar la información y que era fundamental el trabajo en equipo así como escuchar la opinión de otros participantes. En general, todos estuvieron de acuerdo en que era posible aplicar este mismo ejercicio a tomadores de decisión y otros actores y mostraron interés en participar nuevamente.

DISCUSIÓN

La construcción de modelos de simulación es, en general, una práctica común en muchos países del mundo. Sin embargo, y a pesar de los beneficios que ésta ofrece, en México la modelación es poco empleada en la resolución de problemas ambientales. Una de las razones de lo anterior puede ser que no existen los datos para correr dichos modelos. Sin embargo, los resultados de este trabajo muestran que la simple construcción conceptual del modelo enriquece de manera importante la comprensión de un problema determinado. Además, otra de las

propiedades útiles de los modelos es que ayudan a identificar cuáles son los huecos de información para los que hay que conseguir datos, ya sea en el campo o a partir de otras fuentes.

En general, y debido a sus características inherentes, los estudios enfocados a la provisión de los servicios ecosistémicos son de naturaleza multidisciplinaria. Si bien la interacción entre disciplinas no resulta una tarea fácil, pensamos, como sugieren Risbey *et al.* (1996), que ésta puede realizarse mediante la conexión de representaciones matemáticas de los componentes de los sistemas naturales y sociales en un modelo de simulación. Los resultados de este trabajo apoyan la idea de que la modelación mediada es efectivamente una herramienta útil para este fin.

Durante el ejercicio de modelación mediada se incrementó la comprensión de los procesos que generan servicios ambientales hidrológicos y fue posible establecer una mejor comunicación entre los participantes. Poco a poco los participantes del ejercicio se han ido “adueñando” del modelo y se pretende que éste sea

usado como herramienta para transmitir y resolver los problemas en la cuenca. Se tiene confianza de que en un futuro próximo, estos modelos sean el vínculo de comunicación entre especialistas y otros sectores de la sociedad como: autoridades encargadas de los programas de pago por servicios ambientales, organizaciones no gubernamentales, ciudadanos que pagan por el servicio ambiental y dueños de predios, entre otros. Lo anterior puede tener varias implicaciones. En primer lugar, estamos seguros que la participación de nuevos actores en la construcción del modelo enriquecerá nuestro entendimiento sobre los problemas que atañen a la zona. En segundo lugar, pensamos que explicar a través del modelo los procesos biofísicos que intervienen en la generación de servicios ecosistémicos hidrológicos permitirá establecer con claridad los supuestos sobre los cuales se basan los programas de pago. Finalmente, se espera que los escenarios potenciales que se generarán con la versión final del modelo ayuden al planteamiento y diseño de políticas ambientales para la región. Sobre este punto es importante mencionar que la recopilación de datos que actualmente se realiza paralelamente a la construcción del modelo a través del proyecto de la Antigua permitirá la verificación de los resultados que se obtengan con las simulaciones.

Para que la modelación mediada muestre todo su potencial, es importante incorporar a los encargados de los programas de pago por servicios ambientales y a los grupos de la sociedad interesados en el tema. El grado de participación de estos grupos dependerá de los objetivos del modelo y de las preguntas que de- seen contestar con el mismo. La modelación mediada podrá ser de gran ayuda en la formulación inicial del modelo en donde se establezcan de manera general los procesos que generan servicios ambientales, así como el efecto de los programas de pago de servicios ambientales y los resultados que espera la sociedad en términos ambientales y económicos. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la modelación detallada

realizada tradicionalmente por expertos en modelación puede ser necesaria en algún momento del proceso, por ejemplo, para predecir escenarios con distintos tipos de manejo. Los resultados de dichos modelos pueden insertarse en uno más general que todos entiendan y con el que se puedan tomar decisiones considerando también aspectos económicos y sociales. El modelo que se está construyendo dentro del proyecto de la Antigua busca ser el primer paso para la comunicación con estos grupos y por lo tanto se ha tratado que sea lo suficientemente comprensible para los usuarios y que facilite la comunicación entre los expertos de las diferentes disciplinas con el resto de la sociedad y los tomadores de decisión. Finalmente, el aprovechamiento y el entendimiento de los procesos que generan servicios ecosistémicos requieren de nuevas estrategias metodológicas. Dentro de estas estrategias es necesaria una mayor vinculación entre científicos y sociedad. La modelación mediada puede ser parte de estos nuevos métodos en donde a través de la participación y cooperación entre sectores sea más fácil alcanzar el bienestar de nuestra sociedad.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó dentro del proyecto Análisis y modelación del efecto del uso del suelo sobre la calidad del agua de los ríos en la cuenca alta del río La Antigua (Veracruz-Puebla) apoyado por el CONACYT (No. 43082), y parcialmente por el Instituto de Ecología, A.C. Se agradece a los propietarios de los predios que permitieron la obtención de datos dentro de sus propiedades para que este trabajo se llevara a cabo.

BIBLIOGRAFÍA

Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. O'Neill, J. Paruelo, R. Raskin, P. Sutton y M. Van den Belt. 1997.

- The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253-259.
- Daily, G. C. 1997. *Nature's Services*. Island Press, Washington, D.C.
- De Groot, R. S., M. A. Wilson y R. M. J. Boumans. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41:393-408.
- Diario Oficial de la Federación. 2004a. Acuerdo por el que se modifica el diverso que establece las Reglas de Operación para el otorgamiento de pagos del Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos. Viernes 18 de junio de 2004.
- . 2004b. Acuerdo que establece las Reglas de Operación para el otorgamiento de pagos del Programa para desarrollar el mercado de servicios ambientales por captura de carbono y los derivados de la biodiversidad y para fomentar el establecimiento y mejoramiento de sistemas agroforestales (PSA-CABSA). Miércoles 24 de noviembre de 2004.
- FAO. 2004. Sistemas de pago por servicios ambientales en cuencas hidrográficas. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe Santiago, Chile, Arequipa Perú. 2-12 de junio de 2003
- Lowery, B., M.A. Arshad, a. R. Lal y W. J. Hickey. 1996. *Soil water parameters and soil quality*.. Soil Sci. Soc. Am., Madison, EE.UU. Pp. 143-157.
- Olsson, J. A., y L. Andersson. 2007. Possibilities and problems with the use of models as a communication tool in water resource management. *Water Resources Management* 21:97-110.
- Pagiola, S., J. Bishop y N. Landell-Millis. 2003. *La venta de servicios ambientales forestales*. Instituto Nacional de Ecología, México.
- Risbey, J., M. Kandlikar y A. Patwardhan. 1996. Assessing integrated assessments. *Climatic Change* 34:369-395.
- Silvano, R. A. M., S. Udvardy, M. Ceroni y J. Farley. 2005. An ecological integrity assessment of a Brazilian Atlantic Forest watershed based on surveys of stream health and local farmers' perceptions: implications for management. *Ecological Economics* 53:369-385.
- United States Department of Agriculture. 1999. Soil Quality Test Kit Guide. 88 pages. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Natural Resources Conservation Service and Soil Quality Institute.
- Van den Belt, M. 2004. *Mediated modeling: a system dynamics approach to environmental consensus building*. Island Press, EE.UU.

Foto: istockphoto.com.