

Perspectivas epistemológicas en la evaluación de sustentabilidad: un análisis metodológico y prospectivo

Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo*, Carlos Ernesto González Esquivel**, Xanat Antonio Némiga* y José Isabel Juan Pérez*

Recepción: 5 de marzo de 2014
Aceptación: 20 de enero de 2015

*Universidad Autónoma del Estado de México, México.
**Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, de la Universidad Nacional Autónoma de México, México.
Correos electrónicos: jgcc1321@yahoo.com.mx; cgesquivel@cieco.unam.mx; xanynemiga@hotmail.com; jupi582602@gmail.com
Se agradecen los comentarios de los árbitros de la revista.

Resumen. Se analiza la evolución del concepto de sustentabilidad, se diferencian los avances metodológicos y se discuten los retos futuros en su evaluación. Se plantean epistemológicas sobre la teoría de sustentabilidad y se concluye que es inevitable que sus evaluaciones sean socialmente construidas y tengan un valor subjetivo, ya que implica modelos múltiples en disciplinas, atributos, escalas y criterios, unificados bajo un ciclo de aprendizaje. Si se desea que la sustentabilidad tenga un valor predictivo, su caracterización debe ser estocástica y que las predicciones se realicen con una base probabilística. Conceptualmente el reciente principio de evolucionabilidad debe convertirse en un enfoque líder en política económica y social.

Palabras clave: avances metodológicos, evaluación, evolucionabilidad, perspectivas epistemológicas, sustentabilidad.

Epistemologic Perspectives Concerning Sustainability Evaluation: a Methodological Analysis and Forecast

Abstract. The aim of this paper is to analyze the evolution of the concept of sustainability, to differentiate the methodological breakthrough and to discuss the future challenges for its evaluation. The epistemological perspectives about the sustainability theory are explored and it is concluded that it is inevitable for sustainability evaluations to be socially constructed and have a subjective value, due to the fact that sustainability evaluation implies multiple models about disciplines, attributes, scales and criteria, unified under a learning cycle. If it is desired for sustainability to have a predictive value, its characterization should be stochastic and the predictions should have a probabilistic base. Conceptually, the recently emerged principle of evolutionability should convert into a leader approach in economic and social politics.

Key words: epistemological perspectives, evaluation, evolutionability, methodological advances, sustainability.

1. Evolución del concepto de sustentabilidad

Al final del milenio pasado, el término sustentabilidad se convirtió en un principio guía del desarrollo humano. Para ofrecer una interpretación útil del principio de desarrollo sustentable el proyecto suizo Monitoreo de Desarrollo Sustentable (Monet) (SCECE *et al.*, 2001: 3) modificó la definición dada

en el informe de la Comisión Brundtland, en la cual aclara que “el desarrollo sustentable significa asegurar condiciones de vida dignas con derechos humanos, bajo el respeto por crear y mantener en lo posible las opciones para definir libremente los planes de vida. El principio de la imparcialidad entre las generaciones presentes y futuras debe ser considerado en el uso de recursos ambientales, económicos y sociales”.

El desarrollo sustentable ha sido modelado en tres pilares (Serageldin, 1995) y está basado en los aspectos básicos de la sociedad humana, pero no considera de manera explícita la calidad de vida humana.

En 1994 un grupo de estudio del Banco Mundial desarrolló el llamado Modelo de reserva del capital existente con la idea básica de que si vivimos solamente del interés y no del capital, la base de la prosperidad se mantiene; sin embargo, si consumimos la sustancia, nuestros medios de existencia se ponen en peligro a largo plazo.

Por su parte, el modelo del prisma de la sustentabilidad adaptado por Valentin y Spangenberg (2000) estipula cuatro dimensiones: económica (capital de manufactura humana), ambiental (capital natural), social (capital humano) e institucional (capital social). El equilibrio se obtiene de la interacción entre las cuatro dimensiones; al estimularlas simultáneamente, el desarrollo sustentable puede ser alcanzado.

En términos conceptuales, el Centro de Investigación Internacional del Desarrollo (IDRC, por sus siglas en inglés) (1997) propone sustituir los gráficos de tres pilares o los círculos que se entrelazan de sociedad, economía y ambiente con el “huevo de la sustentabilidad”. Diseñado en 1994 por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) (Guijt y Moiseev, 2001), el huevo de la sustentabilidad ilustra la relación entre la sociedad y el ecosistema como un círculo dentro de otro, como la yema de un huevo. Esto implica que la sociedad está dentro del ecosistema y que en última instancia, uno es enteramente dependiente del otro. El desarrollo social y económico puede ocurrir sólo si el ambiente ofrece los recursos necesarios. Estos últimos pueden prosperar si se adaptan a los límites de la capacidad de carga ambiental (Keiner, 2004).

La visión compleja de Norgaard (1990) enfatiza el sistema ambiental y el cuidado de los recursos naturales bajo los enfoques holístico (integrado), co-evolutivo (en la relación ambiente-sociedad), contextualizado (en el nivel local), subjetivo (ligado a actividades y valores humanos) y plural (en la complejidad de criterios).

La discusión en torno al concepto de sustentabilidad se ha convertido en un tema de gran interés, tanto desde el punto de vista teórico como por sus implicaciones en ámbitos técnicos, socioeconómicos y políticos (Conway, 1994; Altieri, 2002). La concreción del concepto debe darse a través del análisis de experiencias específicas bajo un marco temporal y espacial predefinido, así como dentro de determinado contexto social y ecológico (Kaufmann y Cleveland, 1995; Harrington, 1992). Mientras que los

métodos hipotético-deductivos de las ciencias son poderosos y preferibles para problemas simples, se requieren metodologías científicas alternativas que enfatizen el valor de confirmación y razonamiento inductivo, conforme la ciencia se mueve hacia fines transdisciplinarios. Los ya aceptados enfoques ecosistémicos de los sistemas sociales y de la agricultura integral señalados por Leff (2003) aportan una productiva contribución a nuestro entendimiento de la ciencia y el desarrollo. Es en este contexto que se han realizado esfuerzos para evaluar la sustentabilidad de sistemas territoriales en diferentes escalas.

2. Avances metodológicos en evaluación de sustentabilidad

En años anteriores la mayoría de los esfuerzos para evaluar la sustentabilidad se concentraron en elaborar listas de indicadores, así como índices (Astier y Hollands, 2005). Posteriormente se desarrollaron marcos metodológicos para la derivación de criterios o indicadores para la evaluación de sustentabilidad (ES) (De Camino y Muller, 1993; FAO, 1994; Mitchell *et al.*, 1995; IUCN, 1997; Lewandowsky *et al.*, 1999; CIFOR, 1999). Sin embargo, estos marcos no habían sido sistemáticamente aplicados en estudios de caso, contenían algunos huecos metodológicos en su integración y análisis de resultados y estaban sesgados hacia sistemas de manejo específicos (forestales o agrícolas).

Los marcos metodológicos propuestos por Edwards *et al.* (1993), Rigby y Cáceres (2001) y Bell y Morse (2003), además de reconocer la complejidad inherente al proceso de evaluación, consideran una serie de pasos que incluyen la caracterización, el desarrollo y evaluación de indicadores, la definición de niveles óptimos o umbrales y la posterior retroalimentación del sistema a partir de los resultados.

En términos generales, a partir del análisis del conjunto de marcos, se pueden identificar algunos aspectos que no han sido abordados con suficiente profundidad hasta el momento; se requiere el análisis del manejo de recursos naturales como un sistema en el que se relacionen aspectos socioculturales, ambientales y económicos. La sola evaluación de los cambios en su dinámica al hacer frente a los factores variables del entorno es ya de por sí compleja.

En experiencias recientes se ha resaltado la importancia de la evaluación retrospectiva, la reevaluación y la planeación prospectiva (Rigby y Cáceres, 2001), la importancia de la escala de evaluación (Ronchi *et al.*, 2002; Lovell *et al.*, 2002) y la integración de indicadores en diversas escalas (López-Ridaura, 2005). Se ha enfatizado la relevancia de aclarar la

finalidad teórica o metodológica de la evaluación (Pacini *et al.*, 2002) y la integralidad de la ES (Bond *et al.*, 2001). Específicamente Spangenberg (2002) señala la necesidad de definir objetivos políticos a diferentes niveles que contribuyan a establecer la sustentabilidad.

Es esencial que los nuevos marcos rebasen el reduccionismo que ha dominado a las metodologías convencionales para que permitan explicitar las ventajas y los problemas de los sistemas de manejo en cuanto a su confiabilidad, resiliencia, estabilidad, adaptabilidad, autogestión y equidad. Al tomar en cuenta los atributos referidos, los sistemas productivos pueden lograr un equilibrio entre los aspectos ambientales, económicos y socioculturales necesarios para el mantenimiento y mejora de estos sistemas a largo plazo. Para ello, se necesitan métodos de evaluación que aborden sistemas de manejo socioambientales complejos, multifuncionales y dinámicos, en su contexto espacial e institucional, y que permitan evaluar comparativamente las propuestas específicas de manejo de estos sistemas.

3. Los nuevos enfoques en la evaluación de sustentabilidad: de escalas y criterios múltiples, de participación y lógica difusa

El manejo ambiental es en esencia un ejercicio en análisis de conflictos, evaluación y acción, caracterizado por juicios de valores socioeconómicos, ambientales y políticos. Con este fin, están siendo aplicados nuevos enfoques en la ES, como el análisis multicriterio (Raju y Kumar, 1999), el proceso analítico jerárquico (Qureshi *et al.*, 1999), el análisis espacial basado en la interacción de sistemas de información geográfica con enfoques multicriterio (SIG-EMC) (Franco, 2004), el análisis sistémico de sustentabilidad (ASS), el análisis de sustentabilidad sistémico y prospectivo (ASSP) y el aprendizaje sistémico para el análisis de la sustentabilidad (ASAS) (Bell y Morse, 2003). Nuevos enfoques son asimismo la programación fraccionada y matemática en la ES (Lara y Stancu-Minasian, 1999), la lógica difusa para la ES (Dunn *et al.*, 1995), la teoría de juegos difusos (Cornelissen, 2003) o el modelo multiescalar de programación lineal de objetivos múltiples (López-Ridaura, 2005).

El análisis multicriterio (AMC) ha sido considerado un enfoque apropiado para examinar el impacto de varias opciones políticas relevantes para el manejo de recursos naturales y el ambiente. El proceso analítico-jerárquico propuesto por Qureshi *et al.* (1999) y la toma de decisión multicriterio mencionada por Raju y Kumar (1999) representan alternativas interesantes en la evaluación de sustentabilidad. Pankowski y Richard, citados por Franco (2004),

sostienen que el desarrollo más frecuente de la evaluación multicriterio (EMC) se ha reflejado en potentes programas para la visualización y el manejo interactivo de escenarios.

Basado en el concepto de escala (Lovell *et al.*, 2002) y escalado (Rigby y Cáceres, 2001), para la cuantificación e integración de ISS, López-Ridaura (2005) aplicaron un Modelo Multiescalar de Programación Lineal de Objetivos Múltiples (M_PLOM) en el que indicadores a diferentes escalas de análisis pueden ser utilizados como función, objetivo o restricción en la formulación de escenarios y conflictos entre objetivos. Dicho modelo permite representar las ventajas y desventajas de diferentes alternativas para los Sistemas de Manejo de Recursos Naturales (SMRN), así como la descripción cuantitativa de las relaciones entre indicadores dentro de la misma escala de análisis, indicadores a diferentes escalas y el impacto que tienen unos sobre otros.

Para Bell y Morse (2003) la evaluación debe incluir un enfoque más holístico, realista, participativo y sistémico, en lo que ellos denominan la Metodología de Sistemas Suaves (MSS). En este enfoque los ISS comunitarios constituyen una gran oportunidad de mostrar las causas de problemas complejos y aclarar los avances de la comunidad hacia una meta. Es importante que el indicador se use para mejorar la calidad de vida de la gente, no simplemente para darse cuenta del estado actual del sistema.

Por su parte, Rigby y Cáceres (2001) sugieren un enfoque progresivo y pausado del problema: aprender en el camino y construir sobre los éxitos alcanzados en el recorrido. Lara y Stancu-Minasian (1999) afirman que se requiere que los juicios de valor implícitos se hagan explícitos, de forma que los actuales procesos de toma de decisiones incluyan postulados y estimaciones, ya que algunos de sus efectos serán distantes, indirectos y difusos. De esta forma, la evaluación permite incorporar pluralidad y diversidad de experiencias debido a su complejidad y sensibilidad, ellos sugieren que los modelos aplicados sean inherentemente probabilísticos y limitados.

En su trabajo Dunn *et al.* (1995) argumentan que un enfoque basado en la lógica difusa puede ser usado para formular y resolver problemas asociados con la sustentabilidad de la agricultura al tomar decisiones por atributos múltiples. La lógica difusa reúne ventajas tales como su carácter no lineal, la incorporación de la complejidad a la toma de decisiones y su valor predictivo basado en caracterización estocástica.

Al aplicar la lógica difusa en la ES, Cornelissen (2003) afirma que es necesario desarrollar un enfoque de sistemas para hacer sustentables los sistemas de producción agrícola. La evaluación total puede ser por grados y rangos en

una escala continua; la integración de datos mixtos cuantitativos y cualitativos, la utilización de datos expresados en unidades inconmensurables y la inclusión de información relevante que puede ser vaga o imprecisa evitan altos niveles de discriminación de información. Permite el modelado entre diferentes criterios y proporciona los rangos totales de las alternativas que son innegables en el ámbito de la complejidad de los sistemas agropecuarios.

La Teoría de Juegos Difusos (TJD) se ha aplicado para manejar la comunicación subjetiva humana (a nivel de sociedad) y para la interpretación de información objetiva (a nivel de sistema de producción) y parece ser útil para integrar la percepción de las “dos caras de la sustentabilidad”, basada en la metáfora de Janus, un modelo gráfico simple para visualizar las posibilidades de sustentabilidad de iniciativas locales.

En síntesis, el análisis multicriterio, los procesos analítico-jerárquicos basados en programación fraccionada y matemática, el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), la aplicación de lógica difusa, el análisis multiescalar y los enfoques socialmente participativos en la evaluación de la sustentabilidad son alternativas metodológicas que empiezan a ser utilizadas y requieren mayor retroalimentación en su aplicación.

4. Retos futuros en evaluación de sustentabilidad.

Un análisis prospectivo

Ronchi *et al.* (2002) aclaran que cada país desarrolla sus propios enfoques, basándose en los estándares internacionales, adaptándolos y buscando un delicado balance entre ISS globales, nacionales y locales. Sin embargo, es importante evitar perder la comparabilidad internacional y considerar las políticas nacionales al analizar variaciones espaciales y temporales específicas.

En casos en los que se abordan indicadores locales, los indicadores nacionales (INEGI-Semarnat, 1999) son considerados como referencia, ya que su aplicación en escalas locales se complica debido a la heterogeneidad ambiental y sociocultural de las regiones del país. Estas variaciones son muy grandes, de ahí la importancia de estudios específicos sobre evaluación de sustentabilidad a nivel local. Si los ISS seleccionados responden a las necesidades de los productores y a la conservación de sus recursos, la selección es acertada, aunque metodológicamente dificulte su comparación con otros casos (Devendra y Chantalkhana, 2002; Wagner, 1999).

Un reto pendiente en las evaluaciones de sustentabilidad es recopilar un acervo adecuado de experiencias concretas, representativas de sistemas de manejo importantes en el contexto nacional e internacional. En efecto, son contadas

las experiencias de aplicación de estos marcos en estudios de caso con diferentes características ambientales y socioeconómicas, en especial en países del tercer mundo, donde se presentan sistemas de manejo y contextos socioambientales altamente complejos (Gomes y Bianconi, 2005; Moya *et al.*, 2005; Alemán *et al.*, 2005).

Es crítico entonces realizar estudios de caso y documentarlos para ilustrar tanto los problemas metodológicos asociados a la evaluación de sustentabilidad en sistemas de manejo de recursos naturales específicos, así como los aspectos prácticos que la limitan o la favorecen. La integración de diferentes perspectivas también es un rasgo necesario para aplicar marcos multicriterio y multitemporales de evaluación que pongan en la balanza las necesidades de corto plazo contra los beneficios y perspectivas de largo alcance (López-Ridaura *et al.*, 2002).

Otro reto pendiente en las evaluaciones de sustentabilidad es elaborar estrategias para articular las diferentes escalas de evaluación desde la finca hasta la comunidad y desde la cuenca hasta la región; lo anterior para hacer operacional el concepto de sustentabilidad, al integrar indicadores y favorecer la comparación.

Los aspectos metodológicos que deberán revisarse a mayor profundidad en el futuro incluyen el desarrollo de dinámicas que fortalezcan el trabajo interdisciplinario de los equipos evaluadores en todas las fases del proceso y que permitan incorporar más profundamente a los propios habitantes y productores locales en el proceso de evaluación. Se requiere impulsar un mayor esfuerzo por parte de especialistas y equipos de trabajo y desarrollar indicadores económicos apropiados al contexto específico de la economía campesina de países en desarrollo.

Entre los retos metodológicos identificados por Spangenberg (2002) se menciona la necesidad de investigar con marcos de trabajo que incluyan ISS selectos, estandarizados y transparentes, capaces de sugerir prioridades políticas. Este autor señala la necesidad de definir objetivos políticos en diversas dimensiones y a diferentes niveles que puedan ser interrelacionados, cuantificados y que juntos permitan evaluar la complementariedad multidimensional de las políticas.

Algunos obstáculos metodológicos que se encuentran al construir los indicadores de sustentabilidad (ISS) son la falta de métodos específicos apropiados y adaptados para la realización de dicha construcción; obstáculos prácticos son aquellos relacionados con el desconocimiento o desinterés sobre el enfoque de sustentabilidad por parte de diversos sectores de la población, las capacidades técnicas locales en ocasiones limitadas y el grado de integración de la comunidad (Farell y Hart, 1998).

La comprensión y aplicación correcta de estos métodos es una herramienta eficaz para el análisis integral del territorio en diversas escalas, particularmente pertinente para México por su potencial y amplia diversidad, lo que implica cambios profundos en su concepción e instrumentación, que además requieren de reformas desde el punto legal y administrativo que involucran a los actores políticos encargados de modificar, proponer y aplicar las leyes, así como generar estrategias que permitan conducir un proceso de evaluación integral, sistémico, participativo, flexible y propositivo (López-Ridaura, 2005).

Se han documentado diversas limitantes de la ES, como el costo de inversión inicial de la evaluación, la falta de apoyos durante el periodo de transición hacia sistemas alternativos, falta de articulación entre sectores, falta de normatividad y las necesidades organizativas. La ES, dada la complejidad que implica, tiende a generar incertidumbre inicial entre los participantes frente a los métodos diversos que se aplican para su evaluación. Debe incluirse el desarrollo de dinámicas que fortalezcan el trabajo interdisciplinario de los equipos evaluadores reforzando la confianza entre grupos, la participación de la comunidad y propiciando su autoaprendizaje.

La identificación de los puntos críticos realizada por grupos disciplinarios poco heterogéneos en cuanto a su composición ha provocado sesgos en la priorización de algunos aspectos al localizar más puntos negativos que positivos, aun cuando los estudios de caso han considerado y explorado las dimensiones ambientales, sociales y económicas de forma conjunta como un proceso cíclico evaluación-acción-evaluación (Astier y Hollands, 2005). La integración de valores cuantitativos de las ciencias biológicas y valores cualitativos de las ciencias sociales representa un reto metodológico.

Bond *et al.* (2001) afirman que la Evaluación Integrada de Impactos (EII) está poco desarrollada y que es más usual la evaluación de aspectos particulares ambientales, económicos o sociales a nivel de proyecto y muy poco a nivel de política, plan o programa a nivel estratégico. Es necesario también integrar diferentes perspectivas utilizando marcos multicriterio y multitemporales de evaluación que pongan en la balanza las necesidades de corto plazo contra los beneficios y perspectivas de largo alcance.

Hay que integrar información tanto del comportamiento del sistema de manejo como del proceso metodológico de su diseño, puesta en práctica, difusión, y de la propia experiencia de evaluación, esta última debe incluir un enfoque más holístico, realista, participativo y sistémico. Se requieren visiones retrospectivas y pros-

pectivas de los sistemas y claridad sobre los contextos y escalas, como factores decisivos relacionados con la especificidad de los sitios y metodologías científicas alternativas que enfatizen el valor de confirmación y razonamiento inductivo conforme la ciencia se mueve hacia fines transdisciplinarios.

5. Perspectivas epistemológicas: de la *ciencia de la sustentabilidad a la evolucionabilidad*

El desarrollo sustentable (DS) combina en la actualidad macro y micro perspectivas, se centra en el individuo, pero abarca incluso a las próximas generaciones. Se aborda desde una teoría que no enfatiza el crecimiento económico y la producción; al igual que otras, se centra en la sociedad pero agrega la visión de equidad generacional, es dinámica y se enfoca en las necesidades. Constituye la interface de la sustentabilidad ambiental y económica, por lo que socialmente es necesario aclarar a qué gente se refiere, dónde se ubica su espacio sociocultural, qué significa para la sociedad: mejoramiento o desarrollo y cuántas generaciones futuras se deben considerar.

La perspectiva crítica y múltiple del DS implica equidad inter e intra-generacional, en la que todo individuo debe participar en la toma de decisiones. Un sistema es la expresión de una comprensión individual lo que genera perspectivas múltiples, influenciadas por emociones y actitudes. Bajo este enfoque la ciencia y tecnología no han sido socios activos en los procesos sociales y políticos del desarrollo sustentable (Kates *et al.*, 2001).

El DS funciona para un contexto específico; la filosofía es común, su aplicación es local y puede operar a varios niveles. Incluye importancia, relación, acción y expectativas. Sin embargo, existe una paradoja conductual en lo que se espera de otros, lo que no se es capaz de ofrecer; se exige conservación, sin sacrificar comodidad. En escalas sociales y temporales más próximas, crece el horizonte de responsabilidad, en escalas mayores y lejanas deriva en atención e influencia (Bell y Morse, 2003).

La importancia de lo subjetivo radica en la inhabilidad prevaleciente para observar hechos negados, de ver factores ligados fuera de los estrechos dominios o especializaciones, de compartir ideas y conclusiones, de la tendencia a mostrar un conjunto de hechos especializados como si fueran verdades incontestables, de sobrevalorar argumentos referidos a las autoridades, más allá de los disponibles a los habitantes locales. Es necesario definir términos, legal, lingüística, ideológica y contemporáneamente.

Los enfoques subjetivo y participante que constituyen las últimas tendencias en la ES, a pesar de las bondades derivadas de su especificidad, aplicabilidad, flexibilidad, integralidad y equidad aún son abordados de forma limitada, ya que se da énfasis a los aspectos ambientales, tecnológicos y económicos; los aspectos sociales e institucionales se abordan con brevedad.

La sustentabilidad es juzgada por Marcuse como *lema* y *trampa* porque revela el hecho desagradable de que la sociedad realmente no reconoce su responsabilidad y las causas verdaderas de la contaminación y de la degradación ambientales (Marcuse, 1998). Muchas definiciones del desarrollo sustentable (incluyendo la de la Comisión Brundtland) y su deducción práctica revelan carácter estático. *Sostener* se interpreta a menudo como *conservar*, *preservar* y otros términos que dan una impresión de mantener cierto estado del desarrollo. Sostener cierto estado desfavorable puede casi evocar la imagen del estancamiento o no-desarrollo. En programas de puesta en práctica, el significado vital de la sustentabilidad de *convertirse, promover, mejorar* es a menudo elusivo.

Ante las críticas al concepto de *desarrollo* sustentable es necesario buscar teorías alternativas que ayuden a la comprensión de los problemas generados por el desarrollo de la especie humana. Existen conceptos apropiados para acentuar la importancia de los aspectos progresivos que necesitan ser entendidos para establecer una visión más realizable de la sustentabilidad. El *desarrollo de la supervivencia* es un concepto que ha existido antes de que surgiera la idea de sustentabilidad. Por otra parte, la incorporación de la equidad entre generaciones y el principio de la buena herencia nos conduce al nuevo concepto de *evolucionabilidad* (Keiner, 2004).

Norgaard (1990) ha distinguido tres tipos de equidad en la distribución de riqueza y bienestar entre seres humanos: equidad social, equidad internacional y equidad entre las generaciones. El argumento que se puede derivar de esto es asegurarse que las siguientes generaciones encuentren las condiciones previas para tener más opciones que las de la actual generación.

Con base en lo anterior, Keiner (2004) propone el principio de la buena herencia en donde cada generación hereda ventajas y cargas de las anteriores. Cada una de ellas, en busca de su bienestar, forma el espacio vivo y con su acervo cultural transforma el ambiente natural según sus necesidades.

El principio de la buena herencia se basa en la idea básica de que la actual generación debe dejar a la siguiente menos carga de la que ha heredado. La tarea de hoy debe

ser transformar su herencia de carga a ganancia, de la limitación a la libertad de actuación. El aumento de la buena herencia por la creación de las nuevas oportunidades de vida y por la reducción de cargas está basado en una teoría del cambio de la humanidad hacia una más alta calidad de la vida (Veenhoven, 2000). Más allá de sostener nuestras cargas y limitar la libertad de las futuras generaciones se debe crear un ambiente en el cual no tengan que preocuparse de cómo sobrevivir, sino anticipar y reflexionar sobre nuevas oportunidades, progresos y desafíos.

Así, el principio de la buena herencia conduce a lo que Keiner (2004: 389) llama el concepto de *evolucionabilidad* de la humanidad: “el desarrollo evolucionable enfrenta las necesidades de la actual generación y realiza la capacidad de las generaciones futuras de alcanzar bienestar, enfrentando sus necesidades libres de cargas heredadas”.

La última década del siglo pasado ha atestiguado la aparición de un arsenal de movimientos cada vez más vibrantes para orientar a la ciencia y a la tecnología en la búsqueda para una transición hacia la sustentabilidad. Estos movimientos toman su punto de partida en una visión extensamente compartida de que el desafío del desarrollo sustentable es la reconciliación de las metas del desarrollo de la sociedad con los límites ambientales del planeta en el largo plazo. En el intento para satisfacer el desafío de la sustentabilidad, los movimientos múltiples por conjugar a la ciencia y la tecnología para la sustentabilidad se han centrado en las interacciones dinámicas entre la naturaleza y la sociedad con la atención centrada en cómo el cambio social forma el ambiente y cómo el cambio ambiental configura a la sociedad (Norgaard, 1990).

Estos movimientos intentan abordar la complejidad esencial de esas interacciones reconociendo que los componentes individuales de los sistemas naturaleza-sociedad proporcionan comprensión escasa sobre el comportamiento de los sistemas mismos. Son orientadores de problemas con la meta de crear y de aplicar conocimiento en apoyo de la toma de decisiones para el desarrollo sustentable.

La investigación y aplicación que ha comenzado a emerger de estos movimientos ha sido llamada *ciencia de la sustentabilidad*. Esta es una nueva clase de ciencia enfocada de manera explícita en las interacciones dinámicas entre naturaleza y sociedad (NRC, 1999; Clark y Dickson, 2003). Implica el cultivo, integración y uso del conocimiento sobre los sistemas de la tierra obtenido especialmente de las ciencias holísticas e históricas coordinadas con conocimiento sobre interrelaciones humanas tomado de las ciencias sociales y humanísticas.

Un componente relevante de la ciencia de la sustentabilidad se enfoca en la observación y la supervisión del cambio de la utilización del suelo y de la cubierta de la tierra, los impactos del uso del suelo y de los cambios en la cobertura vegetal (ciencia del cambio de uso del suelo), sobre los procesos del ecosistema, sus mercancías y servicios y al entendimiento de sus mecanismos biofísicos y socioeconómicos (Bell y Morse, 2003).

Sin embargo, el éxito y la credibilidad de la ciencia interdisciplinaria o transdisciplinaria no pueden alcanzarse sin bases disciplinarias sólidas. La ciencia de la sustentabilidad aborda cuestiones como la complejidad de la auto-organización, vulnerabilidad y resiliencia, inercia, umbrales, respuestas complejas a tensiones relacionadas múltiples, manejo adaptativo y aprendizaje social. Su cometido de investigación tiene base local y es conductor de soluciones, ya que integra escalas local, regional y global (Bell y Morse, 2003).

Una agenda centrada en escalas global, continental y nacional puede perder de vista muchas necesidades importantes. El reto trascendente es ayudar a promover los diálogos relativamente locales, de los que pueden emerger prioridades llenas de significados, y poner en sitio relevante los sistemas del soporte locales que orientan la implementación de estas prioridades por medio del conocimiento útil y de base local. Esto no significa que la ciencia de la sustentabilidad debe ser confinada a la investigación aplicada.

Algunas de las cuestiones básicas a abordar con este fin son ¿cómo las tendencias a largo plazo remodelan las interacciones naturaleza-sociedad en formas relevantes para la sustentabilidad?, ¿qué determina la vulnerabilidad o resiliencia de los sistemas naturaleza-sociedad en formas, lugares y tipos particulares de ecosistemas y ambientes humanos?, ¿cómo pueden las actividades de investigación, que en la actualidad están relativamente desconectadas de la planeación, observación, evaluación y apoyo de decisiones integrarse mejor en sistemas para el manejo adaptativo y el aprendizaje social?, ¿cómo pueden las interacciones dinámicas naturaleza-sociedad (incluyendo rezagos e inercia) ser mejor incorporadas en modelos y conceptualizaciones emergentes que integren el ecosistema, el desarrollo humano y la sustentabilidad? y ¿cómo pueden los actuales sistemas operacionales para el monitoreo y reporte de las condiciones sociales y ambientales ser integrados o ampliados para proporcionar una guía más útil a los esfuerzos para navegar en una transición hacia la sustentabilidad? (Clark y Dickson, 2003).

En programas de puesta en práctica, el significado vital de la sustentabilidad de *convertirse, promover, mejorar* es a menudo muy sutil y elusivo. A pesar de esto, el éxito y la

credibilidad de la ciencia interdisciplinaria o transdisciplinaria no pueden alcanzarse sin bases disciplinarias sólidas.

Clayton y Radcliffe (1996) afirman que la cuestión de la sustentabilidad influye en todas las áreas de la actividad humana y se fundamenta en principios, teorías e investigación de la técnica, la economía y la política; en este sentido, es de fundamental importancia el enfoque multidisciplinario de sistemas complejos y adaptativos. La transición a un modo de vida más sustentable requiere un cambio significativo en la forma en que los problemas son percibidos, definidos, y resueltos, basada en una perspectiva de sistemas abiertos, en la que tanto los problemas como las soluciones son multidimensionales, dinámicos y evolutivos. Es un intento sistemático para construir sistemas socioeconómicos que encajen e interactúen apropiadamente con los sistemas ecológicos del planeta, y es sobre estas decisiones de manejo y sus consecuencias sobre las cuales se puede fundamentar el balance sociedad-naturaleza.

Es inevitable que las evaluaciones sobre sustentabilidad sean socialmente construidas y tengan un valor subjetivo, a diferencia de las definiciones universales propias de las ciencias exactas. En esta nueva visión resulta imprescindible la participación comunitaria en la definición de propósitos y procedimientos, la consideración de los valores propios de cada cultura y sobre todo la atención a campesinos pobres en recursos, cuya definición de deseos y necesidades debe surgir de ellos mismos. De ahí la importancia de estudios locales con visión amplia y de largo plazo, pero con carácter probabilístico. Debido a su complejidad resultan difícilmente comparables con otras condiciones y requieren evaluación integrada basada en la interdisciplina, ya que deben atender tanto su contribución científica como su aporte a la toma de decisiones.

Conclusiones

La evaluación de la sustentabilidad implica enfoques, etapas y objetivos múltiples, así como modelos multidisciplinarios, multiatributos, multiescalares y multicriterio, unificados bajo un ciclo de aprendizaje e incluye etapas de reflejo de la realidad, conexión, modelado y experimentación de forma cíclica. El aspecto multidisciplinario aborda factores y variables ambientales, económicas, sociales y tecnológicas. Los atributos múltiples se reflejan en indicadores de sustentabilidad diversos y el carácter multijerárquico en la evaluación que considera áreas de evaluación, atributos generales, criterios de diagnóstico e indicadores de sustentabilidad. Se parte de un enfoque sistémico y multidimensional en el que son evaluadas al menos ocho propiedades o atributos del

sistema: productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad, autogestión, auto-dependencia y equidad.

El carácter multiescala se refleja en valoraciones a diversos niveles espaciales. El enfoque multicriterio implica la valoración por diversos sectores: investigadores, productores, expertos en el gobierno y expertos en el sector privado. Los objetivos múltiples incluyen rentabilidad (económica), conservación de recursos naturales (ambiental), organización y participación (social), adaptabilidad (tecnológica) y adoptabilidad (cultural).

El enfoque de perspectivas múltiples basado en el autoaprendizaje de la comunidad, destaca que los ISS comunitarios constituyen una gran oportunidad de mostrar las causas de problemas complejos y aclarar los avances de la comunidad hacia una meta. La variada participación de expertos y comunidad produce ISS con diferentes aplicaciones y alcances. En el largo plazo los ISS seleccionados podrán incluir algunos aspectos de carácter subjetivo como las necesidades psicológicas, culturales y estéticas. El enfoque de etapas múltiples se logra transitando desde la caracterización, el diagnóstico, la propuesta, la instalación de modelos y experimentación y la evaluación experta hasta llegar a la evaluación multicriterio.

Los estudios sobre ES en diversas partes del mundo están abordando de una manera más integral los factores para llegar a la toma de decisiones sobre un territorio, con mayor fundamento, reconstruyendo paradigmas, ampliando horizontes y aceptando nuevos criterios. De acuerdo con este enfoque las tres cuestiones básicas a contestar para la evaluación de la sustentabilidad de un sistema son ¿qué sistemas, subsistemas o características del sistema persisten?, ¿por cuánto tiempo? y por último ¿cuándo se evalúa si el sistema, subsistema o característica ha persistido? Si se desea que la sustentabilidad tenga un valor predictivo, su caracterización debe ser estocástica y las predicciones de sustentabilidad deben hacerse con una base probabilística.

Las generaciones siguientes no deben encontrar iguales, sino mejores condiciones de vida de las que se tienen actualmente pasar de sobrevivencia a sustentabilidad y *evolucionabilidad*, entendida esta última como la capacidad de cambio hacia mejores condiciones de vida. Por lo tanto, se tiene que trabajar en paralelo para mejorar lo social y económico, así como la calidad ambiental. Esto llevará a un aumento gradual de la calidad de vida y no sólo de capitales existentes. El principio de evolucionabilidad debe convertirse en un enfoque líder en política económica y social, así como en el desarrollo rural y agropecuario. 

Bibliografía

- Alemán, T., Nahed, J. y López, J. (2005). Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción ovina en comunidades tzotziles, en M. Astier y J. Hollands (eds.), *Sustentabilidad y campesinado: seis experiencias agroecológicas en Latinoamérica* (pp.11-55). México: MundiPrensa-GIRA.
- Astieri, M. A. (2002). Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 93, 1-24.
- Astier, M. y Hollands, J. (2005). La evaluación de la sustentabilidad de experiencias agroecológicas en Latinoamérica, en M. Astier y J. Hollands (eds.), *Sustentabilidad y campesinado* (pp. 262). México: MundiPrensa-GIRA.
- Bell, S. y Morse, S. (2003). *Measuring sustainability: learning from doing*. United Kingdom: Earthscan.
- Bond, R., Curran, J., Kirkpatrick, C. y Lee, N. (2001). Integrated impact assessment for sustainable development a case study approach. *World Development*, 29(6), 1011-1024.
- CIFOR (Center for International Forestry Research) (1999). *The criteria & indicators*. Jakarta, Indonesia: Toolbox series.
- Clayton, M. y Radcliffe, N. (1996). *Sustainability: A systems approach*. USA: Westview Press.
- Clark, W. y Dickson, N. (2003). Sustainability science: The emerging research program. *PNAS*, 100(14), 8059-8061.
- Conway, G. (1994). Sustainability in agricultural development: Trade-offs between productivity, stability, and equitability. *Journal for Farming Systems Research and Extension*, 4(2), 1-14.
- Cornelissen, A. (2003). *The two Faces of Sustainability: Fuzzy Evaluation of Sustainable Development*. (Unpublished PhD. Thesis). Wageningen University, The Netherlands.
- De Camino, V. y Muller, S. (1993). *Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales, bases para establecer indicadores*. San José Costa Rica: IICA-GTZ.
- Devendra, C. y Chantalakhana, C. (2002). Animals, poor people and food insecurity: Opportunities for improved livelihood through efficient natural resource management, *Outlook on Agriculture*, 31(31), 161-175.
- Dumanski, J., Ferry, E., Byerlee, D. y Pieri, C. (1998). *Performance indicators for sustainable agriculture*. Washington, D.C.: The World Bank.
- Dunn, E., Keller, J. y Marx, L. (1995). *Integrated decision making for sustainability: A Fuzzy MADM model for agriculture*. USA: University of Missouri.

- Edwards, C., Grove T., Harwood, R. y Pierce, C. (1993). The role of agro ecology and integrated farming systems in agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 46, 99-121.
- Franco, M. S. (2004). *Evaluación Multicriterio*. México: CICA-UAEM.
- Farrel, A. y Hart, M. (1998). Sustainability really mean? The search for useful indicators. *Environment*, 40(9), 5-30.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (1994). FESLM: an international framework for evaluating sustainable land management. FAO World Soil Resources Report No. 73. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t1079E/T1079E00.htm>.
- Gomes, S. y Bianconi, G. (2005). Sustentabilidad económica de un sistema familiar en una región semiárida de Brasil, en Astier, M. y Hollands, J. (eds), *Sustentabilidad y Campesinado*. (pp. 262). México: MundiPrensa-GIRA.
- Guijt, I. y Moiseev, A. (2001). *Resource kit for sustainability assessment* (pp. 1-83). United Kingdom: IUCN-Gland and Cambridge.
- Harrington, L. W. (1992). Measuring sustainability: issues and alternatives. *Journal for Farming Systems Research and Extension*, 3(1), 1-20.
- IDRC (International Development Research Center) (1997). *Assessment Tools* (48 pp). Ottawa: IDRC.
- INEGI-Semarnat (1999). *Indicadores de desarrollo sustentable en México* (203 pp) México: INEGI-Semarnat:
- IUCN (International Union for the Conservation of Nature) (1997). *Un enfoque para la evaluación del progreso hacia la sustentabilidad*. Serie: Herramientas y capacitación. (346 pp). IUCN: Cambridge.
- Kaufmann, R. y Cleveland, C. (1995). Measuring sustainability: Needed-an interdisciplinary approach to an interdisciplinary concept. *Ecological Economics*, 15, 109-112.
- Kates, R., Clark, W., Corell, R., Hal J., Jaeger, C., Low, I., McCarthy, J., Schellnhube, H., Bolin, J. y Dickson, N. (2001). Sustainability Science. *Science*, 292, 41-642.
- Keiner, M. (2004). Re-emphasizing Sustainable Development-The concept of 'Evolutionability'. *Environment Development and sustainability*, 6, 379-392.
- Lara, P. y Stancu-Minasian, I. (1999). Fractional programming: A tool for the assessment of sustainability. *Agricultural Systems*, 62, 131-141.
- Leff, E. (2003). La geopolítica de la biodiversidad y el desarrollo sustentable: economización del mundo, racionalidad ambiental y reapropiación social de la naturaleza. *Memorias de la primera reunión Latinoamericana y del Caribe sobre biodiversidad, recursos naturales y globalización* (pp. 191-213). México.
- Lewandowsky, I., Härdtlein, M. y Kaltschmitt, M. (1999). Sustainable crop production: Definition and methodological approach for assessing and implementing sustainability. *Crop Science*, 39(1), 184-193.
- López-Ridaura, S., Masera, O. y Astier, M. (2002). Evaluating the sustainability of complex socioenvironmental systems. *Ecological Indicators*, 35(2002), 1-14.
- López-Ridaura, S. (2005). *Multiscale sustainability evaluation. A framework for the derivation indicators end quantification of indicators for natural resource management systems* (Unpublished PhD. Thesis). The Netherlands: Wageningen University.
- Lovell, C., Mandondo, A. y Moriarty, P. (2002). The question of scale in integrated natural resource management. *Conservation Ecology*, 5(2), 1-23.
- Marcuse, P. (1998). Sustainability is not enough. *Environment any Urbanization*, 10(2), 103-111.
- Mitchell, G., May, A. y McDonald, A. (1995). PICABUE: A methodological framework for the development of indicators of sustainable development. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 2(2), 104-123.
- Moya, X., Caamal, A., Ku, B. Chan, E., Armendáriz, I., Flores, J., Moguel, J., Noh Poot, M., Rosales, M., y Xool, J. (2005). La sustentabilidad que viene de lejos: una evaluación multidisciplinaria e intercultural de la agricultura campesina de los mayas en Xohuayán, Yucatán, en Astier, M. y Hollands, J. (eds). *Sustentabilidad y Campesinado*. (pp. 161- 202). México: MundiPrensa-GIRA.
- NRC (National Research Council) (1999). *Our Common Journey*. Conservation Ecology, 4(1), 17.
- Norgaard, R. B. (1990). *Coevolutionary Interpretation of the Unsustainability of Modernity* (pp. 272). USA: Michigan University.
- Pacini, C., Wossink, A., Giesen, G., Vazzana, C. y Huine, R. (2002). Evaluation of sustainability of organic, integrated and conventional farming systems: a farm and field-scale analysis. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 1977, 1-16.
- Qureshi, M., Harrison, S. y Wegener, M. (1999). Validation of multicriteria analysis models, *Agricultural Systems*, 62, 105-116.
- Raju, K. S. y Kumar, D. N. (1999). Multicriterion decision-making in irrigation planning, *Agricultural Systems*, 62, 117-129.
- Rigby, D. y Cáceres, D. (2001). Organic farming and the sustainability of agricultural systems. *Agricultural Systems*, 68, 21-40.
- Ronchi, E., Federico A. y Musmeci, F. (2002). A systems oriented integrated indicator for sustainable development in Italy. *Ecological Indicators*, 37, 1-14.
- SCECE (Statistical Commission and Economic Commission for Europe). CEC (Commission of the European Communities). (2001). Conference of European Statisticians. Eurostat. ECE/Eurostat Work Session on Methodological Issues of Environment Statistics. (Ottawa, Canada, 1-4 October 2001). *Working Paper*, 31. Original: English
- Serageldin, I. (1995). Promoting sustainable development-toward a new paradigm. *Proceedings of the first annual international Conference on Environmentally Sustainable Development*. Washington: World Bank.
- Spangenberg, J. H. (2002). Environmental space and the prism of sustainability: Frameworks for indicators measuring sustainable development. *Ecological Indicators*, 2, 295-309.
- Valentin, A. y Spangenberg, J. (2000). A guide to community sustainability indicators. *Environmental Impact Assessment*, 20, 381-392.
- Veenhoven, R. (2000). Well-being in the welfare state: level not higher, distribution nor more equitable. *Journal of Comparative Policy Analysis*, 2, 91-125.
- Wagner, W. C. (1999). Sustainable agriculture: How to sustain production systems in a changing environment. *International Journal for Parasitology*, 1-5.