

# CONSERVACIÓN PARTICIPATIVA DEL PAISAJE

Alejandro Velázquez y Alejandra Larrazábal

## INTRODUCCIÓN

Dentro del ámbito ambiental, el cambio climático y la pérdida de biodiversidad son los resultados más sorprendentes derivados de las acciones humanas (2009; Lambin, *et al.*, 2001). Actualmente, la desertificación, la deforestación, la fragmentación y eventualmente los procesos de calentamiento global son, en gran medida, el resultado de las acciones inducidas por el hombre para maximizar el beneficio económico a un elevado costo ambiental (Vitousek, *et al.*, 1997; WCED, 1987). Aunque el cambio de uso y cobertura del suelo (LUUC), se produce como consecuencia de eventos naturales (huracanes y vulcanismo entre otros), es ampliamente aceptado que la mayoría de los patrones de transformación en el mundo han sido inducidos por el hombre (B. L. Turner, *et al.*, 1994) desde la revolución industrial a la fecha (Cincotta, *et al.*, 2000; Noble y Dirzo, 1997). Los cambios, no obstante, no son igualmente presentes en todos lados. La conversión de vegetación oriunda a terrenos antropogénicos es de tres a cuatro veces mayor en regiones tropicales que en

regiones templadas (FAO, 1995). Como resultado, se ha documentado que la pérdida del capital natural y su consecuente impacto en el capital cultural de los trópicos son sin precedentes. La calidad de vida en buena medida derivada de los numerosos e irremplazables bienes y servicios ambientales se reduce drásticamente con efectos que sobrepasan las fronteras de los trópicos (Tilman, 1999). Ante esta encrucijada, es urgente llevar a cabo estudios rigurosos que documenten la dinámica geográfica de los paisajes para que de esta forma se conozcan las causas proximales y subyacentes que detonan el desequilibrio actual (Berry, *et al.*, 1996), y eventualmente apoyar a los gestores en la búsqueda de alternativas que reviertan dichos procesos (Velázquez, *et al.*, 2003).

Entre las alternativas más poderosas para contrarrestar el efecto de disturbio antrópico, los estudiosos de las ciencias biológicas han previsto la creación de una red de Áreas Naturales Protegidas (ANPs). Hoy día, más de 100 mil ANPs han sido decretadas, cubren más del 12 % de la superficie terrestre y suman un presupuesto anual por encima de los 6 mil millones de dólares para su funcionamiento (Brooks, *et al.*, 2006; Naughton-Treves, *et al.*, 2005). No obstante, los procesos de pérdida dentro y fuera de las ANPs sigue vigentes y ante esto la conservación ha sido reacuñada como una modalidad de desarrollo y estrategia de reducción de pobreza y manejo de los recursos naturales (D. Bray & Velazquez, 2009; Castillo, 2000; Velázquez *et al.*, 2009). En las naciones industrializadas, sin embargo, esto no es crucial debido a que basan su estabilidad social y económica en desarrollos tecnológicos. Por el contrario, los países en desarrollo, donde se encuentra la mayoría del capital natural mundial, aún encabezan la lista de lugares con mayor deterioro ambiental de donde basan su desarrollo endógeno (Spellerberg, 1996).

La preocupación general del público también se ha incrementado como puede apreciarse por el crecimiento exponencial del número de revistas, talleres y reuniones relacionadas con temas ambientales disponibles (Brooks, *et al.*, 2006). De forma similar las publicaciones científicas que se enfocan en la detección de las fuerzas conductoras de los procesos de cambio han aumentado. No obstante, estas dos tendencias, la descapitalización natural y el incremento del conocimiento científico, parecen atender necesidades independientes. Por un lado, la primera resulta una comprensión limitada de los principios rectores de la dinámica ambiental; por otro el quehacer académ-

mico se limita a la publicación de los resultados en contribuciones científicamente rigurosas pero incomprensibles para los no expertos (Dale, 1998). Ciertamente es necesario contar con evidencia científica para soportar decisiones políticas sobre temas ambientales (WCED, 1987). Dado lo anterior, se puede deducir la necesidad de aproximaciones científicas novedosas que permitan migrar desde complejos resultados teóricos hacia urgentes acciones de manejo completamente operativas (Bocco, et al., 2000; Dale, 1998; Pace & Groffmann, 1998; Tilman, 1999; Velázquez, *et al.*, 2001).

La línea base, indistintamente del país o la región, es que los conceptos de conservación, desarrollo, manejo y reparto equitativo de los dividendos derivados del capital natural deben ser atendidos de manera conjunta. Esto presenta un parte aguas para los científicos dado que de manera (in)consciente estos temas se abordan desde plataformas profundamente distintas, a saber: ciencias sociales (e.g., antropólogos), biológicas (e.g., ecólogos) y de la Tierra (e.g., geógrafos). Recientemente, las aproximaciones integradoras más que reduccionistas han sido recomendadas para convertir los resultados científicos en acciones prácticas de conservación. Por otra parte, aspectos económicos y sociales han demostrado ser igualmente relevantes para lograr resultados palpables en las acciones de manejo sostenible (Constanza, 1997). Por lo tanto, los nexos directos que conecten las contribuciones científicas y la toma de decisiones destinadas a la sustentabilidad ambiental se han convertido en un reto importante de investigación (Levin, 1993; Zhu, *et al.*, 1998). Bajo este escenario, el enfoque geográfico transdisciplinario de la ciencia del paisaje podrá, en gran medida, servir como catalizador asistiendo a los actuales desafíos científicos y proporcionando conocimientos que apoyen la planificación integral de uso del suelo (Gutzwiller, 2002; Leser & Nagel, 2001; Van der Zee & Zonneveld, 2001). Aquí discutimos el alcance del enfoque de participativo en el manejo del paisaje para la conservación del capital natural para alcanzar eventualmente acciones racionales y duraderas.

## LAS RAÍCES DEL HOLISMO RE-VISITADAS

Pioneros de las ciencias biofísicas como A. Humboldt, Liebig J., Griesbach A. y V. Dockuchaiev (todos del siglo XIX), se acercaron a los ciclos biogeoquímicos globales de manera holística (Rubel, 1927); dentro del marco

del concepto de “paisaje”. Sucesores a principios del siglo XX, como Haeckel, Tansley, Elton, De Rietz, y más recientemente, Odum, Troll, Doubenmire, entre otros (citado por Leser & Nagel, 2001; Naveh & Lieberman, 1994; Sjörs, 1955) siguen percibiendo la totalidad en el concepto de ecosistema. Sólo después de los años sesenta, una división grande se llevó a cabo de manera que los ecosistemas (dominados por la biología) y el paisaje (dominado por la geografía) se establecieron como términos utilizados por separado, y los conceptos de biogeocenosis y el paisaje (vocablos utilizados en diferentes regiones pero que se refieren a la misma totalidad) disminuyeron en popularidad; (Leser & Nagel, 2001). Algunas excepciones perduraron y nuevos términos como geoecología (Troll, 1968), ecología del paisaje (I. S. Zonneveld, 1979), y ecogeografía (Tricart & Kilian, 1982) evolucionaron. En la actualidad se observa un auge en el campo de la ecología del paisaje ((Farina, 1998; Forman & Godron, 1986; Naveh & Lieberman, 1994; M. Turner, 1989). Forman y Godron (1986) revivieron el concepto de paisaje en la mayoría de los países de habla Anglosajona. Aunque un conocimiento disciplinario detallado es fundamental para lograr un enfoque integral, en aquellas culturas científicas donde impera, falta de comprensión de la estructura original, jerarquía y cohesión entre los componentes discretos y continuos (Bastian, 2001; Moss, 2000). En otras palabras, los científicos de ciencias de la tierra, ecológicas y sociales deben trabajar juntos para construir el concepto de paisaje en la práctica. profundas reflexiones deben tener lugar para revivir las raíces de los pioneros en los orígenes del concepto de paisaje con el fin de aceptar que la investigación actual no es plenamente representativa, ni aplicable en la práctica y no se ha producido con la suficiente rapidez, para promover eficazmente la buena gestión del capital natural y cultural. El concepto de paisaje, en parte abandonado (I. S. Zonneveld, 1995) puede, quizás, ayudar a replantear los retos futuros de investigación en gestión del capital natural y, finalmente, integrar las diferentes concepciones sobre el ecosistema, el manejo de los recursos naturales y los puntos de vista actuales sobre la ecología del paisaje (Bastian, 2001; Velázquez, et al., 2009; Velázquez, et al., 2001).

Durante la última década, una gran cantidad de prominentes ecólogos (por ejemplo, C. Holling, C. Carpenter, P. Levin, entre otros) han propuesto la necesidad de replantear el alcance de las ciencias ecológicas mediante el emparejamiento de sus raíces con las de las ciencias sociales. Es tal vez resul-

tado del excelente libro titulado “Enlazando sistemas sociales y ecológicos”, escrito por F. Berkes y Folke C. (1998) el inicio de la era de la dimensión humana en el pensamiento ecológico. En este sentido, las nuevas ideas teóricas como la que describe (Ostrom, 2010) y sus colaboradores sobre Policentrismo y Gobernanza han comenzado a dirigir nuevos caminos en relación a los temas ambientales. En conjunto con estas nuevas ideas valdría la pena revisar las raíces del holismo y eventualmente recuperar los principios rectores de la ciencia del paisaje.

### ESTADO DEL ARTE EN LA CIENCIA DEL PAISAJE

Resumiendo, la ciencia del paisaje (*landschaftskunde*), originalmente como un concepto puramente orientado hacia lo geográfico, se ha utilizado ya a lo largo de dos siglos (Leser & Nagel, 2001; Naveh & Lieberman, 1994; Sucatjev, 1953; Troll, 1950, 1968). Su núcleo de estudio se encuentra relacionado con la unidad de terreno “land” considerada como el conjunto de elementos naturales interrelacionados entre sí (enfoque vertical) (Finch & Trewartha, 1949), y el “paisaje” que se refiere a los patrones corológicos formadas por unidades intercaladas en el espacio real (visión horizontal) devenidos del resultado de una acción humana moldeadora (Troll, 1950; I. Zonneveld, 1989). El paisaje está formado por componentes que interactúan entre ellos como ser el clima, material parental y la forma de la tierra constituyéndose como las características discriminantes del mundo real (Bocco, et al., 1998; Sauer, 1925). La vegetación y la fauna son los componentes biológicos del paisaje y varían en gran medida a través del tiempo y el espacio (de alguna manera continua), pero siempre se consideran como parte de un todo (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974; Velázquez, 1993). El suelo (A. Zinck, 2005) es el componente inter-fase para vincular los procesos entre los componentes del paisaje discreto y continuo.

El componente social es inherente a los espacios reales y su influencia como fuerza detonadora de procesos es sitio y momento dependiente (Moss, 2000; Sauer, 1925). En un momento dado el actor social subordina sus prácticas, usos y costumbres a los ritmos y procesos funcionales que prevalecen en un territorio culturalmente inédito. Con el tiempo, el espacio se moldea y las prácticas se vuelven cíclicas constantes y modeladoras del entorno. En ese momento se

transforma de un paisaje biofísico en un paisaje cultural en donde los diversos componentes son indisolubles (Van der Zee & Zonneveld, 2001).

Adicionalmente, cada componente del paisaje tiene su propia unidad fundamental y todos ellos son organizados jerárquicamente. Por ejemplo, el relieve se compone de los agregados de la pendiente el suelo comprende grupos de pedones (J. A. Zinck & Valenzuela, 1990; I. Zonneveld, 1989), la vegetación abarca varias fases de series de comunidades vegetales oficialmente descritos como asociaciones (Frey & Lösh, 1998; Lauer & Klink, 1978; Tüxen, 1968); lo social está integrado por individuos en familias, agrupadas en comunidades, estas en pueblos o aldeas y, finalmente, delimitado por las instancias de gobierno con afinidad cultural.

La unidad de paisaje fundamental es el ecotopo que sirve para describir (espacial y funcionalmente) los sitios homogéneos de un espacio territorial en un momento dado. Un grupo de los ecotopos conforman tanto un micrositio como unidades de tierra (facetas de la tierra), que a su vez dan lugar a patrones espacialmente homogéneos o meso-sitios "sistemas de tierra". Un grupo de sistemas de la tierra conforman el mega-sitios o paisaje real (Zonneveld, 1995). Con todo, los agregados de paisajes podría integrar la dimensión global o la Tierra (estos niveles jerárquicos pueden variar en su nombre de un país a otro, aunque son ampliamente aceptadas en África, Asia, Europa, ex Rusia y América Latina).

Como resultado, la ciencia del paisaje, desde sus orígenes, fue concebida como una disciplina holística-espacialmente explícita escala-independiente y participativa (Troll, 1968; Zonneveld, 1995; Velázquez, *et al.*, 2001; Velázquez, *et al.*, 2003). Bajo este punto de vista, el enfoque integral aporta más que la suma de las partes. Originalmente el concepto de paisaje fue utilizado principalmente por antropólogos y geógrafos. Estos no tienen problemas para llevar a cabo un estudio integral y, finalmente, reflexionar sobre la pertinencia del componente del paisaje que gobierna la dinámica de una región específica. Es a finales de los setenta y principios de los ochenta cuando la visión ecológica, en busca de holismo, se encuentran con el concepto. El libro escrito por Forman y Godron titulado "ecología del paisaje" publicada en 1987 sirvió como el principal incentivo que llevó al ecólogo hacia el concepto de paisaje. La ecología, por lo general basada en las matemáticas como lenguaje único de la ciencia, se enfrenta con el dilema del cómo integrarse y comuni-

carse con las ciencias llamadas blandas (por ejemplo las ciencias sociales y geográficas). Además, Ansoo et. al. (1990) en su publicación más citada en Ecología, declaran que el contexto espacial de los procesos ecológicos constituía la nueva frontera de las ciencias ecológicas. Este punto de ruptura sirvió para desarrollar rápidamente un gran número de herramientas analíticas útiles para vincular y explorar las grandes bases de datos relacionales que describen los fenómenos de carácter social o ecológico. Pixelizando lo social o socializando el píxel como dice Geoghegan, *et al.* (1998) se convirtió en la regla para vincular los sistemas sociales y ecológicos (Jongman, *et al.*, 1987; Turner, *et al.*, 1994). Esta aritmética y enfoques analíticos llamó la atención de los ecologistas que re-acuñaron el concepto de paisaje como un nivel de organización biológica justo por encima de las comunidades y por debajo de los ecosistemas (Wiens & Moss, 2005). Se olvidó entonces que los píxeles, a pesar de su solidez para permitir complejos análisis estadísticos son demostradamente insuficientes para hacer frente a la cuestión de la complejidad de mapeo del paisaje. En nuestra opinión, tres temas concretos provenientes del enfoque de paisaje tradicional pueden ser significativamente enriquecedores para el manejo del capital natural; a saber:

#### PERCEPCIÓN TRANS-DISCIPLINARIA

Dentro de las ciencias ecológicas, los científicos han estado debatiendo acerca del su papel de sus instituciones en la formulación de las políticas ambientales y en la construcción de estrategias alternativas para la gestión de los ecosistemas y recursos naturales (Holling, *et al.*, 1998; Meffe, 1998). En 1991, la Sociedad Ecológica de América publicó la Iniciativa Sostenible de la Biosfera como un intento de vincular la ciencia con la toma de decisiones ambientales (Lubchenco, *et al.*, 1991). Este documento constituye un esfuerzo importante para discutir la capacidad de la Tierra para sostener la creciente demanda humana sobre los ecosistemas y sobre el papel desempeñado por la ciencia a fin de establecer prioridades de investigación y direcciones. Un aspecto relevante de la iniciativa fue el reconocer que el conocimiento científico debe ser difundido y utilizado por los diferentes sectores de la sociedad. Aunque se aceptó que la información ecológica debe ser “accesible y relevante” para los tomadores de decisiones, la iniciativa no elaboró más sobre cómo proporcio-

nar un marco para la mejor incorporación de la ciencia en la toma de decisiones. La aceptación, de que la ciencia tiene que estar en constante contacto con los manejadores y que es necesario un marco interdisciplinario ha quedado claro. Ludwig et al. (Ludwig, 1993) argumentó que la ciencia ecológica no estaba en condiciones de contribuir a la gestión racional y sostenible de los recursos naturales ya que la sobreexplotación de los mismos se explicaba siempre desde los factores sociales (intereses humanos egoístas). Como respuesta, se organizó el foro “ la ciencia y la sostenibilidad” (Ecological Applications, 1993) en el que los ecólogos defendieron la necesidad de una ciencia capaz de guiar a la sociedad en la toma de decisiones (Levin, 1993) y se hizo hincapié en que bajo diferentes condiciones, a veces es pertinente mejorar la comprensión sobre los sistemas ecológicos mientras que en otros es necesario mejorar el entendimiento por parte de los tomadores de decisiones y el público en general sobre las explicaciones científicas (Mooney, *et al.*, 1995). En cuanto a aplicaciones específicas, sin embargo, se encendió una luz roja cuando los editores del Journal of Applied Ecology (Pienkowski M & Watkinson, 1996), analizaron 50 artículos representativos de un período de 30 años en esta revista, y concluyeron que la mayoría de los artículos carecía de indicadores que los relacionaran con aplicaciones prácticas o de recomendaciones capaces de tener inferencia en una acción concreta. En un intento de suavizar estos resultados, tres años más tarde, se publicó una editorial de la misma revista donde, a través de un análisis de los documentos de un año, los editores rescatan el valor intrínseco del conocimiento ecológico aplicado en términos de producir información pertinente y rigurosa para ser utilizada en la toma de decisiones (Pienkowski M & Watkinson, 1996). El vínculo real con los usuarios del conocimiento, sin embargo, no se menciona en este esfuerzo y se limita a destacar la relevancia del quehacer del científico ortodoxo (riguroso, estricto e irrefutable). El manuscrito permite inferir que es tarea de los demás apropiarse del conocimiento.

Discusiones más recientes incluyen la necesidad de proseguir con investigación que integran las ciencias naturales, ciencias sociales y gestión de los ecosistemas (Endter-Wada, *et al.*, 1998) y los desafíos que implica construir una “ciencia de la ecología interdisciplinaria” (Carpenter & Turner, 2007). El establecimiento de una comunicación continua e interactiva entre los científicos y los gestores ha sido reconocido como esencial para salvar la bre-

cha entre la ciencia y los problemas de la vida real (Christensen, *et al.*, 1996; Mangel *et al.*, 1996). Como las alteraciones humanas en los sistemas ecológicos siguen creciendo y la deforestación, la contaminación y las cifras sobre el agotamiento de los recursos siguen incrementándose (Vitousek, *et al.*, 1997), se demanda un nuevo compromiso social para la ciencia (Lubchenco, 1998) donde la generación de información generada por los cuerpos colegiados debe traducirse en políticas y decisiones de gestión para ser considerada relevante. En una conferencia mundial sobre la Ciencia, celebrada en 1999, intitulada “un nuevo contrato social entre ciencia y sociedad”, se propuso y una declaración sobre la ciencia y el uso de los conocimientos científicos se adoptó “los científicos reconocieron la urgencia de utilizar los conocimientos de todos los campos de una manera responsable para atender las necesidades y aspiraciones humanas sin abusar de este conocimiento “ (Clark, 1999). A pesar de que se exige una ciencia relevante para la sociedad, su impacto real continúa siendo cuestionado. Parece que a menos que los científicos y sus instituciones jueguen un papel más eficaz y activo en el ámbito de la toma de decisiones, la ciencia y la ecología, en particular, seguirán contando historias de la naturaleza para sí mismas. En el contexto de los países en desarrollo, existe también preocupación respecto a la vinculación ciencia-sociedad que trabaja en un contexto social diferente de los del mundo industrializado. Aquí, la gestión de los recursos naturales vistos como un capital natural debe ser la búsqueda para hacer de la ciencia ecológica un insumo útil para el único capital que puede traducirse en un futuro promisorio de nación. En otras palabras, los enfoques transdisciplinarios son urgentes para reconocer los límites y fortalezas de las disciplinas sobre-especializadas así como las ventajas de trabajar en conjunto para llegar a un objetivo principal, como puede ser: condiciones de vida sostenibles. En este sentido, el enfoque tradicional de la ecología del paisaje enraizado en la antropología y la geografía ha sido pasado por alto por la mayoría de las ciencias ecológicas.

#### INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA ORIENTADA POR PROBLEMAS FRENTE A LA FORMULADA POR PREGUNTAS

La apropiación humana de la naturaleza es un proceso social a través del cual las organizaciones sociales toman decisiones sobre los ecosistemas sus

recursos y servicios. En México, cerca de 53,000 comunidades campesinas gestionan más de 100 millones de hectáreas equivalentes al 85% de las tierras productivas del país. Además, entre 7,000 y 9,000 comunidades manejan entre el 50 y 70% de los bosques remanentes de México (Bray, 1995). Una característica importante es que la mayoría de estos territorios están bajo las formas comunales de tenencia de la tierra. Se estima que al menos un 48% del territorio tiene una forma de propiedad social (Cabarle, *et al.*, 1997).

En el contexto del avance agrícola en los países en desarrollo, una perspectiva participativa es fundamental en la que el conocimiento de la población rural, experiencias y opiniones con respecto a los ecosistemas y la gestión de los recursos naturales se tenga en cuenta a la hora de realizar investigación y formular y aplicar proyectos de desarrollo (Röling & Wagmakers, 1998). Dentro de este enfoque, la capacidad de las comunidades rurales para actuar como “grupos de usuarios activos” ha sido reconocida como esencial (Röling, 1991). Este concepto se refiere a las capacidades que se pueden aprender, de personas que hacen demandas sobre un sistema social-visualizado también como un sistema de información, ya que se admite que los usuarios del conocimiento (o las personas identificadas como beneficiarios de los proyectos) entienden mejor su propia situación y problemas. Los científicos están preocupados por la generación de conocimiento y su difusión y utilización para el cumplimiento de una responsabilidad social de la ciencia (Lubchenco, *et al.*, 1991). El área de extensión agrícola es reconocido como pionero en el desarrollo de modelos y teorías sobre cómo se genera el intercambio y utilización del conocimiento. Este modelo fue utilizado con éxito en los países desarrollados, pero no funcionó para el mundo en desarrollo. Allí se reconoció que los agricultores como usuarios potenciales de los conocimientos científicos y tecnológicos, son capaces de generar tecnologías y comprensión sobre sus propias realidades locales, que continuamente experimentan con las innovaciones y, en particular, que las preguntas que existen en relación con las prácticas agrícolas no coincidía con las preguntas realizadas por investigadores en las instituciones científicas. En consecuencia, el concepto de Conocimiento y Sistemas de Información (Röling, 1991) surgen como un marco para examinar cómo el conocimiento se procesa a través de agentes e instituciones para la resolución de problemas o la ayuda de toma de decisiones. Estos modelos reconocen la necesidad de que los ac-

tores e instituciones dedicadas a la generación, intercambio y uso de conocimiento, establezcan protocolos de dos vías de comunicación a través de los cuales se comparta información para la construcción conjunta de soluciones o innovaciones. Estos modelos se han desarrollado y probado en países en vías de desarrollo, en particular, en relación con sistemas agrícolas de subsistencia (Chambers, 1993). Basado en estas ideas se ha encontrado que, a nivel de las comunidades rurales, las instituciones de investigación ecológica contribuyen poco a la solución de los problemas ambientales y el diseño de estrategias sostenibles de gestión de los ecosistemas para el uso local. La revisión bibliográfica sobre la difusión del conocimiento y la utilización revelan que el conocimiento no es una cosa que se puede empaquetar, se trasladó, a continuación, abierta y utilizada en un fin último. Se ha reconocido que su uso es más bien un proceso complejo y de transacción y que los resultados dependen de los conocimientos preexistentes al usuario potencial, creencias y experiencias.

La investigación participativa constituye una gran ventaja ya que los objetivos de estudio son definidos conjuntamente con los interesados e interés locales. En este marco, la ciencia del paisaje, a pesar de su concepción integral, debe ser orientada a proporcionar los conocimientos sólidos para la solución de un problema específico. Por lo general, estos problemas son de gran importancia local, imposibles de extrapolar y no se replican. Esta violación de los principios de la investigación hace poco probable que se logre la publicación de los resultados para captar la atención internacional. La ventaja, por otra parte, es que suele darse la apropiación de los resultados por los actores locales y por lo tanto eficientes en la re-orientación de las acciones de manejo (Velázquez, *et al.*, 2003). Este equilibrio costo-eficiencia es por lo general inherente a la perspectiva del paisaje geográfico tradicional.

## CONTEXTO GEOGRÁFICO

Los mapas digitales, que actualmente son referidos como modelos espacialmente explícitos, son uno de los principales productos de la ciencia del paisaje. Los componentes discretos (*e.g.* geomorfología) son la base sobre la cual se da la estratificación del paisaje, y se subroga la distribución de los suelos, la vegetación y la fauna (Bocco, *et al.*, 1998). Todos los componentes del paisaje

se puede desplegar separados aunque la construcción de las unidades dependen completamente de la integración lógica de los mismos, conforme límites claros para que la topodiversidad (Hoersch, et al., 2002) y de la biodiversidad se unifiquen en el concepto de unidad de tierra (Leser & Nagel, 2001; Velázquez, 1993; Velázquez, *et al.*, 2003). La definición de límites, en contraste, es la mayor ambigüedad en la mayoría de las investigaciones ecológicas y por lo tanto en la gestión del capital natural. Los ecosistemas, por ejemplo, carecen por principio de un contexto espacial, y sus (pseudo)fronteras se conciben con base en elementos funcionales, las escalas tanto de complejidad como espacio-temporales son arbitrarias, y mayormente devienen de investigaciones orientadas por preguntas (Schultz, 1969). De manera práctica, y a pesar del alto grado de rigor y precisión con el que se lleva a cabo un estudio desde el marco ecosistémico, éstos suelen concebirse como formaciones vegetales dominantes (Pace & Groffmann, 1998; Van Dyne, 1969). Como consecuencia, el paradigma destacado por Andow y Kareiva (1990) sobre la frontera espacial de la ciencia en ecología, sigue vigente. Esto dificulta hacer uso de la gran gama de conocimiento adquirido desde el ámbito de la ecología hacia el buen manejo de su objeto de estudio, a saber: el capital natural (Likens, 1998). Por ejemplo, hábitats funcionales, productividad, bienes y beneficios hidrológicos y éticos han sido identificados como relevantes (Daily, 1997; Zedler, *et al.*, 1998). Su contexto geográfico es, por lo tanto, crucial (Folke, 2006) con el fin de estimar el valor real de los ecosistemas. En el marco de las ciencias ecológicas la escala de trabajo suele concebirse como un problema y un gran número de aproximaciones geométricas cuantitativas han sido desarrolladas para superar esta brecha espacial en los estudios de capital natural (Gergel & Turner, 2001). La mayoría de los intentos confunden la resolución de imagen (espectral y espacial) y la resolución espacial de la unidad mínima cartografiable (Bissonette, 1997). El primero depende por completo en el sensor utilizado para generar la fuente de las imágenes, mientras que el segundo descansa en el establecimiento del problema conceptual. Son más populares los análisis geométricos estadísticos como ser la clasificación espectral de imágenes, y registros de especies (espacial descrita por la longitud, latitud y altitud), en lugar de marcos conceptuales geográficos, (Turner, *et al.*, 1994; Robertson & Paul, 1998) y son los más utilizados para superar la restricción espacial en la investigación ecológica (Scott & Cutter, 1996; Pat-

terson, 2002). Esto implica la definición de límites arbitrarios. No obstante, la representación espacial de los objetos de estudio no representa el contexto geográfico cabalmente. Para tal fin se hace necesario incluir un análisis regional y secuencial espacio-temporal que incluya la historia, epistemología, naturaleza de los actores y los procesos tanto directos como los que subyacen y que detonan una práctica cultural de uso (García Martínez, 2008).

Así pues, una importante contribución de la ciencia del paisaje es la redefinición de las unidades con límites representadas en función de factores de topodiversidad jerárquicamente organizados y plenamente reconocible en campo (Velázquez, *et al.*, 2003). En la ciencia del paisaje, como en la mayoría de las ciencias de la tierra, la escala (en tiempo y espacio) se define a priori, de acuerdo con el problema o la pregunta en cuestión. Los objetos (especies, agua, carbono entre otros intangibles) se organizan como parte de los componentes y su expresión territorial y percepción cultural se atienden simultáneamente. Por lo tanto, las escalas espaciales y temporales se conciben como una solución. La unidad mínima cartográfica (UMC) depende del problema investigado, y las fuentes de información para la detección espacial (imágenes de teledetección, principalmente) se seleccionan como consecuencia (Zonneveld, 1995; Gutzwiller, 2002). Dependiendo de la escala y la región, MCU puede ser más o menos homogénea. Por ejemplo, en la mayoría de las zonas tropicales interiores la complejidad de la UMC es mayor que en las zonas boreales. Un riguroso análisis de la confianza se realizan para medir la variación dentro y entre UMC, de manera que la varianza entre los componentes dentro de una misma UMC es significativamente menor que la variación de éstos comparada con otras UMC (Velázquez & Heil, 1996; Burrough, 1998). Existe una constante búsqueda para encontrar un compromiso entre la precisión (tamaño de la MCU denotado por la escala) y la exactitud (la verdad de tierra muy bien representada en consecuencia con el problema tratado). Una ventaja importante es que todos los productos son por principio espacialmente explícitos. Debido a esto, los análisis dinámicos sólo son posibles únicamente entre escalas similares. La dinámica del paisaje se expresa en mapas de procesos de cambio y permiten documentar el impacto probable de los procesos ambientales más intrigantes como, la deforestación, la fragmentación del hábitat, la disminución de hábitat, la erosión, la retención de CO<sub>2</sub>, las tendencias de nutrientes, degradación de la

tierra, las mediciones de abastecimiento de agua, y otras cuestiones ambientales, en función del problema planteado (Gutzwiller, 2002; Velázquez, *et al.*, 2003). Otra ventaja fundamental de la producción de mapas de paisaje es la posibilidad de explorar la resiliencia corológica de los ecosistemas. Los flujos de nutrientes, la estabilidad de la composición de especies, las tendencias de la eutrofización y la liberación de secuestro de CO<sub>2</sub>, entre otros ciclos biogeoquímicos, dependerá en gran medida de la conectividad entre unidades vecinas. De esta manera, las unidades de tierra y su distribución corológica necesitan ser estudiada integralmente para definir los umbrales de capacidad de recuperación ya sea por unidad de tierra o como un mosaico de unidades de tierra (paisaje). En este escenario, los espacios, en lugar de por ejemplo las especies, tienen más probabilidades de ser detectados (Velázquez, *et al.*, 2009). Hoy en día la distribución de áreas críticas de conservación, la red de áreas protegidas, la deforestación, los frentes de desertificación, especies en peligro de extinción y, en general, la asignación de presupuesto en pro de la conservación puede priorizarse desde la ciencia del paisaje. Esto resulta imposible desde una visión pixelada de la realidad o al concebir al paisaje como un nivel de organización biológica únicamente (Huggett, 1995; Gutzwiller, 2002; Velázquez, *et al.*, 2009).

Por último, pero no menos importante, un mapa del paisaje representa la línea base para conducir la traducción de resultados inéditos de una investigación rigurosa en una acción concreta. La concepción del mapa, no obstante, debe ser trans-disciplinaria para ser robusta. Los tomadores de decisiones sobre temas ambientales necesitan saber qué hacer? y dónde hacerlo? con el fin de establecer prioridades en términos de tiempo y presupuesto; lo que representa un atributo esencial de la ciencia del paisaje.

## VALOR AGREGADO DE LAS REGIONES (INTER) TROPICALES

Esta contribución ya ha señalado la necesidad de centrarse en una investigación más orientado a los problemas en la gestión paisaje. Esto se ha solicitado en repetidas ocasiones por un número de autores interesados en la sostenibilidad (Asquith, 2001) y el enfoque de la ecología del paisaje tradicional resulta útil. En las zonas tropicales esto es especialmente relevantes, ya que prevalecen los enfoques científicos tradicionales y las contribuciones no van

más allá de necesidades foráneas, por lo que al darle valor a lo local los problemas se transforman en objetivos de investigación. Como consecuencia, la enorme contribución hecha por la mayoría de la investigación ecológica experimental orientada por preguntas, centrada en la detección de procesos que gobiernan un ecosistema ha demostrado ser insuficiente para compilar la escasez de información necesaria para detener estas tendencias de degradación del medio ambiente tropical. Simultáneamente los problemas multidimensionales en tiempo y espacio (B. L. Turner, *et al.*, 1994), como las primeras concepciones de paisaje, deben llevarse a cabo como una vía complementaria para favorecer el uso racional de los recursos naturales. Estudios integrados de conjuntos de especies-espacios son esenciales para fomentar las acciones de reintroducción, restauración, rehabilitación y recuperación (MacMahon, 1998). Inevitablemente, la gestión operativa de adaptación, los marcos de investigación inductivo-deductivo deben ser construidos para llegar a la representatividad y la aplicación, sin poner en peligro el rigor científico. Además, los actores sociales pueden convertirse en aliados o enemigos, de modo que los enfoques participativos (Attwell & Cotterill, 2000; Bocco, *et al.*, 2001) se utilizan para identificar el problema de la conducción y la búsqueda de posibles soluciones en acciones de desarrollo sostenible.

Abundantes ejemplos de los productos ecológicos demuestran que el uso excesivo del enfoque inductivo, han atendido el problema mediante la producción de un gran número de contribuciones (Dale, 1998; Folke, 2006). Muchas escuelas de pensamiento geográfico, en contraste, no ha pasado de una mera descripción narrativa de hechos lo que devino a una mala comprensión del holismo (Bertrand, 1978; De Bolos, 1992). Estos dos han ignorado parcialmente los principios del paisaje geográfico-ecológico tradicional. En este sentido, las partes interesadas deben trabajar juntas para definir las preguntas de investigación. La integración científica robusta entre factores ecológicos, geográficos y sociales debe alcanzarse para lograr acciones regionales, que en conjunto puedan ayudar a detener y revertir el agotamiento del capital natural actual. La integración práctica de las bases de datos en unidades espaciales es un blanco importante (Ter Steege, *et al.*, 2000). Esto plantea un nuevo reto para la ciencia geográfica, misma que necesita hacerle frente, o seguirá siendo relativamente poco estudiada por la mayoría de las generalmente denominadas ciencias.

## REFERENCIAS

- Andow, D., Kareiva, P., Levin, S., & Okubo, A. (1990) "Spread of invading organisms". *Landscape Ecology* 4, 177-188.
- Asquith, N. M. (2001) "Misdirections in Conservation Biology (Direcciones Erróneas en Biología de la Conservación)" *Conservation Biology* 15(2): 345-352.
- Attwell, C. A. M., & Cotterill, F. P. D. (2000) "Postmodernism and African conservation science" *Biodiversity and Conservation*, 9(5): 559-577.
- Bastian, O. (2001) "Landscape Ecology – towards a unified discipline?" *Landscape Ecology* 16(8): 757-766.
- Berkes, F., Folke, C., & Colding, J. (1998) *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Berry, M. W., Hazen, B. C., MacIntyre, R. L., & Flamm, R. O. (1996) "Lucas: a system for modeling land-use change". *Computational Science & Engineering, IEEE*, 3(1): 24-35.
- Bertrand, G. (1978) *Le paysage entre la nature et la société, Revue Géographique et du sudouest* (Vol. 49F).
- Bissonette, J. A. (1997) *Wildlife and Landscape Ecology: Effects of Pattern and Scale*. New York: Springer-Verlag New York Inc.
- Bocco, G., Mendoza, M., & Velázquez, A. (2001) "Remote sensing and GIS-based regional geomorphological mapping - a tool for land use planning in developing countries". *Geomorphology* 39: 211-219.
- Bocco, G., Velázquez, A., & Siebe, C. (1998). "Managing natural resources in developing countries: The role of geomorphology". *Conservation Voices* 1(4): 26-27.
- Bocco, G., Velázquez, A., y Torres, A. (2000) "Ciencia, comunidades indígenas y manejo de recursos naturales. Un caso de investigación participativa en México" *Interciencia* 25(2): 64-70.
- Bray, D., & Velázquez, A. (2009) "From Displacement-based Conservation to Place-based Conservation" *Conservation and Society* 7(1): 11-14.
- Bray, D. B. (1995) "Peasant Organizations and "The Permanent Reconstruction of Nature": Grassroots Sustainable Development in Rural Mexico" *Journal of Environment and Development* 4(2(Summer)): 185-204.

- Brooks, T. M., Mittermeier, R. A., da Fonseca, G. A. B., Gerlach, J., Hoffmann, M., Lamoreux, J. F., et al. (2006) "Global Biodiversity Conservation Priorities" *Science* 313(5783): 58-61.
- Burrough, P. (1998) *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford: Oxford University Press.
- Cabarle, B., Chapela, F., y Madrid, S. (1997) "Introducción: El manejo forestal comunitario y la certificación" En L. Merino (Ed.), *El manejo forestal comunitario en México y sus perspectivas*. Cuernavaca, Morelos: UNAM, SEMARNAP, CMSS, WRI.
- Carpenter, S., & Turner, M. (2007) "A Decade of Ecosystems" *Ecosystems* 10(4): 519-522.
- Cincotta, R. P., Wisniewski, J., & Engelman, R. (2000) "Human population in the biodiversity hotspots" *Nature* 404(6781): 990-992.
- Clark, W. a. N. D. (1999) "The Global Environmental Assessment Project: Learning from Efforts to Link Science and Policy in an Interdependent World" *Acclimations* 8: 6-7.
- Constanza, R. E. A. (1997) "The value of ecosystems services and natural capital" *Nature*, 387(6630): 253-260.
- Chambers, R. (1993) *Challenging the Professions: Frontiers for rural development*. United Kingdom: Intermediate Technological Publications.
- Christensen, N. L., Ann M. Bartuska, James H. Brown, Stephen Carpenter, Carla D'Antonio, Rober Francis, et al. (1996) "The Report of the Ecological Society of America Committee on the Scientific Basis for Ecosystem Management" *Ecological Applications* 6: 665-691.
- Daily, G. C. (1997) *Nature's Services. Societal dependence on natural ecosystems*: Island Press.
- Dale, V.H. (1998) "Managing forest as ecosystems: a success story or a challenge ahead?" In Pace & P.M. Groffman (Eds.), *Successes, limitations, and frontiers in ecosystem science*. Springer: 50-68.
- De Bolos, M. (1992) *Manual de Ciencia del Paisaje*. Barcelona: MASSON S.A.
- Endter-Wada, J., Blahna, D., Krannich, R., & Brunson, M. ( 1998) "A framework for understanding social science contributions to ecosystem management". *Ecological Applications* 8: 891-904.
- FAO (1995) *Evaluación de los Recursos Forestales 1990*, países tropicales, 41 pp. Roma.

- Farina, A. (1998) *Principles and methods in landscape ecology*. EE.UU: Chapman & Hall.
- Finch, V. C., & Trewartha, G. (1949) *Elements of Geography, Physical and Cultural* (3ra ed.). New York , Toronto , Londres: McGraw-Hill.
- Folke, C. (2006) "Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses" *Global Environmental Change* 16(3): 253-267.
- Forman, R. T. T., & Godron, M. (1986) *Landscape ecology*. New York, USA: John Wiley & Sons.
- Frey, W., & Lösh, R. (1998) *Lehrbuch der Geobotanik. Pflanze und vegetation in Raum und Ziet*. Stuttgart, Germany: Gustav Fisher.
- García Martínez, B. (2008) *Las regiones de México: breviario geográfico e histórico* (Vol. El Colegio de México). México.
- Geoghegan, J., Pritchard, L., Ogneva-Himmelberger, Y., Chowdhury, R. R., Sanderson, S., & Turner, B. L. (1998) "Socializing the Pixel and Pixelizing the Social in Land-Use and Land-Cover-Change" In D. Liverman, E. Moran, R. Rindfuss & P. Stern (Eds.), *People and Pixels*. Washington, DC: National Academy Press.
- Gergel, S. E., & Turner, M. G. (2001) *Learning Landscape Ecology: A Practical Guide to Concepts and Techniques*. New York: Springer-Verlag.
- Gutzwiller, K. J. (2002) *Applying landscape ecology in biological conservation*. Telos: Springer- Verlag.
- Hoersch, B., Braun, G., & Schmidt, U. (2002) "Relation between landform and vegetation in alpine regions of Wallis, Switzerland: a multiscale remote sensing and GIS approach". *Comput. Environ. Urban Syst* 26: 113-139.
- Holling, C. S., Berkes, F., & Folke, C. (1998) "Science, sustainability and resource management". In F. Berkes & C. Folke (Eds.), *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience* (pp. 342-362). Cambridge, UK.: Cambridge University Press.
- Huggett, R. J. (1995) *Geoecology. An Evolutionary Approach*. Londres: Routledge.
- IPCC (2009) *Expert Meeting on Detection and Attribution Related to Anthropogenic Climate Change*. Geneva, Switzerland: The World Meteorological Organization.
- Jongman, R. H., ter Braak, C. J. F., & van Tongeren, O. F. R. (1987) *Data analysis in community and landscape ecology*. Wageningen: Pudoc.
- Lambin, E. F., Turner, B. L., Geist, H. J., Agbola, S. B., Angelsen, A., Bruce, J. W., et al. (2001) "The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths" *Global Environmental Change* 11(4): 261-269.

- Lauer, W., & Klink, J. H. (1978) *Pflanzengeographie*. Darmstadt, Germany: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Leser, H., & Nagel, P. (2001) "Landscape diversity- A holistic approach". In W. Barthlott & W. Winiger (Eds.), *Biodiversity. A challenge for development research and policy* (pp. 129-144): Springer.
- Levin, S. A. (1993) "Science and sustainability" *Ecological Applications* 3(44): 545-546.
- Likens, G. E. (1998) "Limitations to intellectual progress in ecosystem science" In P. M. Groffman & M. L. Pace (Eds.), *Successes, Limitations and Frontiers in Ecosystem Science. 7th Cary Conference, Institute of Ecosystem Studies, Millbrook* (pp. 247-271). New York: Springer-Verlag New York Inc.
- Lubchenco, J. (1998) "Entering the Century of the Environment: A New Social Contract for Science" *Science* 279(5350): 491-497.
- Lubchenco, J., Olson, A. M., Brubaker, L. B., Carpenter, S. R., Holland, M. M., Hubbell, S. P., et al. (1991) "The Sustainable Biosphere Initiative: An Ecological Research Agenda: A Report from the Ecological Society of America" *Ecology* 72(2): 371-412.
- Ludwig, D., R. Hilborn, and C. Walters ( 1993) "Uncertainty, fashion. resource exploitation, and conservation: lessons from history" *Science* 260: 17-36.
- MacMahon, J. A. (1998) "Empirical and theoretical ecology as a basis for restoration: an ecological success story" In M. L. Pace & P. M. Groffman (Eds.), *Successes, Limitations, and Frontiers in Ecosystem Science* (pp. 220-246). New York: Springer-Verlag.
- Mangel, M., Talbot, L. M., & Meffe, G. K. (1996) „Principles for the conservation of wild living resources" *Ecological Applications* 6: 338-362.
- Meffe, G. K. (1998) "Conservation Scientists and the Policy Process" *Conservation Biology*, 12(4): 741-742.
- Mooney, H. A., Cushman, J. H., Medina, E., Sala, O. E., & Schulze, E. D. (1995) *Functional Roles of Biodiversity: A Global Perspective*. New York: John Wiley & Sons.
- Moss, M. R. (2000) "Interdisciplinarity, landscape ecology and the `Transformation of Agricultural Landscapes'" *Landscape Ecology* 15(3): 303-311.
- Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974) *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: Wiley.
- Naughton-Treves, L., Holland, M. B., & Brandon, K. (2005) "The role of protected

- areas in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods" *Annual Review of Environment and Resources* 30(1): 219-252.
- Naveh, Z., & Lieberman, A. S. (1994) *Landscape ecology: theory and application* (2<sup>o</sup> ed.). D-1000 Berlin 33: Springer-Verlag GmbH & Co. KG.
- Noble, I. R., & Dirzo, R. (1997) "Forests as Human-Dominated Ecosystems" *Science* 277(5325): 522-525.
- Ostrom, E. (2010) "Beyond Markets and States: Polycentric Governance of Complex Economic Systems" In K. Grandin (Ed.), *The Nobel Prizes 2009* (pp. 408-444). Stockholm: Nobel Foundation.
- Pace, M. L., & Groffmann, P. M. (1998) *Successes, limitations, and frontiers in ecosystem science*. New York: Springer-Verlag.
- Patterson, M. G. (2002) "Ecological production based pricing of biosphere processes" *Ecological Economics* 41(3): 457-478.
- Pienkowski M, & Watkinson, A. (1996) "The application of ecology" *Journal of Applied Ecology*, 33: 1-4.
- Robertson, G. P., & Paul, E. A. (1998) "Ecological research in agricultural ecosystems: contributions to ecosystem science and to the management of agronomic resources". In P. M. Groffman & M. L. Pace (Eds.), *Successes, Limitations and Frontiers in Ecosystem Science, Cary Conference VII* (pp. 142-164). New York: Springer-Verlag.
- Röling, N. (1991, May 1991) *Farm knowledge politics permitting*. Paper presented at the International workshop: Agricultural knowledge system and the role of extension, University of Hohenheim,, Hohenheim Bad Boll.
- Röling, N. G., & Wagemakers, M. A. E. (1998) *Facilitating Sustainable Agricultural, Participatory learning and adaptative management in times of environmental uncertainty*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Rubel, E. (1927) "Ecology, plant geography, and geobotany; their history and aim". *The Botanical Gazette* 84(4): 428-438.
- Sauer, C. (1925) "The Morphology of Landscape". *Univ. Calif. Publ. In Geography* (2): 19-53.
- Scott, M., & Cutter, S. (1996) "GIS and environmental equity: an analysis of the assumptions". In T. M. Harris & D. Weiner (Eds.), *GIS and Society: the Social Implications of How People, Space, and Environment are Represented in GIS. Scientific Rept. for Initiative 19 Specialist Meeting. South Haven, MN* (pp. 169-174). Santa Barbara, CA: NCGIA, Varenus Tech. Rept.

- Schultz, A. M. (1969) "A study of a ecosystem:the Artic tundra". In G. Van Dyne (Ed.), *The ecosystem concept in natural resource management* (pp. 77-96). New York, EE. UU.: Academic Press.
- Sjörs, H. (1955) "Remarks on ecosystems" *Svenks Botanisk Tidskrift* (49): 155-168.
- Spellerberg, I. F. (Ed.). (1996) *Conservation Biology*. Essex, England: Longman Group.
- Sucatejev, V. N. (1953) *On the Exploration of the Vegetation of the Sowjet Union*. Paper presented at the Proceed. 7 th Intern. Botanical Congr. Stockholm 1950.
- Ter Steege, H., Jansen-Jacobs, M. J., & Datadin, V. (2000) "Can botanical collections assist in a National Protected Area Strategy in Guyana?" *Biodiversity and Conservation* 9: 215-240.
- Tilman, D. (1999) "The ecological consequences of changes in biodiversity: a search for general principles" *Ecology* 80(5): 1455-1474.
- Tricart, J., & Kilian, J. (1982) *La eco-geografía y la ordenación del medio natural* Barcelona, España: Anagrama.
- Troll, C. (1950) "Die geografische landschaft und ihre erforschung" *Studium Generale* 3: 163-181.
- Troll, C. (1968) "Landschaftsökologie" In Tuxen (Ed.), *Pflanzensoziologie und Landschaftsökologie* (pp. 1-21). Den Haag, Holanda: Verlag-Junk.
- Turner, B. L., Meyer, W. B., & Skole, D. L. (1994) "Global Land-Use/Land-Cover Change: Towards an Integrated Study" *Ambio* 23(1): 91-95.
- Turner, M. (1989) "Landscape ecology: the effect of pattern on process" *Annual Review of Ecology and Systematics* (20): 171-197.
- Tüxen, R. (1968) *Pflanzensoziologie und Landschafts-ökologie*. Den Haag, Netherland: Verlag-Junk.
- Van der Zee, D., & Zonneveld, I. (2001) *Landscape ecology applied in land evaluation, development and conservation*. Enschede,Holland.: ITC Publications NO. 81/IALE publication MM-1.
- Van Dyne, G. (1969) *The ecosystem concept in natural resource management* New York, U.S.A.: Academic Press.
- Velázquez, A. (1993) *Landscape Ecology of Tlálóc and Pelado volcanoes, México*. Enschede: ITC Publications.
- Velázquez, A., Bocco, G., Romero, F. J., & Vega, A. P. r. (2003) "A Landscape Perspective on Biodiversity Conservation" *Mountain Research and Development* 23(3): 240-246.

- Velázquez, A., Cûe-Bar, E. M., Larrazábal, A., Sosa, N., Villaseñor, J. L., McCall, M., et al. (2009) "Building participatory landscape-based conservation alternatives: A case study of Michoacán, Mexico" *Applied Geography* 29(4): 513-526.
- Velázquez, A., & Heil, G. W. (1996) "Habitat Suitability Study for the Conservation of the Volcano Rabbit (*Romerolagus diazi*)" *Journal of Applied Ecology* 33(3): 543-554.
- Velázquez, A., Mas, J. F., Mayorga-Saucedo, R., Palacio, J. L., Bocco, G., Gómez-Rodríguez, G., et al. (2001) "El Inventario Forestal Nacional 2000: Potencial de Uso y Alcances" *Ciencias*, 64: 13-19.
- Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J., & Melillo, J. M. (1997) "Human Domination of Earth's Ecosystems" *Science* 277(5325): 494-499.
- WCED, W. C. o. E. a. D. (1987) *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press.
- Wiens, J., & Moss, M. (2005) *Issues and Perspectives in Landscape Ecology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Zedler, J., Fellows, M., & Trnka, S. (1998) "Wastelands to wetlands: Links between habitat protection and ecosystem science" In M. L. Pace (Ed.), *Successes, limitations and frontiers in ecosystem science* (pp. 69-111). New York: Springer-Verlag.
- Zhu, X., Healey, R. G., & Aspinall, R. J. (1998) "A Knowledge-Based Systems Approach to Design of Spatial Decision Support Systems for Environmental Management" *Environmental Management* 22(1): 35-48.
- Zinck, A. (2005) "Suelos Información y Sociedad" In F. Bautista & G. Palacio (Eds.), *Caracterización y manejo de los suelos de la península de Yucatán: implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales*. (pp. 9-19). México: Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán. INE-SEMARNAT, CONACYT.
- Zinck, J. A., & Valenzuela, C. R. (1990) "Soil geographic database: structure and application examples" *ITC Journal*. 1990-3, 270-294.
- Zonneveld, I. (1989) "Scope and concepts of landscape ecology as an emerging science" In I. Zonneveld & R. Forman (Eds.), *Changing Landscape an Ecological Perspective*. New York: Springer Verlag.
- Zonneveld, I. S. (1979) "Land evaluation and landscape science". *ITC Textbook of photo-interpretation*, VII 78. Enschede, The Netherlands.
- Zonneveld, I. S. (1995) *Land ecology, an introduction to landscape ecology as base for land evaluation, land management and conservation*. Amsterdam: SPB Academic Publishing.