

El enfoque de cuencas y la erosión hídrica en cuencas costeras

Eduardo Pérez Vives¹, Raúl Francisco Pineda López²
y Alfonso Gutiérrez López³

Resumen

La degradación de suelo, es un fenómeno que ocurre naturalmente o por efecto de las actividades antrópicas. *La pérdida potencial de suelo, se puede dar por efecto del viento o el agua. Estos tipos de erosión, puede ser provocada por cambios de uso de suelo; que son producidos por la deforestación de zonas boscosas y su posterior transformación para agricultura. Para poder solventar este tipo de conflictos, se ha hecho necesario construir el enfoque de cuencas. Dicho enfoque utilizó la Teoría General de Sistemas, dicha teoría trató de comprender la interrelación e interdependencia que guardan funcionalmente las cuencas, al ser un sistema con varios subsistemas dentro. Por otro lado, el enfoque ecosistémico, se refiere a que el sistema completo; incluyendo organismos complejos y todo el conjunto complejo de factores físicos forman los biomas, e incluyen los elementos biofísicos y socioeconómicos, sería uno de sus axiomas principales que "el todo es más que la suma*

de sus partes". Entonces la cuenca hidrográfica es la unidad territorial más adecuada para gestionar los recursos hídricos, y requiere abordarse con un enfoque integral para manejar los recursos naturales, factores de tipo socioeconómicos y culturales. La finalidad de utilizar estas teorías, es esclarecer y entender de qué manera y forma, el crecimiento poblacional aunado a sus actividades socioeconómicas ejercen una influencia en la transformación del uso del suelo. Producto de este cambio en el uso del suelo, directa e indirectamente desencadenan una serie de eventos que afectan las actividades socioeconómicas y modifican el umbral que pueda afectar o beneficiar el litoral de la Cuenca Costera del Río Copalita. Con este artículo, se pretende entender como el crecimiento poblacional y sus actividades socioeconómicas, es al menos uno de los factores más importantes a considerar.

Palabras clave: Suelo, sistema, ecosistémico, ecología, manejo.

Introducción

La degradación de suelo, es un fenómeno que puede suceder naturalmente o por efecto de las actividades antrópicas. Una de las causas principales de la degradación del suelo es el cambio de uso de suelo. En México se han realizado diversos estudios sobre la degradación del suelo, con el objetivo de determinar las causas que originan además de estimar la degradación progresiva del suelo dentro del

territorio nacional y así poder generar planes de manejo y conservación de dicho recurso (Anónimo 2003).

La pérdida potencial del suelo puede darse por efecto del viento y del agua, denominados erosión eólica y erosión hídrica respectivamente. La erosión eólica se puede atribuir a la escasa cantidad de árboles, que funcionan como una cubierta natural que protege el suelo; la poca disponibilidad de aguay

¹Maestría en Gestión Integrada de Cuencas. Universidad Autónoma de Querétaro. Correo electrónico: bios_vives@hotmail.com.

²Director de Planeación. Universidad Autónoma de Querétaro. Correo electrónico: rufuspinedal@gmail.com

³Facultad de Ingeniería. Laboratorio de Hidráulica. Universidad Autónoma de Querétaro. Correo electrónico: alfonsogtzlo@gmail.com

humedad provocada por sequías además de la deformación y pérdida de las capas que conforman estructuralmente el suelo; y la hídrica es ocasionada por corrientes de agua que producen pérdida de suelo superficial y modificaciones irreversibles del terreno, denominadas cárcavas; definidas como zanjas que tienen efectos de gran alcance como son las inundaciones y deslaves. Este tipo de erosión afecta particularmente las zonas costeras (afectación fuera de sitio), una de las causas que originan dicha erosión son los cambios de uso de suelo producidos por la deforestación de zonas boscosas y su posterior transformación para producción agrícola. El aumento poblacional del ser humano, ha incentivado el incremento de la producción agrícola modificando el uso del suelo; ya que asegurar el abastecimiento de alimentos influye en el aumento de las tierras cultivables además del crecimiento de las zonas urbanas e industriales (Pérez-Nieto *et al.* 2012).

Para poder aminorar los efectos de la erosión hídrica, es necesario tomar en cuenta las causas directas sobre el ambiente; considerando la biodiversidad de flora y fauna y los elementos que constituyen el medio socioeconómico como son las actividades primarias como la agricultura y pesca, las secundarias que consisten en la transformación de la materia prima y finalmente producto de las actividades previamente mencionadas esta la distribución de los bienes y servicios que son las denominadas actividades terciarias. Entonces resolver cuestiones relacionadas con la erosión hídrica, requiere de un enfoque integral que conjugue los factores bióticos (flora y fauna e interrelaciones) y abióticos (clima, geología, geografía, entre otros) que afectan la dinámica natural y su relación con el ambiente, además de comprender las consecuencias sobre las economías locales y la importancia de la preservación, conservación, protección, restauración y aprovechamiento racional de los recursos naturales que inciden y contribuyen en la calidad de vida de los habitantes.

La conservación del ambiente es de vital importancia debido a los servicios

ecosistémicos que ofrecen a la sociedad; estos servicios incluyen procesos como mantener una mezcla benigna de gases en la atmósfera, modelación del clima, regulación del ciclo hidrológico, generación y preservación de suelo, suministro de recursos naturales y mantenimiento de la biodiversidad, entre otros (Maas 2005).

Para comprender lo importante que resulta la conservación del ambiente, se han realizado esfuerzos en diversas instituciones académicas, que a través de sus cuerpos académicos han tratado de comprender y abordar las problemáticas ambientales desde una perspectiva holista. Con esta visión se crearon posgrados como la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas de la Universidad Autónoma de Querétaro, con la intención de realizar manejos y gestión integral de los denominados recursos naturales, entendidos así desde el momento en que se constituyen en un beneficio para los seres humanos.

Comprender el concepto holista, hace necesario remontarnos a los años treinta y cuarenta; en 1935, el botánico inglés Tansley acuñaría el término ecosistema de la siguiente manera, “el sistema completo (en el sentido físico), incluyendo los organismos complejos y todo el conjunto complejo de factores físicos que forman lo que llamamos bioma... estos sistemas son las unidades básicas de la naturaleza sobre la faz de la tierra... los organismos (en el sentido biológico) son una parte importante de estos sistemas, pero ciertamente los factores inorgánicos y su constante intercambio de los más variados tipos dentro de cada sistema, y no sólo entre organismos sino también entre factores orgánicos e inorgánicos. Pueden ser llamados ecosistemas... aquellos que forman una categoría multitudinaria de sistemas físicos del universo, que van desde el universo en su conjunto hasta el átomo”.

Ya en los cuarentas, como producto de las dificultades teóricas en las ciencias sociales, se comienzan a crear nuevas líneas de investigación dentro de las ciencias naturales; entre ellas la llamada Teoría General de Sistemas (TGS) desarrollada por el biólogo austriaco Ludwig Von Bertalanffy (1968). La TGS se

hizo vital para comprender los ecosistemas, y la interrelación e interdependencia que guardan los factores bióticos y abióticos dentro de éstos. Entendiéndose como interrelación, la correspondencia o relación mutua que guardan dichos factores dentro de los ecosistemas, y por otro lado, la interdependencia que es la dependencia recíproca entre dichos factores bióticos y abióticos. Con ayuda de la TGS, se logró modelar el enfoque sistémico; volviéndola una teoría alternativa ante el esquema y desarrollo preestablecido por la ciencia en aquella época. Utilizando dicho enfoque, se incorporó a la ecología para estudiar y comprender los procesos y relaciones de los elementos bióticos y abióticos dentro del ambiente natural, lo que generó nuevas herramientas conceptuales y metodológicas para entender, estudiar, conservar, utilizar y restaurar la naturaleza.

Algunos autores definen el enfoque sistémico de la siguiente manera, "el todo es más que la suma de sus partes", que además contiene la perspectiva holista. Por lo tanto, al emplear el enfoque sistémico los problemas que atañen al ambiente no se reducen solo a algunos procesos funcionales (abióticos) o de especies (bióticos), sino a todo el ecosistema en su conjunto, es decir; considera el papel significativo de cada uno de los elementos que constituyen el ecosistema (agua, suelo, clima, cobertura de vegetación, fauna y flora, sociedad, entre otros), y la interacción de éstos como un todo. Asimismo este enfoque permite comprender fenómenos naturales que están distanciados en el espacio y ligados temporalmente por un mismo patrón (Maas 2005).

Una de las tareas más difíciles del manejo de cuencas, es abordar las problemáticas socioculturales. Dentro de las cuencas, existen grupos sociales que tienen cosmovisiones distintas sobre lo que espacialmente es una cuenca. Para ello se define el "espacio" geográfico como el producto de la unión entre los elementos que conforman un sitio y las actividades que lo modifican a través del tiempo. Entonces "espacio", es el conjunto de formas de expresión heredadas, y estas formas de expresión permiten diferentes cosmovisiones

del entorno natural que finalmente representaran las sucesivas relaciones producto de la coexistencia de la naturaleza y el humano.

A partir del "espacio geográfico"; comprenderemos el concepto de "territorio", como aquello que significa y supone una apropiación o delimitación social del "espacio", dado por la relación que existe entre la sociedad y el espacio, por tanto; es el sitio donde se concreta el manejo y control del entorno siendo el "espacio" geográfico utilizado, que tiene un valor significativo para la sociedad, quienes lo construyeron históricamente como producto de un fenómeno político-cultural (Steimberg 2012, López 2014). Por lo tanto, una cuenca hidrográfica es un sistema complejo que puede englobar todas las posibilidades geográficas, que finalmente dependerán del contexto socio-cultural que las defina, siendo además la unidad territorial más adecuada para la gestión de recurso hídrico (Dourojeanni *et al.* 2002).

Por otro lado, debido a las características fisicoquímicas del agua, como su alto calor específico, coeficiente dieléctrico, carácter bipolar, punto de ebullición y su alto grado de cohesión; hacen del agua un elemento de vital importancia dentro de las cuencas. Con el fin de poder realizar una gestión y manejo del recurso hídrico, es necesario entender el ciclo hidrológico. De manera general, el proceso hidrológico involucra una sucesión de etapas que independientemente del estado físico en que se encuentre, tiene que estar presente en el planeta para finalmente completar un ciclo. Aunque la cantidad de agua es constante, esta se encuentra en persistente cambio en relación a sus propiedades físicas (sólido-líquido-gas), moviéndose a distintas velocidades.

Entonces una cuenca hidrográfica, se define como el ecosistema que forma un tejido de interrelaciones entre variables biofísicas, socioeconómicas, culturales y políticas; con límites bien definidos, que son las partes más altas de las montañas que finalmente concentra todos los escurrimientos que desembocan en un punto de salida (Maas 2005, Faustino *et al.* 2006, Cotler-Avalos *et al.* 2008)

Funciones de las cuencas

Una cuenca hidrográfica, es un espacio definido naturalmente por las partes altas de las montañas, con una relación de precipitación-escorrentía que depende del ciclo hidrológico, que es el fenómeno natural que permite a la cuenca captar y concentrar las precipitaciones. Además las cuencas se caracterizan, por la interrelación entre los factores bióticos y abióticos que definen su estructura y función. Funcionalmente el enfoque de cuencas, debe considerarla posición de los distintos actores y la interconexión que guardan respecto a las zonas funcionales.

Las zonas funcionales de la cuenca son el área de recolecta/captación/alta, donde la precipitación se concentra, infiltra y transforma en escurrimiento; el área de almacenamiento hídrico, zona de transición o media donde la capacidad variará en relación a la cantidad y duración del agua dentro del sistema siendo un área de función mixta donde se puede almacenar o desalojar agua hacia abajo denominada zona de descarga, salida o emisión donde típicamente se concentra el escurrimiento en forma de ríos o arroyos (Garrido et al. 2010). La importancia de determinar las zonas funcionales de la cuenca hidrográfica, es porque facilitan el estudio de la interacción tierra, agua y aire, resumiendo el efecto de las actividades antrópicas generadas en la parte alta, media y baja de la cuenca (Mora-Cordero & Chavarría 2008).

Estudio de ecosistemas costeros

Dentro del enfoque de cuencas, es fundamental incluir los sistemas costeros, siendo la zona costera el sitio donde se dan interacciones multifactoriales desde el parteaguas (partes altas de las montañas) hasta el océano, considerando a la zona funcional baja como el territorio ubicado tierra adentro asociado a la línea costera (litoral) caracterizados por las playas, marismas, estuarios, manglares, humedales y lagunas costeras (Caso & Garrido 2010 *In*: Cotler). Sin embargo, debido a las características funcionales y estructurales de las cuencas hidrográficas y costeras; su gestión es

compleja e independiente, lo cual radica en la diferencia que existe respecto a las características bióticas y abióticas aunque funcional y estructuralmente se encuentran ampliamente relacionadas (Moreno-Casasola 2006).

Dada la relación estructural de la cuenca, los impactos en las zonas costeras se derivan de procesos que ocurren en las zonas funcionales altas e intermedias de las cuencas, procesos como la deforestación, erosión, cambio de uso de suelo, el consumo de agua y su contaminación. Consecuencia de estos procesos, se presenta el arrastre de sedimentos, causando el azolvamiento de las lagunas costeras, manglares, marismas y otros humedales costeros, considerando así el arrastre de sedimentos como uno de los principales factores que afectan negativamente los ecosistemas acuáticos costeros.

El arrastre y deposición de sedimentos, es un factor importante en la ecología de los sistemas costeros, ocasionalmente puede incrementar la cantidad de solutos (nutrientes, contaminantes, entre otros) y favorecer la productividad primaria asociada a sistemas altamente productivos; sin embargo, puede alcanzar un umbral donde la carga de solutos (fosforo, nitrógeno y carbono) exceda la capacidad de asimilación del sistema y el tiempo de residencia, que sumado a la estratificación en la columna de agua, puede llegar a ocasionar zonas de hipoxia y finalmente alterar los procesos biogeoquímicos del sitio (Caso & Garrido 2010 *In*: Cotler).

Sobre el manejo de cuencas

Desde la perspectiva de cuenca como territorio natural de drenaje, Cotler-Avalos *et al.* (2008) mencionan que el manejo de cuencas se entiende como un proceso de planeación, implementación y evaluación de acciones mediante la participación organizada e informada de la población. Las actividades antropogénicas de uso de suelo, como son la reforestación y deforestación, la intensificación de la agricultura, drenaje de humedales, construcción de caminos, y la urbanización, influyen en la infiltración y los procesos de redistribución del agua en el suelo, además

depende del tipo de cobertura de vegetación (cultivos, bosques, selvas) que pueden modificar los procesos de evapotranspiración (De Rooet *al.* 2003).

Cotler-Avalos *et al.* (2008), indican que el manejo de las aguas costeras toma en cuenta los efectos producidos por las cuencas hidrográficas, por lo tanto, debe realizarse una gestión integral a nivel de cuenca; ya que las partes bajas de las cuencas son las áreas más inmediatas a las costas y ejercen un efecto ambiental y socioeconómico muy marcado. Por tanto, la gestión costera implica la integración del manejo de los recursos naturales y socioeconómicos acompañada por la acción conjunta de la sociedad civil, instituciones gubernamentales, privadas y académicas.

Si el proceso de planeación se realiza de forma apropiada, la cuenca puede ofrecer una serie de beneficios a la sociedad, originando una amplia gama de bienes y servicios ecosistémicos que parten de mantener las funciones ecológicas, sociales y económicas de la propia cuenca a partir del manejo participativo, adaptativo, sistémico y con una visión a largo plazo del "territorio" (Cotler-Avalos *et al.* 2008).

Construyendo un nuevo paradigma... Rompiendo paradigmas

El enfoque de cuencas necesita de manera ineludible buscar otras alternativas de conocimiento, buscando unificar el conocimiento empírico y científico mediante el diálogo de saberes, considerando cosmovisiones y formas del saber que son ajenas al avance del conocimiento científico que igualmente pueden proporcionar conocimientos ancestrales respecto a la conservación, preservación, aprovechamiento y resiliencia de las cuencas hidrográficas y de sus recursos naturales. Sin prescindir y considerar, la importancia de reconciliar el saber científico, buscar puntos de encuentro entre las ciencias sociales y naturales que tienen como consecuencia benevolente la formación de grupos multi, inter y trans-disciplinarios.

De acuerdo con Guattari (1996), actualmente

no pueden desvincularse la naturaleza de la cultura, para ello se requiere pensar transversalmente considerando las interacciones del ser humano y los factores bióticos y abióticos, que al formar un ecosistema nos permite entender el cúmulo de interrelaciones e interdependencias que guardan todos los elementos que conforman el ente ecológico. Es importante que cualquier problemática con respecto a la coexistencia del ser humano y el medio natural, se libere de dichos paradigmas preestablecidos e importados como la única forma del saber y panacea que solucionará cuestiones relacionadas con la naturaleza y el ser humano.

Aunque se ofrecen distintas alternativas, es primordial tener una amplia apertura mental ante soluciones que puedan ser ofrecidas por los habitantes de la cuenca, lo importante es fundamentar dichas soluciones desde el conocimiento que ofrece la ciencia; de esta forma se pretende generar una ciencia que no sea elitista sino más bien una Ciencia Participativa. La cuenca como ecosistema permite la inclusión, involucramiento y unificación de la sociedad en general, la academia, las instituciones de gobierno y organizaciones de la sociedad civil, ya que los conflictos ambientales nos afectan a todos.

Referencias

- Anonimo. 2003. Evaluación de la pérdida de suelos por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana. SEMARNAT. Memoria 2001-2002. México.
- Caso M. & A. Garrido. 2010. Impacto potencial de las aguas continentales en la zona costera. *In*: Cotler, H. Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización. México, D.F.162-168pp.
- Cotler-Ávalos H., Galindo Alcántar A., González Mora I. D., Pineda López R. & E. Ríos Patrón. 2008. Cuencas Hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. SEMARNAT. México, D.F. 1-31 pp.
- De Roo A., Schmuck G., Perdigao V. & J. Thielen. 2003. The influence of historic land use changes and future planned land use scenarios on floods in the Oder catchment. *Physics and Chemistry of the Earth*. 28(33-36):1291-1300.
- Dourojeanni A., Jouravlev A., & Chávez G. 2002. Gestión del agua a nivel de cuencas: Teoría y práctica. CEPAL, ONU, 1-83.

- Faustino J., Jiménez F., Velásquez S., Alpizar F. & Prins C. 2006. Gestión integral de cuencas hidrográficas. CATIE. Costa Rica. 1-400
- Guattari F. 1996. Las tres ecologías. 2da Edición. (Eds.) PRE-TEXTOS. Valencia, España 1-79 pp.
- Garrido A., Pérez D.J.L. y Enríquez C. 2010. "Delimitación de zonas funcionales de las cuencas hidrográficas de México". In: Cotler H. (Coord.) Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización. México: Instituto Nacional de Ecología/Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. Consultado el 5 de marzo de 2015: www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=639.
- Ludwig Von Bertalanffy. 1968. Teoría General de los Sistemas. (Eds.) Fondo de Cultura Económica. México D.F. 1-311 pp.
- López-Ugalde R.S. 2014. Agua, territorio y poder. Análisis de la gestión y manejos diferenciados en torno a los manantiales de San Ildefonso Tultepec, Amealco. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México.
- Maas M. 2005. Principios generales sobre el manejo de ecosistemas. En Conservación de ecosistemas templados de montaña en México. México, D.F. 117-135 pp.
- Mora-Cordero C. & Chavarría J.B. 2008. Factores que afectan la cuenca del río La Estrella y recomendaciones para la gestión ambiental en su zona costera (Caribe de Costa Rica). Revista Biología Tropical. 56 (4): 191-203.
- Moreno-Casasola P. 2006. ¿Qué significa vivir en una cuenca costera? In: Moreno-Casasola, P., Peresbarbosa-Rojas E. & Travieso-Bello. Estrategia para el manejo costero integral, Instituto de Ecología A.C., Veracruz, México. 53-80 pp.
- Pérez-Nieto S., Arellano-Monterrosas J., Ibáñez-Castillo J.L. & F.R. Hernández-Saucedo. 2012. Estimación de la erosión hídrica provocada por el Huracán Stan en las cuencas costeras de Chiapas, México. Terra Latinoamericana 30 (2): 103-110.
- Steimberg R. 2012. Espacio, lugar y territorio. Una cuestión de escala. Prácticas de oficio. Investigación y reflexión en Ciencias Sociales. Consultado el 5 de agosto de 2016: <http://ides.org.ar/publicaciones/practicadeoficio/practicadeoficio-investigacion-y-reflexion-en-ciencias-sociales-nro-9>
- Tansley A.G. 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. Journal Storage. 16 (3): 284-307.

Recibido: 22/05/2016

Aceptado: 06/10/2016