

ENFOQUE SISTÉMICO EN LA INVESTIGACIÓN DE CUENCAS HIDROGRAFICAS

MARTINEZ DUARTE, Juan A.

Universidad Nacional de Misiones

Facultad de Ciencias Forestales

Calle Bertoni nº 124. Km. 3. (C.P 3382) Eldorado, Misiones, Argentina.

Email: martinez_duarte@hotmail.com.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es determinar el enfoque científico más adecuado en la investigación a realizar con el fin de proponer una metodología para la formulación y evaluación económica ambiental de planes de ordenación de cuencas hidrográficas de la Provincia de Misiones.

El término "Cuenca Hidrográfica" significa la porción de superficie terrestre cuyas aguas vierten a un determinado curso de agua y Ordenación de Cuencas Hidrográficas es la realización de operaciones planificadas para alcanzar objetivos relacionado con el funcionamiento de la cuenca.

La hipótesis planteada en el presente trabajo es que el enfoque sistémico es el más apropiado en la investigación desarrollar en cuencas hidrográficas.

Fueron analizados, los principales enfoques de la ciencia, la estructura y funcionamiento de una cuenca hidrográfica, determinándose que la misma es la unidad de ordenación, porque naturalmente constituye un sistema donde cierra el balance del agua, de la energía y, por ser dinámico, la acción sobre sus partes genera reacción mensurable sobre otras partes del sistema.

El resultado del presente trabajo, indica que el enfoque sistémico es el más adecuado, recomendando su aplicación en la investigación a desarrollar.

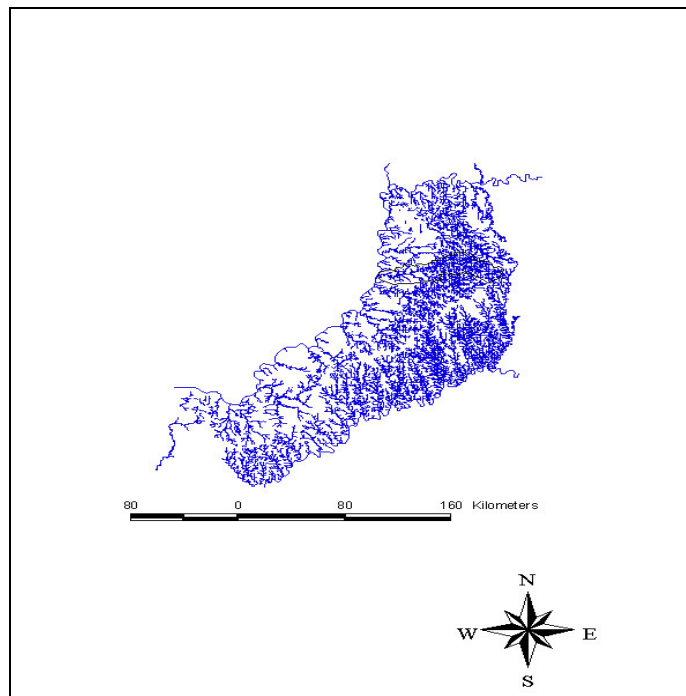
PALABRAS CLAVES Cuencas hidrográficas, enfoque sistémico, ordenación, investigación.

INTRODUCCIÓN

Para determinar el enfoque científico más adecuado en la investigación en cuencas hidrográficas, se plantea la hipótesis que el enfoque sistémico es el más apropiado en la investigación desarrollar.

Como muestra la Figura 1, hidrológicamente la provincia de Misiones es muy rica, pero debido a la falta de ordenación y manejo racional de sus cuencas hidrográficas, en forma frecuente falta la disponibilidad de agua pura y abundante, manifestado en problemas de salud en la población, incendios, perjuicios económicos y otras consecuencias negativas.

Figura 1: Hidrografía de la Provincia de Misiones



Fuente: Basado en datos del Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y Turismo.

El término “cuenca hidrográfica” se usa con el mismo sentido que el de cuenca colectora o de captación y se entiende por él toda la porción de superficie terrestre cuyas aguas vierten a un determinado río o curso de agua, grande o pequeño, o que van a descargar en un río, lago ó mar¹.

Por ordenación de cuencas hidrográficas se entiende la realización de prácticas y operaciones planificadas para alcanzar los objetivos deseados en relación con el funcionamiento de la cuenca. Las dos palabras fundamentales de esta definición son planificadas y objetivos².

Para resolver los problemas hidrológicos y ambientales mencionados se propone, entonces, formular e implementar planes de ordenación en cada una de las cuencas hidrográficas, para lograr como resultado de la integración entre ellas, el ordenamiento territorial de la provincia de Misiones.

A continuación se hará una breve presentación de los principales enfoques actuales de la ciencia en la investigación que fueron analizados, como lo son los enfoques mecanicistas y sistémicos.

ENFOQUE MECANICISTA

El enfoque mecanicista del mundo tiene sus raíces en la filosofía de los atomistas griegos, quienes veían la materia como constituida por varios "elementos básicos de construcción", los átomos, que son puramente pasivos y se hallan intrínsecamente muertos.

El atomismo, fue concebida por los filósofos griegos Leucipo, su discípulo Demócrito y Anaxágoras (500-428 a.C.), y continuada por Demócrito, filósofo griego que entre otros temas desarrolló la teoría atómica del universo, y Epicuro, docente y fecundo autor que a su muerte dejó 300 manuscritos.

¹ LÓPEZ Cadenas de Llano, F.. 1976. Hidrología Forestal. Escuela Técnica Superior de Montes. Madrid. 1ª y 2ª parte. 520 pp.

² FAO.1992. Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas. Roma. 1 Volumen. 185 pp.

El atomismo fue prolongado en el Renacimiento por pensadores como Nicolás de Cusa y el físico Giordano Bruno, quien pereció quemado vivo por la Inquisición en el año 1600. Según el atomismo, el Universo - entendido como el conjunto de los fenómenos sensibles - es el resultado de la composición accidental de las propiedades de los átomos de que está formada la materia. La cualidad de unión, declinación o desviación de los átomos daría origen a la explicación de sus encuentros y combinaciones, permitiendo introducir la noción de contingencia (y por lo tanto del libre albedrío) en un Universo no sometido a una determinación estricta (Thines G. y Lempereur A.).

Se pensaba que a los átomos los movía alguna fuerza externa a la que con frecuencia se atribuía un origen espiritual, con lo cual se la suponía fundamentalmente diferente de la materia. Esta imagen llegó a ser parte esencial del modo de pensar de Occidente y dio origen al dualismo entre espíritu y materia, entre la mente y el cuerpo, que es característico del pensamiento occidental.

Este dualismo fue formulado en su forma más tajante en la filosofía de Descartes, quien basó su visión de la naturaleza en una división fundamental entre dos ámbitos separados e independientes: El de la mente (*res cogitans*) y el de la materia (*res extensa*).

La división cartesiana permitió que los hombres de ciencia trataran la materia como algo muerto y totalmente separado de ellos y vieran el mundo material como una multitud de objetos diferentes reunidos en un enorme mecanismo. Tal visión mecanicista del mundo fue la que sirvió a Newton como base para la construcción de su mecánica, y de ella hizo el fundamento de la física clásica.

Dos significativos representantes modernos del atomismo han sido el lógico alemán Ludwig Wittgenstein y el matemático inglés Bertrand Russell, quienes vivieron, ejercieron la docencia y la investigación a principios del siglo XX. Russell enunció la teoría del atomismo lógico en su obra *Principia Matemática*, según la cual el mundo aparece al análisis lógico como una multiplicidad de elementos separados – los átomos lógicos – no integrables analíticamente.

La tesis básica del atomismo es que entre los componentes atómicos de un todo - o las expresiones lingüísticas que los representan – no hay relaciones de interdependencia; sólo de

conjunción, sumación o disyunción. Cualquier expresión de interrelación entre estas partes del todo, será de carácter metafísico y por lo tanto inadmisibles e ilógicas.

En síntesis, este antiguo método de análisis de los datos de la realidad consiste en fragmentar la realidad estudiada en tantas partes como sea posible, analizar luego cada elemento para finalmente, recomponiéndolos mediante simples operaciones de conjunción, implicación, etc., llegar a la comprensión del todo. No hay que proponerse la búsqueda de asociaciones o interrelaciones entre las partes porque – según esta estrategia – ello conduciría a elaboraciones “metafísicas”, fantasiosas o imaginarias. Hay que limitarse a encontrar, enumerar, y ver cómo se distribuyen las partes de la cosa estudiada. Todo este procedimiento también recibe el nombre de “método analítico”.

ENFOQUE SISTÉMICO

El concepto de sistema arranca del problema de las partes y el todo, ya discutido en la antigüedad por Hesíodo (siglo VIII a.C.) y Platón (siglo IV a.C.).

Georg Hegel (1770-1831), sostenía que los seres son un "momento del proceso que está viviendo la totalidad" y que cada "ser" está comprometido dentro del devenir del todo. Relativiza el conocimiento al pensar a la "realidad como el conjunto de relaciones", ellas son las únicas que presentan el carácter de lo absoluto. Este pensamiento tiene la fuerza de lo sistémico. Decía Hegel que solo podemos entender las particularidades en el todo y solo se es en relación con los demás. Su modelo de ser, es el "ser en relación". Como vemos su pensar acerca del "yo " es además totalmente diferente al propuesto por Descartes y lo expresa sin dejar margen a las dudas al decirnos, "el yo es lo que es, en relación con lo que no es", expresión de una dialéctica en permanente cambio que al mismo tiempo nos asegura a nosotros la condición ineludible de seres sociales.

Para Hegel la forma de evidenciar el comportamiento propio de la razón es cuando la misma se hace dialéctica, se parte del todo comenzando a estructurar la realidad con una

afirmación (la tesis), que debe ser contradicha (antítesis), para posteriormente realizar la conciliación entre los opuestos a lo cual denomina síntesis (sin-del griego-composición).

Estos serían los tres momentos fundamentales, enlazados entre sí con tal grado de compromiso, que la síntesis de un proceso será la tesis del siguiente, lo cual impide la dispersión al infinito para alcanzar la síntesis superadora. Define a tesis como una "afirmación cualquiera" y sostiene que todos los conceptos llevan dentro de sí un conflicto, es este el que le dará "movimiento" al cual denomina antítesis. Como negación de la afirmación será la encargada de dinamizar la realidad.

Por fin y principio aparece la síntesis, a la que considera como un movimiento de conciliación cuya función será la superación del conflicto que se puede ver como la negación de una negación anterior, pero de la cual conservará lo positivo de los dos momentos anteriores. Es en ese punto donde radica el germen de la perpetua creación.

Sin embargo, el estudio de los sistemas como tales no preocupa hasta la segunda guerra mundial, cuando se pone de relieve el interés del trabajo interdisciplinar y la existencia de analogías (isomorfismos) en el funcionamiento de sistemas biológicos y automáticos. Este estudio tomaría carta de naturaleza cuando, en los años cincuenta, L. Von Bertalanffy propone su Teoría General de Sistemas.

La aparición del enfoque de sistemas tiene su origen en la incapacidad manifiesta de la ciencia para tratar problemas complejos. Así, el enfoque de sistemas aparece para abordar el problema de la complejidad a través de una forma de pensamiento basada en la totalidad y sus propiedades que complementa el reduccionismo científico.

Lord Rutherford pronunció la frase que refleja más claramente el éxito del método científico reduccionista durante el primer tercio del siglo XX: "Hay Física y hay coleccionismo de sellos". El objetivo último era explicar cualquier fenómeno natural en términos de la Física.

Fueron los biólogos quienes se vieron en primer lugar en la necesidad de pensar en términos de totalidades. El estudio de los seres vivos exigía considerar a éstos como una jerarquía organizada en niveles, cada uno más complejo que el anterior. En cada uno de estos niveles aparecen propiedades emergentes que no se pueden explicar a partir de los

componentes del nivel inferior, sencillamente porque se derivan de la interacción, y no de los componentes individuales.

En los años cuarenta comienza un vivo interés por los estudios interdisciplinarios con el fin de explorar la tierra de nadie existente entre las ciencias establecidas. Estos estudios ponen de manifiesto la existencia de analogías (más bien isomorfismos) en la estructura y comportamiento de sistemas de naturaleza muy distinta (sistemas biológicos, mecánicos, eléctricos, etc.).

Así es como Wiener y Bigelow descubren la ubicuidad de los procesos de realimentación, en los que informaciones sobre el funcionamiento de un sistema se transmiten a etapas anteriores formando un bucle cerrado que permite evaluar el efecto de las posibles acciones de control y adaptar o corregir el comportamiento del sistema. Estas ideas constituyen el origen de la Cibernética, cuyo objeto es el estudio de los fenómenos de comunicación y control, tanto en seres vivos como en máquinas.

En esta misma década, von Bertalanffy proponía los fundamentos de una Teoría de Sistemas Generales y en 1954 se crea la Sociedad para la Investigación de Sistemas Generales. El objetivo último de von Bertalanffy, el desarrollo y difusión de una única meta-teoría de sistemas formalizada matemáticamente, no ha llegado a cumplirse. En su lugar, de lo que podemos hablar es de un enfoque de sistemas o un pensamiento sistémico que se basa en la utilización del concepto de sistema como un todo irreducible.

LA CUENCA HIDROGRÁFICA

El agua que necesita el hombre proviene de las cuencas hidrográficas o colectoras y de ello deriva lógicamente el concepto de ordenación de las cuencas que no es sino una parte más de toda buena planificación del aprovechamiento de la Tierra.

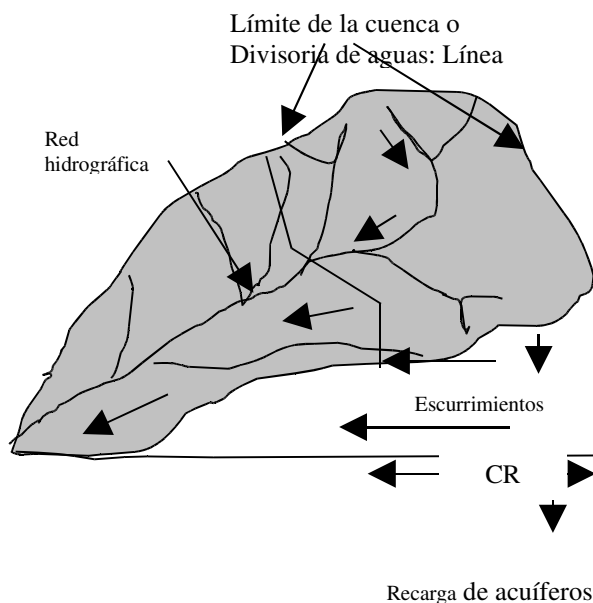
Cuando se llega a la ejecución práctica de dicha planificación es importante que ésta se aplique a zonas suficientemente homogéneas en cuanto a sus características físicas,

biológicas, económicas y sociales, de modo que ofrezcan una base apropiada para un programa de ordenación. Tal unidad viene proporcionada por la cuenca hidrográfica sea grande o pequeña.

La cuenca es una unidad sistémica natural. Sus límites se determinan a simple vista porque están conformados por la línea más elevada del área.

En el esquema de la figura 2, el área gris representa una cuenca hidrográfica. Es un área de la superficie terrestre que recoge la lluvia que cae sobre ella y la conduce, escurriendo hacia el centro y la parte inferior. El borde del área es el límite de la cuenca (Divortium acuarium).

Figura 2: Esquema de una cuenca hidrográfica



Fuente: Elaboración propia.

Desde el punto de vista de la conservación de suelos y aguas la cantidad y calidad del agua que proporcione la cuenca considerada como una unidad de ordenación, será la medida de la eficacia de los métodos de ordenación que se han aplicado en ella. Tales métodos serán en parte la suma de los conocimientos técnicos individuales aplicados en las tareas de

conservación del suelo y de regularización del curso del agua. Ello explica por qué se concede cada vez mayor importancia a la ordenación de cuencas en todos los países del mundo.

Todo programa con una base sólida tanto desde el punto de vista técnico como económico y social exige la preparación de planes de ordenación de cuencas. Seguidamente, la cuestión final y más importante es la de utilizar los medios económicos necesarios para llevar a cabo los programas precisos y desarrollar éstos en toda su amplitud.

EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Hasta donde hemos podido verificar, en la provincia de Misiones existe una carencia de una metodología para efectuar una correcta valoración económica ambiental de los recursos de las cuencas y de las alternativas de manejo de los mismos. Esta situación provoca que hasta el momento ninguna cuenca hidrográfica de la provincia cuente con un plan de ordenación y es uno de los factores determinantes, tanto de la desvalorización como del deterioro de los recursos naturales, que repercute negativamente en la calidad ambiental, del agua de los arroyos y afecta el bienestar de los habitantes.

El tema de investigación propuesto: “Metodología para la formulación y evaluación económica ambiental de planes de ordenación de cuencas hidrográficas de la provincia de Misiones, Argentina”, busca resolver este problema de gran repercusión económica ambiental aplicando sus resultados a las cuencas hidrográficas de la provincia de Misiones.

Así se determina como problema de investigación:

¿Cómo sistematizar los conocimientos actualmente existentes en la ordenación de cuencas hidrográficas, que tengan en cuenta la hidrología, la ecología y la economía, para elaborar una metodología que permita formular y realizar la evaluación económica ambiental de planes de acción en las cuencas hidrográficas tendiente a su rehabilitación productiva y ambiental, tanto de la provincia de Misiones como de la región?

El objetivo general es proponer una metodología para la formulación y realización de la evaluación económica ambiental de planes de ordenación de las cuencas hidrográficas de la provincia de Misiones.

CONCLUSIÓN

La cuenca es un sistema natural complejo, donde interactúan aspectos físicos, biológicos, económicos y sociales.

La revisión bibliográfica registra antecedentes de estudios que recomiendan la mejora de la calidad ambiental y el desarrollo de cuencas hidrográficas mediante modelos de planificación y análisis integrados.

Esta planificación se facilita con un enfoque sistémico y es dificultoso ser abordado con un enfoque mecanicista, debido a que en una cuenca hidrográfica existen relaciones entre el medio ambiente, el desarrollo y la planificación. En la planificación se deben incluir objetivos de calidad ambiental y deben ser consideradas la dinámica y las interacciones que afectan al sistema constituyendo equipos interdisciplinarios. Las consideraciones ambientales se deben tomar en cuenta a través de la planificación integrada utilizando metodologías para la planificación de cuencas hidrográficas basada en el análisis de sistemas.

Identificado el problema que la tesis pretende colaborar a resolver, caracterizada la estructura y el funcionamiento de una cuenca hidrográfica, enunciado los objetivos de la investigación y analizado los principales enfoques de la ciencia en la investigación, se llega a la conclusión que el enfoque sistémico es el más adecuado en la investigación a realizar con el objetivo de proponer una metodología para la formulación y evaluación económica ambiental de planes de ordenación de cuencas hidrográficas de la provincia de Misiones, para la mejora de la calidad del agua y el desarrollo productivo en armonía con la calidad ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- Carpio, A. (1992). *Principios de Filosofía. Introducción a su problemática*. Ediciones Glauco.
- Chalmers, A.F.(2002). *¿Que es esa cosa llamada ciencia?*. Siglo Veintiuno de Argentina editores.
- FAO.(1992). *Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas*. Roma. 1 Volumen.
- López Cadenas de Llano, F. (1976). *Hidrología Forestal*. Escuela Técnica Superior de Montes. Madrid. 1ª y 2ª parte.
- Marecos, E. A. (2001). *Las relaciones y la realidad*. Revista de Posgrado de la Cátedra VIa Medicina N° 105. 1-2 pp.
- OEA. (1978). *Calidad ambiental y desarrollo de cuencas hidrográficas: Un modelo para la planificación y análisis integrados*. Washigton D.C.