

Los SIG como herramienta para la toma de decisiones en la solución de problemas ambientales y dentro de la formación profesional en ciencias ambientales

Resumen

En la actualidad, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas muy utilizadas en la resolución de los problemas ambientales y no está del todo claro como es que se incorporan en la toma de decisiones, lo que es necesario para entender como deberían ingresar dentro de la formación de las ciencias ambientales. Esto nos ha llevado a reconstruir todo el proceso de toma de decisiones, a diferenciar a un SIG como soporte o apoyo, entender y analizar cómo se enlaza con las ciencias ambientales y sobre la importancia de la percepción de la realidad que tienen y requieren. Luego se analizó e indagó al problema ambiental como fundamento que permite ordenar el contenido y el programa en el proceso de formación en ciencias ambientales. Todo esto nos llevó a considerar a los SIG, como una herramienta ideal pero compleja que es, útil en diferente forma e intensidades dentro de todo el proceso de toma de decisiones y a considerar a las “problemáticas ambientales” como una base fuerte para estructurar un proceso de formación en ciencias ambientales y por lo tanto útil para considerar dentro de este proceso a los SIG como herramienta para la toma de decisiones.

Palabras clave: medio ambiente, territorio, formación, problema, multidisciplinario.

1. Introducción

Una de las más amplias y complejas aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica (S.I.G) es sin lugar a dudas en las ciencias ambientales y al mismo tiempo

una de las más recurrentes junto a la planificación del territorio y la administración de los recursos naturales (RRNN) (Martin, 1985) (Bocco, 2000). De modo que el aprendizaje de la técnica y el uso de la información a través de los SIG, resultan importantes (en algunos casos imprescindibles) en la formación de una disciplina medio ambiental.

En definitiva, dice Chuvieco (2002), los SIG son sólo herramientas para la mejor gestión de la información disponible del territorio¹. Lo cual implica las diferentes y diversas aproximaciones que se pueden tener sobre el mismo, algo que resulta bastante diverso y complejo. Por otro lado es precisamente el manejo de este tipo de información “territorial”, por el que principalmente un SIG se diferencia de otras herramientas de soporte a la toma de decisiones.

Para poder abordar como un SIG ayuda en el proceso de toma de decisiones en el manejo, administración y gestión de los recursos, primero es necesaria una revisión de los conceptos y definiciones básicas relacionados a la toma de decisiones, como por ejemplo a que nos referimos cuando se tiene un problema y qué tipos de problemas pueden existir, las diferentes aproximaciones para resolverlos y cómo se concibe un proceso de toma de decisiones.

Es importante también diferenciar y comparar a los SIG con otras herramientas o sistemas de apoyo y

¹ Territorio desde la perspectiva corológica – regional el término territorio se refiere a un sistema o complejo formado por todos los elementos físicos y humanos de un área o región. Un termino equivalente puede ser el de “Paisaje” entendido este como cualquier área de la superficie terrestre producto de la interacción de los diferentes factores presentes en ella y que tienen un reflejo visual en el espacio.

soporte a la toma de decisiones y entender cómo éste aporta a la resolución de problemas ambientales, para de esta manera analizar cuáles son sus potencialidades y limitaciones en estos ámbitos.

Hecho el ejercicio de reconocimiento sobre las implicaciones teóricas acerca del proceso de toma de decisiones y los SIG, reflexionaremos acerca de la importancia de la capacidad de percepción y lectura de la realidad que los técnicos y usuarios de los SIG y su influencia en el proceso de toma de decisiones.

En este entendido, trataremos de hacer el análisis y un intento por definir y describir los factores a considerar para confrontar un tópico ambiental, que a su vez y finalmente nos darán las pautas, sobre las cuales se intentará formular un ideal de los requerimientos necesarios del uso y manejo de los SIG dentro de la formación en ciencias ambientales.

2. Conceptos y definiciones

Según la real academia de la lengua española “decisión” se define como: Determinación, resolución que se toma o se da en una cosa dudosa. En inglés “toma de decisión” (decisión-making), se puede traducir textualmente como “un proceso de generación y evaluación de alternativas para elegir un curso de acción con el fin de resolver un problema de decisión”. Quienes aportan opiniones y juicios que definen estas alternativas son los tomadores de decisiones, que puede ser una persona o un grupo de personas (Sharifi, 2004).

Existen toda clase de formas, maneras y estilos de tomar decisiones pero, son valoradas aquellas que son tomadas con racionalidad y por supuesto enfocadas a resolver un problema, es decir que nos referimos en realidad a un problema de decisión.

Tenemos un problema de decisión cuando queremos pasar de un estado actual a uno deseado y donde podrían encontrarse tres situaciones: en las que hay alternativas visibles, factibles y disponibles; cuando la elección puede tener un efecto significativo difícil de delimitar sobre la situación actual o al menos en parte de ésta y por último una situación donde en ocasiones para quien toma la decisión es incierto vislumbrar una alternativa. De esto es que podemos resumir los tipos de problema en:

- 1) bien estructurados;
- 2) mal estructurados y
- 3) no estructurado

(Sharifi, 2004) también expone dos enfoques para la toma de decisiones. Un primer enfoque llamado de “Racionalidad objetiva”, en donde se cuenta o se buscan conocer con exactitud el objetivo de la decisión, el acceso a toda la información, que los resultados sean medibles y donde la decisión pueda maximizar el nivel de logro de los objetivos”. El segundo enfoque llamado de “Racionalidad de procedimiento o racionalidad limitada”, flexible a diferencia del primero, busca cumplir sólo con ciertos niveles de aspiraciones (aceptables) en la medida de las posibilidades y limitaciones humanas, de información y procesamiento.

Diferenciando a estos dos enfoques en su aceptabilidad en los niveles de aspiración (ideal – no ideal), claramente vemos la necesidad y la recurrencia regular del segundo cuando no es posible el primero. En este sentido retomamos los principios y el modelo de racionalidad limitada, como explicación del procedimiento racional en la toma de decisiones.

Tres principios sustentan el enfoque de racionalidad limitada:

- 1) la atención secuencial a soluciones alternativas;
- 2) el uso de la heurística² y
- 3) satisfacción³

Bajo los principios mencionados un modelo de racionalidad limitada propone resolver un problema con los siguientes pasos o directrices:

- a) Establecer la meta o definir el problema a resolver;
- b) Establecer un adecuado nivel de aspiración;
- c) Emplear la heurística para reducir el espacio del problema a una alternativa;
- d) En caso de no identificar un alternativa, reducir el nivel de aspiración y comenzar una nueva búsqueda;
- e) Después de encontrar un alternativa viable, evaluarla para determinar su factibilidad;
- f) Si la alternativa es factible, implementar la solución, y
- g) Finalizada la ejecución, evaluar el esfuerzo con el que se alcanzó el objetivo y subir o bajar de nivel de aspiración inicial para ser usado en el futuro (Sharifi, 2004).

Hasta aquí hemos revisando algunos conceptos y definiciones que nos han ayudado a entender lo que

² Una regla que guía la búsqueda de alternativas.

³ Referente a las condiciones mínimas (criterios mínimos) que definen a una alternativa como satisfactoria.

implica un proceso de toma de decisiones y en este ejercicio, quedo clara la importancia en la definición del problema, como inicio en la búsqueda de su solución.

Haciendo énfasis en la importancia de la definición del problema Sharifi (2004), esquematiza el proceso de toma de decisiones (figura1), subdividiéndola en tres fases principales: fase de inteligencia, fase de diseño y fase de elección; las mismas que son confrontadas y validadas constantemente sobre la percepción de la realidad.

2.1. Diferencias entre soporte y/o apoyo a las decisiones

Aunque no de manera uniforme, al igual que una bola de nieve hemos visto como la tecnología se viene desarrollando con una velocidad y aceleración vertiginosa. Esto ha traído consigo mejoras constantes y cambiantes al entendimiento de la realidad que aportan a su vez a la generación de nueva información y tecnología. Esto nos ha obligado a construir herramientas en forma de métodos y/o tecnologías, que nos ayuden a manejar, entender y decidir sobre esta información, las cuales a su vez aportan también a la complejización del manejo de la misma. Estas herramientas son conocidas

también como *Sistemas de Apoyo a las Decisiones (SAD)* y *Sistemas de Soporte a las Decisiones (SSD)*.

Podemos definir a los SSD como instrumentos que tienen la capacidad de ingresar o acceder y procesar la amplia gama de información técnica afín a la toma de decisiones, capaces de estructurar nuevas formas de análisis para posibles estrategias, la utilización de recursos y sus implicaciones. Al mismo tiempo deben contar con la flexibilidad y facilidad, para que las herramientas o métodos del software sean accesibles, interactivos y de un entorno amigable para los usuarios. Estas capacidades deben ayudar en el avance de la construcción del proceso de toma de decisiones y suelen ser una clase de subsistema de la gestión de información de apoyo a analistas, planificadores y administradores en la toma de decisiones, especialmente útiles para problemas mal estructurados y no estructurados (Sharifi, 2004).

Una de las posibilidades que estas herramientas pueden incluir es la capacidad de generar modelos predictivos y proyectivos, brindando la posibilidad de analizar escenarios alternativos. Esto se hace usualmente utilizando “modelos normativos”, donde se puede prever un escenario basado en una teoría y

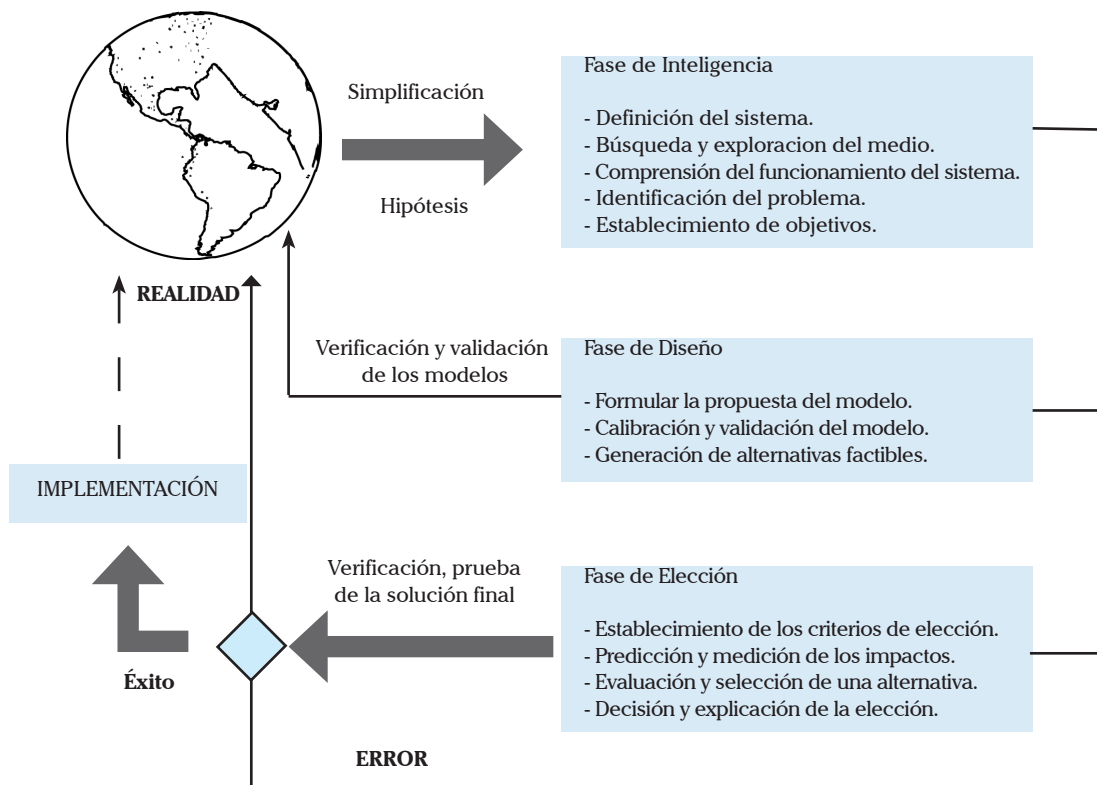


FIGURA 1. ESQUEMA DEL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES. EDICIÓN PERSONAL DE SHARIFI (2004).

usando “modelos descriptivos o de comportamiento” basados en el uso de técnicas estadísticas. En general, cuando estos sistemas ofrecen capacidades de análisis prescriptivo, éste se basa en la utilización de la lógica matemática, la estadística y conceptos de utilidad y probabilidad (Sharifi, 2004). Algunas técnicas adicionales que en la actualidad se están experimentando y empezando a usar con mayor frecuencia, son el empleo de redes neuronales y algoritmos genéticos.

Los SSD en la actualidad, con el avance de la tecnología de los procesadores, pueden animar y simular procesos dinámicos en algunos casos en tiempo real, facilitando la capacidad de respuesta de los tomadores de decisiones y el control del software por parte de los operadores. No obstante las funciones más comunes de un SSD fluctúan entre la recuperación, visualización de información, filtrado, reconocimiento de patrones, extrapolación, análisis multicriterio, técnicas de optimización, la inferencia y la comparación lógica de elaboración de modelos complejos (Sharifi, 2004).

Aunque son muchas las posibilidades de estos sistemas, es obvio que el empleo o no de las diferentes técnicas y metodologías como soporte a la toma de decisiones, está claramente condicionado a la complejidad del problema y del o de los tomadores de decisiones, pero enfocada siempre a facilitar la función de estos últimos “la toma de decisión”.

En cambio aquellas posibilidades técnicas y metodológicas, que en parte pueden ser las mismas de un SSD, que son usadas sobre todo en la fase de diseño y están orientadas al desarrollo de opciones y planes, son más bien parte de los Sistemas de Apoyo a las decisiones (SAD). Es decir que los SAD se dan en la fase en la que se construye (no necesariamente de forma lineal) la información y las posibles alternativas que servirán como insumos en la toma de decisiones. Finalmente, aquellos sistemas que integran capacidades para el apoyo y el soporte a las decisiones forman juntos lo que se conoce como Sistemas de Soporte de Decisión y Planificación Integrado (SSDPI) (Sharifi, 2004).

2.2. Los SIG como herramientas de soporte y/o apoyo a la toma de decisiones

Como confirma Gladstone (1999), los SIG son o pueden ser considerados como Sistemas de Soporte de Decisión y Planificación Integrado (SSDPI). Es decir que son herramientas de utilidad en parte o en la totalidad del

proceso de toma de decisiones (ver figura 2), que como esquematizamos anteriormente puede incluir la fase de inteligencia, diseño y elección. Pero particularmente el carácter espacial de la información con la que trabaja un SIG, hacen que estos sean llamados también Sistemas de Soporte de Decisión Espacial (SSDE) (Ascough, 2002).

Si bien el carácter espacial y de sistema integrado es algo consensuado dentro de las definiciones de los SIG, el diverso énfasis en sus funcionalidades, la diversidad y la diferente mezcla y especialización entre sus componentes y funciones hacen difícil definirlos fuera de esta perspectiva (Peña, 2002). Por lo tanto el uso diversificado de diferentes plataformas y productos SIG, suele ser una práctica muy extendida, haciéndose importante la interacción entre los mismos.

De hecho no podemos considerar a un SIG como un producto cerrado si no más bien un compuesto de elementos diversos: Ordenador, digitalizador, trazador gráfico, impresoras, y distintos programas computacionales orientados a una finalidad específica; aunque la tendencia, desde ya hace varios años, en algunos productos sobre todo los comerciales, es tratar de recoger todos estos productos bajo una misma estructura (Chuvieco, 2002).

2.3. Los SIG en las ciencias ambientales

El aporte de los SIG, en las ciencias ambientales está vinculado principalmente al tipo de información que éstos manejan y a la perspectiva de la realidad que nos proporcionan. Son estas dos propiedades las que nos han permitido hacer comparables en un mismo sistema (espacial) información de la más diversa naturaleza. Y aunque esto se hace efectivo en todas las aplicaciones SIG, en las ciencias ambientales toman más relevancia debido al carácter holístico e integrador de su objeto de estudio “El medio ambiente”.

La definición de ciencias ambientales de la Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia, la Educación y la Cultura (UNESCO), dice textualmente “El término ciencias ambientales implica más bien una orientación hacia la articulación de las ciencias naturales y sociales para abordar operacionalmente los *problemas de medio ambiente*” (UNESCO, 1989).

Tal vez, por esta compatibilidad entre los SIG y las ciencias ambientales es que en las últimas décadas se han usado tanto para este fin. Por ejemplo a nivel global y debido a su estrecha relación con la teledetección,

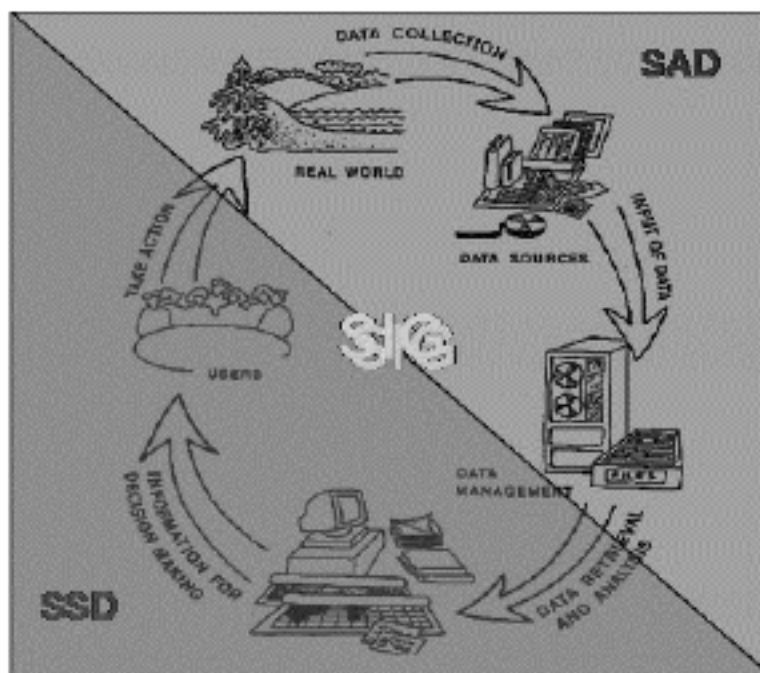


FIGURA 2: LOS SIG, COMO SISTEMAS DE APOYO Y/O SOPORTE EN LA TOMA DE DECISIONES

se han usado en el estudio del deterioro de la capa de ozono, los procesos de desertificación y el calentamiento global (Chuvieco, 2002). A nivel nacional, México incluye en su “Informe de la situación del medio ambiente en México”, subtítulos como vegetación y uso de suelo, suelos, biodiversidad, aprovechamiento de los recursos forestales, pesqueros y de vida silvestre; atmósfera, agua y residuos; información que no se podría abordar (menos a esta escala) sin la ayuda de los SIG (SEMARNAT, 2005).

A escala más detallada (regional y local) en México los ordenamientos ecológicos, la determinación de áreas naturales protegidas y los manejos forestales, son sin duda los ejemplos más representativos de la aplicación de los SIG en la planificación y el manejo de los recursos naturales. Tanta ha sido la relevancia y el uso de estos productos, que la formalización de su uso en la administración pública del territorio es algo ya establecido.

Sin embargo, las propias condiciones de esta herramienta traen consigo problemas y limitaciones de los cuales se menciona algunas que nos parecen importantes:

El uso extendido de los SIG, no necesariamente con un enfoque ambiental, suelen ser también generadores de problemas ambientales (incluye los sociales); su carácter territorial puede otorgar un alto grado de poder y por lo tanto un alto grado de vulnerabilidad; la alta dependencia a productos generados por

sensores remotos (teledetección), limita su acceso y disponibilidad a quien tiene poder adquisitivo, generalmente económico; su capacidad para representar la realidad puede dar una falsa sensación de seguridad; requiere siempre de soporte y conocimiento técnico; aunque facilitan, como interfase en el entendimiento de la información por los tomadores de decisiones, no suplen las necesidades de coordinación y manejo de grupos, especialmente aquellos de característica diversa como lo son los grupos de diferentes actores sociales y/o grupos multidisciplinarios, según sea el caso.

2.4. Importancia de la percepción e interpretación de la realidad

Es relevante diferenciar entre tomar decisiones y resolver problemas, puesto que la segunda hace más referencia a una etapa de gestión es decir ya después de haber sido aplicada una decisión (Sharifi, 2004). Esta diferencia es importante en la evaluación y retroalimentación del proceso de decisión final.

Un factor importante que puede limitar, condicionar o definitivamente ayudar en la toma de decisiones, es la percepción e interpretación de la realidad que los usuarios de los SIG tienen o conciben sobre el territorio de estudio o trabajo, más aún si está enfocado en un tópico ambiental. Esto por que en el proceso de toma de decisiones, es la constante confrontación

con la realidad lo que realmente valida una alternativa viable. Por lo tanto la percepción de la realidad desde un enfoque ambiental debe ser holística e integradora, tanto para los tomadores de decisiones, los diseñadores de las alternativas como para los capturadores de información.

Para cualquiera que participe en un proceso de toma de decisiones para resolver un problema ambiental, haciendo empleo de un SIG, será de mucha importancia el conocimiento que se tenga sobre el territorio en cuestión (en su definición más amplia), pero para aquel o aquellos que hagan de articuladores entre la realidad y los tomadores de decisiones, este conocimiento será aún más determinante.

Como el conocimiento en sí, está limitado por la formación, experiencia y especialización particular de cada individuo, resulta conveniente afrontar los problemas ambientales desde un enfoque multidisciplinario y participativo, lo que implica aumentar la correspondencia con la realidad, pero también la complejidad del consenso.

Hay otros dos aspectos que por creerlos sobreentendidos no se les da la debida atención. Y es que el compromiso ético con la resolución del problema y la garantía de la transparencia del proceso, son realmente los ejes fundamentales para el éxito del mismo, que no deben confundirse, con la diversidad de las diferentes aproximaciones científicas y técnicas o con la no correcta comprensión del problema a resolver. En esto juega un papel clave y determinante en quien o quienes coordinan, facilitan o intermedian en el proceso.

Esto último, no está disociado de los SIG, pues es donde también deben plasmarse los acuerdos y consensos, que forman parte de la comprensión e interpretación de la realidad expresada en la representación y en el acuerdo de los participantes del proceso.

2.5. El problema en las ciencias ambientales

Cuando observamos la forma en que se abordan los problemas ambientales, incluso si éstos son del mismo tipo o tienen casi el mismo nombre, nos encontramos con una panacea de técnicas, métodos, disciplinas, tiempos, insumos, valoraciones y por supuesto decisiones.

Esta condición peculiar en las ciencias ambientales, desarrollada por el aporte e influencia de diferentes campos del conocimiento, resulta problemática cuando

se trata de formalizarla (de manera consensuada) en el campo de investigación y sin confundirse y compararse con otros campos. En el aspecto formativo definir sus contenidos y competencias son prácticamente y naturalmente la expresión de la misma condición.

Las múltiples y diversas formas en la que se abordan los problemas ambientales, no quieren decir que carezcan de valor científico o de relevancia social. Sino que tal vez sólo responden a la naturaleza del problema “ambiental” y a los recursos disponibles para resolverlos. Y por lo tanto más que una debilidad, está podría ser la fortaleza y fundamento de las ciencias ambientales.

Trillo (1998), expresa textualmente esta preocupación de la siguiente manera: “No es fácil delimitar una materia tan compleja y «transdisciplinar» como son las «ciencias ambientales» en ningún ámbito o nivel educativo. En el espacio universitario hay ejemplos sobrados de las dificultades habidas, que en algunos casos han acabado por imposibilitar la configuración de los estudios en algunas universidades”. Pero también su análisis y trabajo propone un orden de contenidos en el campo de las ciencias ambientales, en donde casi de forma explícita enfatiza la relevancia de los “problemas ambientales” en el proceso formativo, poniendo a éstos como contenidos centrales del trabajo educativo, tal como se observa en la lista de la figura 3.

Aunque el orden propuesto por Trillo (1998) es contundente, no resuelve los fundamentos para elegir los parámetros y criterios para definir cuáles problemas ambientales o más bien “problemáticas ambientales”⁴ deben ser incorporadas en los contenidos de estudio. Sin embargo sugiere algunos ejemplos como: su ubicación en la escala local-global, su mayor relación con un tipo u otro de causalidad central (ligados al uso de los recursos, ligados a la ocupación o alteración de sistemas naturales o ligados a la producción de residuos), su mayor o menor complejidad causal, etc.

Paradójicamente nos encontramos frente a un problema de decisión, donde el problema es ¿Cuáles deberían ser las problemáticas ambientales, base de los contenidos en una formación ambiental? Si tuviéramos que elegir cual debiera ser el enfoque a utilizar, es muy probable, que tuviéramos que utilizar el enfoque de racionalidad limitada y definir consecuentemente los criterios, la heurística y el nivel de satisfacción esperado.

Reflexionando cuáles son los criterios para definir

⁴ El término problemáticas, agrupa y aborda de manera más amplia los tipos de problemas relacionados entre sí.

Propuesta de ordenación de los contenidos en ciencias ambientales.

- a) Contenidos que permiten orientar la metodología o didáctica mas recomendable para la materia.
- b) Contenidos capaces de proveer de un enfoque general y un <<núcleo duro>> conceptual a la materia.
- c) Contenidos que representen conceptos clave.
- d) Contenidos que son métodos o técnicas de diverso tipo.
- e) Contenidos centrales del trabajo educativo: los problemas ambientales.
- f) Contenidos que constituyen objetivos finales de carácter ético y social.

FIGURA 3: PROPUESTA DE ORDENACIÓN DE LOS CONTENIDOS EN CIENCIA AMBIENTALES, EXTRACTADO DE TRILLO (1998)

las problemáticas ambientales que deben incorporarse en un proceso de formación en ciencias ambientales, se puede recomendar como buen criterio aquellas problemáticas que se encuentren dentro de los ámbitos de acción de los sujetos de formación y su área de influencia. Esto puede estar bien fundamentado en la razón de servicio y atención de la entidad formativa con su entorno inmediato.

Por otro lado se cree que es importante recuperar la “ubicación en la escala local-global” de Trillo (1998), pero como parte de otro criterio de delimitación de la expresión y abordaje de la problemática, que priorice las aproximaciones en el orden que va de local hasta lo global.

En nuestro ejemplo hipotético, si continuara el ejercicio probablemente llegaríamos a una lista reducida de problemáticas ambientales, las cuales se evaluarían en principio con el nivel de satisfacción esperado por los tomadores de decisiones, y que luego de alcanzado este nivel se les evaluaría su factibilidad confrontándola con la realidad (por ejemplo, presupuesto, tiempo, cuerpo docente disponible, etc.), entrando en un ciclo hasta que el nivel de satisfacción y factibilidad coincidan. Si además pudiéramos espacializar las diferentes problemáticas ambientales, así como el área de influencia y los ámbitos de acción, bajo el empleo de un SIG, es posible que podríamos predecir donde serían los lugares más apropiados.

No podemos dejar de decir que a pesar de tratarse de un ejemplo y un ejercicio hipotético, estos criterios de elección de la problemática, tomados aquí como una preferencia (aunque fundamentada) más que como una aseveración teórica, influyen al menos parcialmente y de modo positivo en el deseable conocimiento del territorio, que el participante en un proceso de toma de decisiones

debería tener. Es decir se gana del conocimiento natural que el sujeto en formación tiene sobre su entorno.

Este ejemplo, aunque de modo indicativo, nos da una idea de cómo es posible seguir el enfoque de racionalidad limitada cuando se hace la definición adecuada del problema. Pero también nos surge una idea funcional de cómo en base a las problemáticas ambientales, se puede generar orden y control para la definición de los contenidos de las ciencias ambientales en la construcción de proceso formativo.

Al otorgar centralidad a las problemáticas ambientales en los contenidos dentro de este proceso formativo, podemos asumir que entre otros, los SIG pueden retomar esta centralidad para plantearlos en un ámbito formativo. Es decir “los SIG como herramienta para la toma de decisiones” se enseñarían a partir de su aplicabilidad a una problemática ambiental previamente definida.

Conclusiones

Los SIG como herramienta en la toma de decisiones pueden introducirse de manera adecuada en un proceso formativo dentro de las ciencias ambientales por medio de su aplicabilidad a una problemática ambiental.

Para que los SIG sean herramientas para la toma de decisiones éstos no sólo deben tener un uso instrumental sino también interpretativo. Podemos decir que como herramientas en la toma de decisiones, los SIG cumplen de manera general con los requerimientos tanto en el apoyo como en el soporte en la toma de decisiones, con más capacidades de resolver problemas estructurados en el primer caso y problemas mal y no estructurados en el segundo; recomendándose para el caso de las ciencias ambientales el enfoque de resolución de problemas de racionalidad limitada.

Aunque los SIG son herramientas que pueden ser usadas tanto en el apoyo como en el soporte en la toma de decisiones, no podemos decir que el conocimiento y manejo de los mismos es el mismo para ambos; siendo necesarias capacidades complementarias para su uso como soporte en la toma de decisiones. Algunas de estas capacidades complementarias, son las de poder trabajar en equipos multidisciplinarios, conocer métodos y técnicas participativas y contar con habilidades en la coordinación de grupos.

De manera especial, la capacidad de coordinar grupos multidisciplinarios y/o grupos de actores sociales, se plantea como un área que se acopla fuertemente con las posibilidades de una formación en ciencias ambientales, por el carácter multidisciplinario, holístico e integrador de las ciencias ambientales. Por su parte los SIG se plantean como herramientas adecuadas para este propósito.

La definición problemática ambiental, es al parecer la que mejor se plantea como base en el proceso de formación en ciencias ambientales, así como la definición del problema ambiental es medular en el proceso de toma de decisiones.

La confrontación constante con la realidad y el conocimiento del territorio como parte de éste, son junto a la ética profesional cualidades y principios deseados, que respaldan la calidad de un proceso en la toma de decisiones y el adecuado uso de los SIG, en el mismo.

Por último, a pesar de que la determinación de los problemas ambientales y las problemáticas ambientales, facilitan el proceso de toma de decisiones y formación en ciencias ambientales, no podemos olvidar el carácter emergente de los mismos y de la cualidad de las ciencias ambientales en la innovación y creatividad para afrontar un problema ambiental, innovación que será siempre la mejor herramienta para la resolución de problemas ambientales. 

Bibliografía

Ascough, J.

2002 Multicriteria Spatial Decision Support Systems: Overview, Applications, and Future Research Directions. Research Hydraulic Engineer and Associates.

Bocco, G.

2000 Ciencia, comunidades indígenas y manejo de recursos naturales – Un caso de investigación participativa. Nterciencia.

Chuvienco, E.

2002 Teledetección ambiental – La observación de la Tierra desde el espacio, Ariel.

Gladstone, B.

1999 Geological Hazards: Their assessment, avoidance and mitigation. E & FN Spon, London

Martin, F.

1985 Using ageographic information system for forest land mapping and magnament. Photogrametric Engineering and Remote Sensing.

Peña, L.

2008 Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio. Editorial Club Universitario.

SEMARNAT,

2005 Informe de la situación del medio ambiente en México – Compendio de Estadísticas Ambientales. Impreso en México.

Sharifi, A.

2004 Spatial Decisión Support Systems. Department of Urban Regional Planning and Geo-Information Management ITC.

Trillo, P.

1998 Por unas ciencias ambientales y unas ciencias de la tierra reflexiones críticas y propuestas para un debate. Debates.

UNESCO,

1989 Glosario de términos sobre medio ambiente. UNESCO.

M.G. Yuri Quiroz Ortuño

Universidad de la Sierra Juárez