

LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL APOYADA POR LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

*Juan Carlos Cuevas Tello¹
Nicolás Kemper Valverde²
Sachiko Chiriguchi Murayama²*

*¹ Facultad de Ingeniería,
Universidad Autónoma de San Luis Potosí,*

*² Laboratorio de Sistemas Inteligentes,
Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo
Tecnológico de la UNAM.,*

¹ Av. Dr. Manuel Nava #8 CP 78290, S.L.P., S.L.P.,
Tel/Fax (444) 8262330 al 39 ext. 121, cuevas@uaslp.mx
² Apartado Postal 70-470, Coyoacán, CP 04511, Mexico D.F.,
Tel. (55) 5622-8608, ext.119, Fax: (55) 5622-8653,
kemper@servidor.unam.mx



ANEA A.C.



80 AUTONOMÍA
AÑOS UNIVERSITARIA
1923 - 2003



RESUMEN

El medio ambiente tiene un efecto muy importante en la salud pública. Haciendo una correcta evaluación de impacto ambiental (EIA) de las acciones del hombre sobre el ambiente, ayudará a preservar la salud pública del posible daño de éstas acciones. Además que nos ayuda a preservar la biodiversidad en las especies que hay en nuestro planeta.

Por su misma naturaleza, las ciencias ambientales tratan sobre sistemas complejos, donde la predicción de impactos ambientales es difícil por las dificultades técnicas para llevarla a cabo.

De ahí la necesidad de emplear herramientas de cómputo (software) para realizar EIA, en lo que se refiere a la identificación y evaluación (cualitativa y cuantitativa) de impactos así como en el manejo de acciones mitigadoras.

Dichas herramientas emplean Inteligencia Artificial, específicamente Sistemas Expertos, que conjuntamente con un Sistema Manejador de Bases de Datos (SMBD) nos permite manipular el volumen de información que se requiere durante la EIA, teniendo como resultado una metodología amigable (en software) para llevar a cabo una EIA de una forma eficiente y de gran ayuda para poder satisfacer las políticas ambientales, donde el contenido técnico es suficiente para que autoridades (de cualquier país) acepten o rechacen un proyecto, dado que se elimina la subjetividad de la evaluación. Es importante resaltar que la estructura de éstas permite aumentar las bases de datos y módulos expertos por tipo de impacto. Es decir, que no está limitado a un proyecto ambiental en particular ni de algún tipo y mucho menos a un medio ambiente dado.

Por lo anterior resulta de vital importancia el conocimiento y manejo de las herramientas de cómputo mencionadas, en la formación técnica y profesional de ambientalistas. Así mismo la incorporación de las Ciencias de la Computación en el estudio del Medio Ambiente.

INTRODUCCIÓN

El medio ambiente tiene un efecto muy importante en la salud pública. Haciendo una correcta evaluación de impacto ambiental de las acciones del hombre sobre el ambiente, ayudará a preservar la salud pública del posible daño de éstas acciones [1]. Además que nos ayuda a preservar la biodiversidad en las especies que hay en nuestro planeta.

Por su misma naturaleza, las ciencias ambientales tratan sobre sistemas complejos, con comportamiento matemático no lineal y una gran cantidad de

variables, donde la predicción de impactos ambientales con exactitud se hace difícil, sino imposible, en muchos casos [2].

De aquí surge la necesidad de unificar las ciencias ambientales a otras ciencias para poder modelar sistemas complejos y resolver los problemas alrededor de estos sistemas. Actualmente se habla de técnicas como la simulación por escenarios, simulación no numérica, sistemas de información geográfica acoplados a modelos probabilísticos y **técnicas de inteligencia artificial** entre otras; que ayudan a poner en contexto y analizar grandes cantidades de datos que hace unos años hubieran sido considerados confusos, subjetivos, no cuantitativos y básicamente no apropiados para la predicción exacta y rigurosa [1].

Actualmente las evaluaciones de impacto ambiental, específicamente en nuestro país, se realizan a papel y lápiz por decirlo de alguna manera, dado que solo utilizan los equipos de cómputo para darles presentación a su trabajo (documento) o bien para hacer algunas simulaciones utilizando algunos modelos que se aplican en el área ambiental.

El tiempo promedio para realizar una evaluación de impacto ambiental es de dos a tres meses, según la complejidad del proyecto, esto nos da una idea de lo laborioso que es realizar un estudio de este tipo. Ahora si sumamos el tiempo que requieren las autoridades para revisar la evaluación para poder dar un veredicto (se acepta o no) que es en promedio una semana, donde la cota mínima es un día y la cota máxima es de hasta 6 años (datos dados por gente que trabaja en el INE).

¿Por qué tanto tiempo? Son muchas las razones que se pueden citar para responder a ésta pregunta algunas de ellas se deben a la complejidad para recopilar información ambiental de la zona donde se encuentra el proyecto y que muchas de las veces no se emplea cuando se evalúan los impactos ambientales. Pero la razón principal es que la persona que realiza la evaluación tiene su propia metodología para llevarla a cabo y las autoridades encargadas de revisarla tiene otra.

1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un procedimiento jurídico-administrativo que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un **proyecto** o una actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos, todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las distintas Administraciones Públicas competentes.

Por medio ambiente se entiende como el entorno vital; el conjunto de factores físicos, naturales, sociales, culturales, económicos y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la comunidad en la que vive, determinando su forma, carácter, relación y supervivencia [3].

Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración favorable o desfavorable en el medio ambiente o en alguno de sus componentes, esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales.

1.1. Origen

La EIA surge de la necesidad de cuidar la naturaleza del paso del desarrollo tecnológico del hombre, que sin duda alguna la existencia de esta preocupación ha estado desde mucho tiempo atrás. Sin embargo la primera ley en este ámbito se remonta al año de 1969 en los Estados Unidos (USA) cuando surge la NEPA (National Environmental Policy Act).

Posterior a la NEPA empezaron a surgir diferentes procedimientos para realizar EIA en países industrializados como: Canadá (1973), Australia (1974) y Japón (1984) principalmente.

En México la EIA surge como parte de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en el año de 1985 publicada en el diario oficial de la federación.

1.2. Desarrollo de una EIA

Para desarrollar una EIA es necesario saber si la EIA es de competencia Federal, Estatal o Municipal; para esto se recurre a la LGEEPA donde especifica las condiciones en las que se debe encontrar el proyecto para dictaminar la competencia del mismo.

El documento que contiene la EIA se le conoce como manifestación de impacto ambiental.

Independientemente del formato requerido para presentar una manifestación de impacto ambiental, dado que con el tiempo está cambiando su estructura. Así como sin importar la competencia del proyecto (federal, estatal o municipal). La parte medular del desarrollo de la EIA puede describirse en los siguientes pasos:

Primero: para el tipo de proyecto a evaluar y la ubicación geográfica del proyecto, es importante saber si la zona donde se piensa desarrollar el proyecto es una zona protegida o no. Las zonas protegidas (legisladas) a nivel federal están determinadas por el INE (Instituto Nacional de Ecología, <http://www.ine.gob.mx/>),

además los gobiernos estatales y municipales tienen la facultad para decretar un área natural protegida dentro de las áreas de su competencia. Por otro lado la CONABIO (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, <http://www.conabio.gob.mx>) determina aquellas áreas prioritarias para su conservación (no legisla), independientemente de si el área es de competencia federal, estatal o municipal.

Segundo: determinar y describir los factores ambientales (físicos, biológicos y socioeconómicos) que describen el ambiente. Sin embargo aquí se pueden describir factores que no se verían impactados o bien se omitirían factores que posiblemente pueden sufrir algún impacto. Si bien el objetivo de la manifestación de la EIA, según la DGOEIA es cuantificar los impactos ambientales y encontrar las medidas para disminuir los impactos. Lo conveniente sería describir los factores ambientales que pueden ser impactados por el proyecto, directamente e indirectamente.

Tercero: en este paso lo que se hace es la evaluación e interpretación de los impactos ambientales, sobre los factores ambientales identificados en el paso anterior. Esta etapa es la medular dentro de la EIA y que sin embargo no existe una metodología determinada por las autoridades quienes se encargan de realizar las revisiones de las manifestaciones de impacto ambiental. Por tal motivo el llevar a cabo y presentar la evaluación de impactos es muy personal e inclusive la valoración de impactos se vuelve subjetiva. Aún que en la actualidad existe una gran cantidad de técnicas y métodos para realizar la evaluación de impactos [3], se pueden mencionar: matrices de causa efecto (Leopold), CNYRPAB, Bereano, Sonrensen, Holmes, Hill-Schechter, Batelle-Columbus, etc. etc. Además que existe una buena cantidad de metodologías que combinan métodos existentes o sugieren nuevos métodos.

Cuarto: es determinar las medidas de mitigación para los impactos ambientales. El determinar las medidas de mitigación se hace para aquellos impactos que sobrepasan las normas existentes que rigen los factores ambientales o bien para disminuir el impacto ambiental sobre los factores ambientales más afectados. Aunque la mayoría de los factores ambientales no tienen normas, es común determinar una unidad de medida para los factores ambientales a juicio de uno o varios expertos en el área (basándose en experiencia previa) con el fin de poder determinar los escenarios (interpretación) del factor ambiental impactado con y sin la(s) medida(s) de mitigación, que de una forma u otra involucra hacer una evaluación de la(s) medida(s).

Una vez realizados estos pasos, podemos decir que se ha hecho la parte fundamental de una EIA, lo demás es básicamente la forma de presentar la manifestación a las autoridades para que den el veredicto del estudio realizado (es decir si es viable o no).

Lo que se refiere al veredicto de la implantación de un proyecto, tiene que ver con la forma en que se presente la manifestación de impacto ambiental. En la actualidad se dan casos en donde algunas de las empresas consultoras contratadas para realizar los estudios de EIA inventan datos e incluso no visitan el lugar donde se efectuará el proyecto, y que resulta difícil detectar estos casos por la gran cantidad de información que tienen que analizar las autoridades y tal vez la falta de presupuesto para poder visitar los sitios donde se realizan cada uno de los proyectos a evaluar. Siendo así que muchas veces el veredicto de un proyecto se basa en supuestos datos y juicio (o intuición) de las autoridades. Estas son algunas de las problemáticas que se discuten a menudo entorno a las EIA por gente involucrada en el área [2].

1.3. Metodologías a seguir

Existen más de 70 metodologías y sólo se han utilizado alrededor de 15 [4]. Donde la mayoría hacen una evaluación cualitativa. Siendo las más comunes y usadas: Listas de chequeo, matrices de Leopold, redes de interacción, juicio de expertos, comparación de escenarios, modelos conceptuales, encuestas, etc. [3].

Las dependencias gubernamentales no especifican una metodología. Por tal motivo las evaluaciones se vuelven subjetivas y en algunos casos carecen de veracidad.

2. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EIA

El uso de sistemas de computo que integren tecnologías de la información con Inteligencia Artificial permite realizar evaluaciones de impacto ambiental de una forma más eficiente donde el usuario solo tiene que alimentar al sistema datos fundamentales del proyecto y del medio ambiente implicado, obteniendo rápidamente las evaluaciones de impacto ambiental requeridas. Se puede notar que el tiempo promedio requerido para recopilar esta información es mucho menor al tiempo requerido para realizar toda una evaluación de impacto ambiental [5].

Además que el hecho de tener disponible éstas tecnologías a personas que realizan y revisan la evaluación de impacto ambiental, permite hablar el mismo lenguaje. Ayudando enormemente a reducir el tiempo requerido para dar la resolución de un proyecto.

El criterio con que son evaluados los impactos ambientales son subjetivos, haciendo esto difícil de comprender los resultados de la evaluación a aquellas personas ajenas a quienes realizaron la evaluación.

El hecho de emplear un sistema basado en conocimiento (Sistema Experto) por sus características nos permite saber las causas por las que se determinó un valor

(o respuesta), esto por que nosotros tenemos clara la estructura del conocimiento que se utiliza (base de conocimientos) así como la forma en que razona (método de razonamiento o inferencia). Cosa que no se puede hacer con humanos cuando nos dan una respuesta a un problema, esto por que muchas veces existe lo que llamamos sentido común.

Realizar la predicción cuantificada de la magnitud de impactos es una tarea que debe ser desarrollada por especialistas en el factor ambiental que se está evaluando. De aquí la factibilidad de emplear un sistema basado en conocimiento (Sistema Experto) para capturar el conocimiento necesario con diferentes especialistas en los diversos factores ambientales con los que se encuentra durante una evaluación para poder determinar la magnitud de los impactos.

Como apoyo al sistema basado en conocimiento se debe de contar con un manejador de bases de datos (herramienta para construir un sistema de información) de tal forma que se pueden extraer un sin fin de reportes de la información alimentada por el usuario, por ejemplo para un proyecto: impacto ambiental desglosado por fases (construcción, operación y desalojo), factores ambientales con mayor impacto por fase o por tipo de medio ambiente (aire, agua, etc.), acciones que causan mayor impacto (clasificadas de diferentes formas), etc. etc.

Esto es de gran ayuda para dar el seguimiento a los proyectos, como para determinar las medidas de mitigación para los impactos ambientales.

Otra característica importante es una interfaz fácil de manejar con simples menús y botones que agilizan su empleo. Evitando que el usuario tenga que recibir cursos de capacitación de muchas horas [5].

En el mundo se han hecho algunos esfuerzos para tener herramientas que permitan automatizar de cierta manera el proceso de EIA. Entre los que destacan se tiene:

- Modelos (matemáticos) para evaluar impactos (p. Ej. dispersión de contaminantes del aire).
- USV, EXDAMS y JESEIA Sistemas expertos desarrollados en Malasia. 1994 [6], [7].
- Calix, ESSA Co. Canadá , 1997.
- EEIA (An Expert System for Environmental Impact Evaluation) 1996, IEEE [1].

- SEGARE, 1998 IIE (Instituto de Investigaciones Eléctricas), SAD (Sistema de apoyo a Decisiones) [8].
- SI-EIA, UNAM, 2001 [5].

3. LA INCORPORACIÓN DE LAS CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN COMO PARTE DE LAS CIENCIAS AMBIENTALES

Esta incorporación de las Ciencias de la Computación como parte de las Ciencias Ambientales se debe de dar a varios niveles.

Primeramente en la formación técnica y profesional de quienes trabajan fuertemente con evaluación y predicción ambiental, ésta puede darse añadiendo cursos relacionados con las Ciencias de la Computación: Uso y Manejo de Bases de Datos, Herramientas de Optimización, Modelación Computacional, Empleo de Sistemas Expertos principalmente. También se puede dar a través de diplomados, seminarios y congresos.

Por otro lado se puede dar a través de proyectos de investigación multidisciplinarios y cursos a nivel posgrado, donde participe personal formado en el área de la computación.

Y finalmente la incorporación de personal formado en computación (de carrera) en los departamentos relacionados al estudio del medio ambiente a nivel municipal, estatal y federal.

CONCLUSIONES

Las Ciencias de la Computación y las Técnicas de la Inteligencia Artificial, resultan herramientas efectivas para el proceso de evaluación de impactos ambientales y poder satisfacer las políticas ambientales, donde el contenido técnico de la evaluación es suficiente para que las autoridades (aplicable a cualquier país) acepten o rechacen un proyecto.

Hay mucho trabajo por hacer en lo que se refiere a la resolución de problemas ambientales. Específicamente en lo que se refiere a impacto ambiental, es la falta de indicadores para poder realizar la evaluación cuantitativa de impactos. Por que muchas de las veces se sabe que hay un impacto ambiental pero resulta difícil cuantificarlo, aquí se requiere de un gran esfuerzo por parte de autoridades ambientales y gente involucrada para llevar a cabo esta tarea.

Queda como un reto para las ciencias ambientales ligar sistemas de evaluación ambiental (inteligentes) a sistemas de información geográfica (conocidos por sus siglas en inglés, GIS). De tal forma que para hacer la evaluación de impactos se

alimente la ubicación geográfica del proyecto y sus acciones (actividades), y el sistema automáticamente detecte la zona donde se encuentre y de un listado de impactos ambientales evaluados cualitativa y cuantitativamente, así como también proporcione recomendaciones de medidas de mitigación para enfrentar los impactos encontrados. Lo anterior, tecnológicamente es posible y se cuenta con personal capacitado en México, sólo se requiere del soporte y apoyo por parte de autoridades responsables del medio ambiente a este tipo de proyectos.

REFERENCIAS

- [1] Pazos A. Santos A., *EEIE: An Expert System For Environmental Impact Evaluation*, Laboratory for Biomedical Applications of Artificial Intelligence, Department of Computer Science. IEEE 1993.
- [2] Ezcurra E., *Las manifestaciones de impacto ambiental. Un análisis crítico*. Reporte Técnico, Centro de Ecología. UNAM.
- [3] Conesa Fernandez V., *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*, Vítora, España, 1993.
- [4] Ibarra Pérez H., *Impacto ambiental de las obras hidrológicas, trabajo de seminario*, Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán, UNAM, México, 1997.
- [5] Cuevas Tello J.C., *Sistema Inteligente para realizar Evaluaciones de Impacto Ambiental*, Tesis de maestría del Posgrado en Ciencias e Ingeniería de la Computación, UNAM, México, 2001.
- [6] Abdalla Elsadig A., Mohamed D., *“EXDAMS: Expert Database Management System for Environmental Impact Assessment”*, Application of Advanced Information Technologies, University Putra, Malaysia pp 309-316.
- [7] Moneef Mohammad J., Mohamed D., *“JESEIA: a Knowledge Based Expert System for Environmental Impact Assessment using CLIPS”*, Application of Advanced Information Technologies, Faculty of Engineering, University Putra Malaysia pp 317-320.
- [8] Mendoza P. R., Morris Schwarzblat, *“SEGARE: Un sistema experto para la generación automática de Resoluciones de Manifestaciones de Impacto Ambiental”*, Boletín IIE, Julio/Agosto 1997, p.p. 170-174, México.
- [9] Bojórquez Tapia L.A., Ofelia García, *“An approach for evaluating EIA’s Deficiencies of EIA in México”*, México, 1998.

Este texto forma parte de la Memoria del



I Foro Nacional sobre la Incorporación de la Perspectiva Ambiental en la Formación Técnica y Profesional
9 al 13 de junio de 2003, San Luis Potosí, S.L.P., México
Sede: Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Programa y resúmenes disponible en:
<http://ambiental.uaslp.mx/foroslp/>

I N S T I T U C I O N E S C O N V O C A N T E S Y P A T R O C I N A D O R A S :

Agenda Ambiental de la [UASLP](#); Consorcio Mexicano de Programas Ambientales Universitarios para el Desarrollo Sustentable ([Complexus](#)); Programa Institucional de Medio Ambiente de la [Universidad de Guanajuato](#); Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior ([ANUIES](#)); Centro de Estudios sobre la Universidad de la Universidad Nacional Autónoma de México ([CESU-UNAM](#)); Secretaría de Educación Pública a través de las Subsecretarías de Educación Superior e Investigación Científica ([SEP-SESIC](#)) y de Educación e Investigación Tecnológica (SEIT); Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales ([SEMARNAT](#)) a través del Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable ([CECADESU](#)) y de la [Delegación Federal](#) de la Semarnat en SLP; Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental ([SEGAM](#)) del Gobierno del Estado de SLP; Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través del Sistema Regional de Investigación Miguel Hidalgo ([Conacyt-SIGHO](#)); Asociación Nacional de Autoridades Ambientales Estatales (ANAAE); Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica ([CIIDET](#)); Academia Nacional de Educación Ambiental ([ANEA, A.C.](#)); y Comisión de Educación y Comunicación (Mesoamérica) de la Unión Mundial para la Naturaleza ([CEC-UICN](#))