

Revista Internacional de

# Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo

año 2008 nº3



Càtedra UNESCO de Sostenibilitat



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

mail: [sth@catunesco.upc.edu](mailto:sth@catunesco.upc.edu) web: [www.catunesco.upc.edu](http://www.catunesco.upc.edu)

*Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo.*

Dirección:

Consejo de Redacción. Càtedra UNESCO de Sostenibilidad. Universitat Politècnica de Catalunya.

Edifici "L'Escola Industrial de Terrassa"

C/. Colom, 1

08222 Terrassa

Espanya

Tel: +34 93 739 80 50

Fax: +34 93 739 80 32

E-mail: [sth@catunesco.upc.edu](mailto:sth@catunesco.upc.edu)

<http://www.catunesco.upc.edu>

Producción y diseño: Ana Andrés y Jordi Bofill.

Copyright:

Càtedra UNESCO de Sostenibilidad de la Universitat Politècnica de Catalunya.

Esta obra está sujeta a la licencia Creative Commons:

Licencia Reconocimiento-No comercial-SinObraDerivada 3.0 Genèrica.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/deed.es>

## **Editor**

Juan Carlos Aguado. Profesor de la Cátedra UNESCO de Sostenibilidad. Universitat Politècnica de Catalunya. España.

## **Consejo asesor Internacional**

Josep Maria Baldasano. Universitat Politècnica de Catalunya. España.  
Martí Boada. Universitat Autònoma de Barcelona. España.  
Flavio Comim. University of Cambridge. Gran Bretaña.  
Ernest Garcia. Universitat de València. España.  
Sergio Guevara. Instituto de Ecología A.C. México.  
Javier Martínez Peinado. Universitat de Barcelona. España.  
Karen Mulder. Delft University of Technology. Holanda.  
Maria Novo. Universidad Nacional de Educación a Distancia. España.  
Juan Jesús Pérez González. Universitat Politècnica de Catalunya. España.  
Luz Stella Velasques Universidad Nacional de Colombia. Colombia.  
Arcadi Oliveras. Universitat Autònoma de Barcelona. España.  
Gustavo Perrusquia. Chalmers University of Technology. Suecia.  
Ruben Pesci. Foro Latinoamericano de Ciencias Ambientales. Argentina.

## **Comité de redacción**

Xavier Alvarez. Universitat Politècnica de Catalunya. España.  
Miquel Barceló. Universitat Politècnica de Catalunya. España.  
Marcel Cano. Universitat de Barcelona. España.  
Enric Carrera. Universitat Politècnica de Catalunya. España.  
Diana Cayuela. Universitat Politècnica de Catalunya. España.  
Jaume Cendra. Universitat Politècnica de Catalunya. España.  
Gemma Cervantes. Universitat Politècnica de Catalunya. España.  
Albert Cuchi. Universitat Politècnica de Catalunya. España.  
Dídac Ferrer. Universitat Politècnica de Catalunya. España.  
José Juan de Felipe Blanch. Universitat Politècnica de Catalunya. España.  
Joan Garcia. Universitat Politècnica de Catalunya. España.  
Guillermo Lusa. Universitat Politècnica de Catalunya. España.  
Jordi Morató. Universitat Politècnica de Catalunya. España.  
Ramon Sans. Universitat Politècnica de Catalunya. España.  
Andri Stahel. Colaborador Cátedra UNESCO de Sostenibilidad. UPC. España.  
Carlos Welsh. Investigador del Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad Veracruzana. México.



## Contenido

### Introducción

J.C. Aguado.....vii

### Medición de la gestión del riesgo en América Latina

O. Cardona.....1

### Diseño de un modelo para el análisis de la sostenibilidad en la Cuenca Hidrográfica del río Caroní en la Guayana Venezolana

J. Paolini.....21

### Avances en la Gestión Integral del Agua Lluvia (GIALL): Contribuciones al consumo sostenible del agua, el caso de “Lluviatl” en México

M. Pacheco.....39

### Procesos sociales y Desarrollo Sostenible: Un ámbito de aplicación para el análisis de redes sociales complejas

S. Lozano.....59

### Needs Assessment and Technology Assessment: Crucial Steps in Technology Transfer to Developing Countries

K. Kebede y K. Mulder.....85

### Urbanismo Ecológico, ¿sueño o pesadilla?

F. Gaja.....105

### Human-Centred Design: sustainable ideas and scenarios for the development of projects and products based on knowledge and human abilities


M.A. Sbordone.....127

### The second Copernican revolution in the Anthropocene: an overview

I. Ayestaran.....145



## Introducción

<p>Juan Carlos Aguado Editor Doctor en Informática Profesor Titular de Ingeniería de Sistemas y Automática Profesor de la Cátedra UNESCO de Sostenibilidad Universitat Politècnica de Catalunya</p>	
---	--

Presentamos el tercer número de la Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo, correspondiente al año 2008, un año marcado por una crisis global, primero alimentaria y de materias primas, luego financiera y finalmente de confianza. Todas las crisis son necesidad de cambio y lo mejor que puede salir de la actual es que todos comprendamos que no podemos seguir viviendo en la insostenibilidad.

Nuestro nuevo número recopila ocho artículos, cinco en castellano y tres en inglés. En la contribución firmada por Omar Darío Cardona, el autor nos presenta un sistema de indicadores aplicado en la última década para cuantificar hasta qué punto diferentes países de América Latina han establecido políticas eficientes de prevención y reparación de desastres, lo que se conoce como sistemas de gestión de riesgo. Sin duda un hecho poco conocido para la mayoría de nuestros lectores y de gran importancia para el futuro.

El artículo de Jorge Paolini realiza un estudio muy concreto de la posible evolución ambiental y social de la cuenca de un río de la Guayana venezolana, desarrolla un modelo sobre los datos reales disponibles y elabora diferentes proyecciones de su futuro. Los riesgos fundamentales que identifica son el aumento de la explotación minera y la falta de asistencia sanitaria para la población indígena, que deben ser corregidos para avanzar hacia su sostenibilidad.

También Margarita Pacheco nos presenta, dentro de un marco general, ejemplos muy concretos, en este caso de buenas prácticas de aprovechamiento del agua de lluvia (a menudo llamada agua lluvia) y su relación con las estructuras sociales locales. Para un futuro sostenible, estas

realidades locales deben integrarse en un esfuerzo global.

A continuación Sergi Lozano nos presenta una herramienta novedosa en el campo del Desarrollo Sostenible, el estudio (y simulación) de redes sociales. Tenemos muy claro que para avanzar hacia la sostenibilidad es imprescindible preocuparnos por la fortaleza y riqueza de las relaciones sociales, y que cuando éstas fallan la sociedad en su conjunto se colapsará pero ¿cómo cuantificarlas? ¿Cómo justificar numéricamente que un tipo de actitudes sociales y de intercambio de información harán que un grupo de gente se desenvuelva mejor en un contexto que otro? Sergi Lozano nos presenta algunas respuestas, que como buenas respuestas científicas deben plantearnos muchas nuevas preguntas.

Kassahun Yimer Kebede y Karel Mulder contribuyen (en inglés) con un punto de vista desgraciadamente aún poco explorado: el de los países receptores de ayuda tecnológica o humanitaria, y la imprescindible evaluación previa de sus necesidades y circunstancias antes de elegir qué tipo de ayuda y cómo administrarla. El olvido de esta fase puede agravar, como por desgracia ha ocurrido, la situación en países a los que se pretendía ayudar, destruyendo sus redes sociales, económicas y productivas.

A continuación tenemos dos reflexiones desde el mundo de la arquitectura. La primera de ellas, firmada por Fernando Gaja, se plantea tanto desde una perspectiva local (Valencia, España) como global los excesos urbanísticos cometidos y sus posibles y necesarias soluciones. En la segunda, Maria Antonietta Sbordone (en inglés) nos recuerda que cualquier diseño racional debe centrarse en las necesidades del usuario, y cómo esa implicación debe integrarse en todo el ciclo de vida de cualquier producto. Por supuesto esta filosofía no se reduce a la arquitectura pero probablemente todos conocemos edificios donde se prefirió sacrificar, por ejemplo, una salida necesaria de humos a la estética general.

Para acabar, Francisco Ayestarán (también en inglés), nos lleva al campo filosófico, pasando revista a las ideas principales de Crutzen, Schellnhuber, Jonas y Yang, así como al informe GEO-4 que reflexiona sobre el desarrollo y el estado ambiental del mundo veinte años después del famoso Informe Brundtland. En estos años se ha hecho todavía más evidente que el mundo en que vivimos, para bien y para mal, es cada vez más una creación humana en lugar del fruto de un proceso natural. Vivimos por tanto en una nueva época que podríamos llamar el período Antropoceno. La responsabilidad, en consecuencia, también nos pertenece, debemos ser capaces de aprender y de actuar éticamente.

El gran filósofo chino Confucio (Kǒn fūzǐ) hace nada menos que dos mil quinientos años insistía en que tanto la reflexión sin estudio como el estudio sin reflexión son inútiles. Desde una revista que pretende acercarnos a la sostenibilidad uniendo ingeniería, arquitectura, filosofía y humanismo como la nuestra debemos añadir algunas etapas más: estudio, reflexión, diálogo y experimentación. Y vuelta a empezar. Siempre vuelta a empezar.



## Medición de la gestión del riesgo en América Latina

**Omar Darío Cardona Arboleda**

Profesor Asociado, Instituto de Estudios Ambientales -IDEA, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. [odcardonaa@unal.edu.co](mailto:odcardonaa@unal.edu.co)

Miembro de la Red Latinoamericana de Estudios Ambientales Urbanos

### Resumen

El paradigma de la gestión integral del riesgo y su enfoque conceptual –económico, social y ambiental– que lo subyace, han evolucionado desde el punto de vista teórico de una manera notable en la última década. En particular, el aporte de la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (La RED) y de un amplio número de investigadores de la región –que ha abordado la temática de los desastres desde la perspectiva del desarrollo– ha planteado la necesidad de superar los enfoques asistencialistas o puramente tecnocráticos, sobre los cuales, la gestión se ha desarrollado en el pasado, para lograr un avance real en la temática, en el contexto del subdesarrollo. Esta nueva visión, aunque de manera diferencial e incipiente, ha sido adoptada por los países de la región de América Latina y el Caribe, convirtiéndose, en algunos casos, en una nueva política de desarrollo y en tema de especial interés para los organismos multilaterales, como el BID, el Banco Mundial y las agencias de Naciones Unidas. El Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, formuló recientemente un Sistema de Indicadores de Riesgo y Gestión del Riesgo para las Américas, con el apoyo del BID, con el fin de iniciar un monitoreo de la gestión del riesgo en la región. Este sistema incluyó entre sus indicadores el Índice de Gestión del Riesgo (IGR), mediante el cual se hizo una primera “medición” del desempeño y la efectividad de la gestión del riesgo, subdividiendo dicha gestión en cuatro componentes o líneas de acción. Este documento presenta algunas reflexiones sobre el tema y los resultados obtenidos del IGR para América Latina y el Caribe.

**Descriptor:** Gestión del riesgo, vulnerabilidad, desastre, riesgo, pérdidas.

\* \* \*

**Title:** Measuring the risk management in Latin America

**Abstract:** The paradigm of integrated risk management and its economic, social and environmental framework have had a remarkable evolution from theoretical point of view in the last decade. Particularly, the contribution of the Network for Social Studies on Disaster Prevention in Latin America (La RED) and from a large number of researchers in the region –that have addressed the issue of disaster from the perspective of development– have to pose the need to overcome the purely humanitarian and technocratic approaches, on which management has been developed in the past, in order to achieve real progress in the context of developing countries. This new vision, even if differential and incipient, has been adopted by the countries of Latin America and the Caribbean, becoming in some cases a new development policy and a subject of particular interest for multilateral agencies, as the IDB, the World Bank and UN agencies. The Institute for Environmental Studies (IDEA) of the National University of Colombia, Manizales, recently made a System of Indicators of Disaster Risk and Risk Management for the Americas, with the support of the IDB, in order to initiate a monitoring of risk management in the region. This system included among other indicators the Risk Management Index (RMI), which made a first "measurement" of the performance and the effectiveness of risk management, addressing four subcomponents or courses of action. This document presents some reflections on the subject and the results of the RMI for Latin America and the Caribbean.

**Keywords:** Risk management, vulnerability, disaster, risk, losses.

## **1 El desastre: una construcción social**

La situación ambiental de las ciudades está directamente relacionada con los problemas que conlleva el acelerado proceso de urbanización a través de la historia. El proceso del desarrollo y urbanización para el cual los países industrializados necesitaron muchos años, se efectúa en los países en desarrollo en un lapso de tiempo mucho más corto, con características completamente diferentes. Este proceso comienza en forma notoria a partir de los años treinta y se acentúa en las décadas de los años cincuenta y sesenta, siendo su fenómeno más marcado el acelerado crecimiento demográfico y urbano generado por el proceso de industrialización a partir de la crisis mundial de los años treinta y la migración desde las zonas rurales hacia los centros urbanos. Las consecuencias del proceso en los países en desarrollo, tanto en lo social como en lo económico, son bien conocidas: desempleo, alto déficit de vivienda, carencia de servicios públicos y sociales, economía informal, violencia social, aumento de la vulnerabilidad ante fenómenos naturales y disminución de la calidad de vida.

En la evaluación de los riesgos urbanos, es claro que muchas ciudades están construidas sobre, o contienen, sitios propensos a desastres debido a tres razones principales: Primera, las ciudades se

fundaron en lugares peligrosos porque en esa época las ventajas del sitio se apreciaron más que sus posibles riesgos. El desarrollo inicial de muchas ciudades en valles con ríos o deltas propensos a inundarse se vinculaba a la disponibilidad de agua o tierra fértil. Muchas ciudades también se establecieron en las costas o cerca de los ríos debido a la importancia económica, política y militar de los puertos y el transporte acuático. Segunda, el desarrollo de las ciudades no estaba conducido por una cultura de gestión de riesgos. La construcción de cualquier ciudad involucra modificaciones masivas del sitio natural, usualmente sin medidas que minimicen el riesgo. La explotación de los bosques y suelos para alimentos, leña y otros materiales, trastornan con frecuencia el régimen de las cuencas. La exposición de los suelos para la construcción ocasiona la erosión, incrementando las cargas de sedimentos que bloquean los drenajes, colmatan el cauce de los ríos y aumentan las inundaciones. La expansión de áreas para construir incrementa los deslizamientos. A menudo, las medidas capaces de reducir todos estos riesgos, se ejecutan de manera inadecuada o no se llevan a cabo. Tercera, las ciudades traspasaron lo que originalmente fueron sitios relativamente seguros. Muchas de las ciudades se fundaron siglos atrás en sitios que originalmente eran seguros y convenientes. Cuando estas ciudades eran relativamente pequeñas, no había necesidad de un desarrollo urbano en sitios peligrosos. Conforme éstas crecieron, la población no pudo ser ubicada en áreas seguras, o bien todos los sitios seguros se volvieron muy costosos para los grupos de bajos ingresos.

La categoría “desastre” hace referencia a las situaciones de anormalidad grave (esto es, trascendental y superlativa) que afectan la vida, salud, bienes y hábitat de poblaciones humanas más allá de los umbrales de resistencia y de autorreparación de los sistemas implicados. El concepto no se circunscribe al evento negativo de magnitud e impacto más allá de lo ordinario; cobra su verdadera dimensión al incluir el sujeto pasivo del evento y al hacer referencia a sus debilidades intrínsecas, a su propensión o “sensibilidad” a la amenaza que se materializará en un evento mayor negativo (la vulnerabilidad); y sobre todo, a su capacidad de enfrentar el evento (resiliencia), reparar lo dañado y reconstruirse (autopoiesis). Desde la perspectiva sistémica, para que haya desastre, es necesario que la perturbación generadora del mismo tenga la capacidad de trastocar el funcionamiento del sistema en su totalidad o en alguna de sus provincias o subsistemas, de modo que deje sin efecto temporalmente, la cohesión de los elementos del sistema. Desastre, desde ese punto de vista, es sinónimo de entropía. En términos corrientes es lo mismo que hablar de anormalidad, o de ruptura del orden establecido.

## **2 El auge de la noción de riesgo**

La existencia de desastre o de pérdidas y daños en general, supone la previa existencia de determinadas condiciones de riesgo. Un desastre representa la materialización de condiciones de riesgo existente. El riesgo, definido como la probabilidad de pérdidas futuras, se constituye por la existencia e interacción de dos tipos de factores: de amenaza y de vulnerabilidad. Amenazas que corresponden a determinadas condiciones físicas de peligro latente que se pueden convertir en fenómenos destructivos. Éstos pueden tener su origen en la dinámica natural o ser inducidos o

causados por los seres humanos. La vulnerabilidad comprende distintas características propias o intrínsecas de la sociedad que la predispone a sufrir daños en diversos grados. Una población expuesta a los efectos de un fenómeno físico sufrirá más o menos daño de acuerdo con el grado de vulnerabilidad que exhibe. El nivel de riesgo de una sociedad está relacionado con sus niveles de desarrollo y su capacidad de modificar los factores de riesgo que potencialmente lo afectan. En este sentido, desastres son riesgos mal manejados. Todo riesgo está construido socialmente, aun cuando el evento físico con lo cual se asocia sea natural (Lavell 2000; Cardona 2004).

En materia de desastres y riesgos es claro que la velocidad del problema supera la velocidad de las soluciones y existe una alta frustración y preocupación científica a nivel internacional (Heyman et al. 1991; Rogge 92; Gilbert y Kraimer 1999; Munich RE 1999; UN-OCHA 2000). Aun cuando se reconoce que el problema es cada vez más grave en los países en desarrollo, los investigadores y gestores de los países más desarrollados ya empiezan a preocuparse por el aumento de la vulnerabilidad también en los países ricos. En los Estados Unidos, por ejemplo, la reciente evaluación de la investigación en el tema promovida por el Hazard Research and Applications Information Center de la Universidad de Colorado en Boulder, concluyó que era necesario que en ese país se estableciera formalmente una política de “prevención sostenible”, que asociara la gestión inteligente de los recursos naturales con la resiliencia económica y social a nivel local, divisando la reducción del riesgo como una parte integral de la política y dentro de un contexto mucho más amplio (Mileti 1999). Ya con anterioridad, un cuarto de siglo antes, un trabajo similar realizado por el geógrafo Gilbert White y el sociólogo J. Eugene Haas concluía implícitamente la necesidad de esa misma estrategia (White y Haas 1975). Durante estos años hubo un avance notable en el tema de la gestión de riesgos en los Estados Unidos, y en el ámbito internacional se promovieron iniciativas que influyeron positivamente para explicitar el problema, sin embargo, hoy la preocupación es mucho mayor y los desastres están aumentando en forma dramática. La última evaluación, en la cual participaron cientos de investigadores, dada a conocer por Dennis Mileti en 1999, indica que, a pesar de los avances, durante el nuevo milenio los desastres naturales y tecnológicos serán mayores que los experimentados hasta ahora, simplemente porque ese es el futuro de las acciones que han sido creadas en el pasado. El desarrollo en áreas peligrosas, por ejemplo, ha aumentado la exposición y la vulnerabilidad física y muchos de los métodos para enfrentar las amenazas han sido miopes, pues han dejado para después las pérdidas en vez de eliminarlas. El informe indica que desastres y riesgos no son problemas que puedan solucionarse aisladamente y que, más bien, son parte o parcelas de muchos procesos y circunstancias más amplias.

Hasta principios del decenio pasado la intervención del Estado (y en menor grado la intervención privada) frente a los desastres, en América Latina y el Caribe, fue dominada por las actividades relacionadas con los preparativos y la respuesta humanitaria, en parte por el intento de emular los modelos gubernamentales de los países más desarrollados. La prevención y la mitigación quedaron rezagadas en la fórmula de la acción social. Desde entonces, sin embargo, se registra un auge en la importancia concedida a las actividades de prevención y mitigación, entendidas éstas en general como la reducción de riesgos. Desafortunadamente, debido al sesgo asistencial

de algunas organizaciones, en ocasiones se ha tergiversado este concepto, que se promovió con mayor fuerza a partir del principio de los años 90. No es extraño, que aún hoy en día, para referirse a la preparación y respuesta en caso de emergencia, se emplee la denominación *mitigación o prevención de desastres*. Esta ambigüedad se debe, aparentemente, a la preponderancia que siguió teniendo el concepto de desastre como emergencia, y no el de desastre como riesgo mayor que se materializa. Hoy, sin embargo, para algunos la reducción o mitigación de un desastre, requiere en rigor que el desastre exista, al igual que cuando se habla de la reducción del “peso”. En efecto, con razón puede aceptarse que prevenir un hecho, como lo es un desastre, puede ser una contradicción e incluso puede sonar arrogante; aparte que puede seguir manteniendo la connotación de fenómeno natural con la que muchos se confunden. Por esta razón, en el contexto internacional, se acepta como conveniente cada vez más, el referirse a riesgo, dado que una vez entendido el concepto es más claro y efectivo para efectos del objetivo de lo que se ha querido promover como prevención y mitigación: la reducción del riesgo (Lavell 2000).

Tradicionalmente, la intervención sobre riesgos y desastres se ha considerado en términos de lo que se ha llamado el ciclo o continuum de los desastres, en el cual se identifican varias fases y tipos de intervención de acuerdo con la situación particular que se enfrenta. Los términos *prevención y mitigación* se han utilizado para referirse a las actividades que pretenden reducir los factores de amenaza y vulnerabilidad en la sociedad y así mermar la posibilidad o la magnitud de futuros desastres o daños en general. Los *preparativos*, o la *fase de preparación*, comprende actividades que promueven mejores opciones y prácticas durante la fase previa a un desastre, o una vez impactada una sociedad por un evento físico determinado. La *respuesta de emergencia* o ayuda humanitaria pretende garantizar condiciones de seguridad y de vida para las poblaciones afectadas durante el período pos-evento, y, las actividades de *rehabilitación y reconstrucción* pretenden, óptimamente, restaurar, transformar y mejorar las condiciones económicas, sociales, infraestructurales y de vida en general de las zonas afectadas, dotándolas de mayores condiciones de seguridad en el futuro a través de esquemas de intervención que puedan reducir el riesgo. En este sentido, la recuperación (rehabilitación y reconstrucción) se ha visto imbuida de la idea de la prevención y mitigación de futuros desastres (Lavell 2000).

### **3 La gestión integral del riesgo**

La gestión de riesgos es el conjunto de elementos, medidas y herramientas dirigidas a la intervención de la amenaza o la vulnerabilidad, con el fin de disminuir o mitigar los riesgos existentes. Este concepto de prevención ha jugado un papel delimitador respecto a otro conjunto de elementos, medidas y herramientas, cuyo objetivo es intervenir principalmente ante la ocurrencia misma de un desastre, es decir, que conforman el campo de los preparativos para la atención de emergencias, la respuesta y la reconstrucción una vez ocurrido un suceso. La gestión de riesgos tiene como objetivo, articular los tipos de intervención, dándole un papel principal a la prevención-mitigación, sin abandonar la intervención sobre el desastre, la cual se vincula al

desarrollo de las políticas preventivas que en el largo plazo conduzcan a disminuir de manera significativa las necesidades de intervenir sobre los desastres ya ocurridos. La gestión de riesgos no sólo debe identificarse con lo que significa el Estado sino que debe estimular una convocatoria dirigida tanto a las fuerzas gubernamentales como no gubernamentales, con el propósito de enfrentar los desastres en forma preventiva. En este sentido, una política de gestión de riesgos no solo se refiere a la identidad territorial, sino por su propósito, a la articulación de las diversas fuerzas existentes: sociales, políticas, institucionales, públicas, privadas, de todos los niveles territoriales. Esto permite planteamientos de participación democráticos, suma de esfuerzos y responsabilidades, de acuerdo con el ámbito de competencia de cada cual.

La gestión de riesgos hace referencia a un complejo proceso social cuyo objetivo último es la reducción o control del riesgo en la sociedad. Toma como punto de partida la noción de que el riesgo como manifestación social es una situación dinámica. El cambio en las condiciones de riesgo de una sociedad o un subconjunto de la sociedad se relaciona con cambios paulatinos en las prácticas y la incidencia de las prácticas sociales a distintos niveles o con cambios graduales o abruptos en las condiciones ambientales (Lavell 2000, Wisner et al. 2004). Dadas las condiciones dinámicas del riesgo, la sociedad requiere mecanismos diferenciados para gestionar las distintas condiciones de riesgo que existen o que pueden llegar a existir.

En el diseño de una política de gestión de riesgos pueden perfilarse una serie de áreas de intervención o acción que se deben considerar y contemplar, a saber:

- a) Conocimiento sobre la dinámica, la incidencia, la causalidad y la naturaleza de los fenómenos que pueden convertirse en amenazas y de las vulnerabilidades ante dichos eventos.
- b) Estímulo y promoción de diversos mecanismos y acciones adecuadas para la reducción de las condiciones de riesgo existentes, incluyendo mecanismos de reordenamiento territorial, reasentamiento humano, recuperación y control ambiental, refuerzo de estructuras, construcción de infraestructura de protección ambiental, diversificación de estructuras productivas, fortalecimiento de los niveles organizacionales, etc.
- c) Capacidad para predecir, pronosticar, medir y difundir información fidedigna sobre cambios continuos en el ambiente físico y social y sobre la inminencia de eventos dañinos, destructivos o desastrosos.
- d) Preparación de la población, de instituciones y organizaciones para enfrentar casos inminentes de desastre y para responder eficazmente después del impacto de un determinado suceso físico, en el marco de esquemas que fortalecen y aprovechan las habilidades de la población.
- e) Mecanismos que garanticen la instrumentación, organización y control eficaz de esquemas de rehabilitación y reconstrucción que consideren, entre otras cosas, la reducción del riesgo en las zonas afectadas.

- f) Reducción en prospectiva del riesgo en futuros proyectos, a través del fomento de la incorporación del análisis de riesgo en los procesos de toma de decisiones y de inversiones y la utilización de mecanismos de ordenamiento del territorio, de control sobre construcciones, de gestión ambiental, etc.
- g) Fomento de procesos educativos a todo nivel que garanticen un entendimiento adecuado del problema de riesgo y de las opciones para su control, reducción o modificación.

Parte del mejoramiento de las condiciones de vida del ser humano es lograr un mayor nivel de seguridad y supervivencia en relación con las acciones y reacciones del entorno, lo cual se logra a través de la comprensión de tales interacciones. De aquí se desprende que la gestión de riesgos es una estrategia fundamental para el desarrollo humano sostenible. Debe tenerse en cuenta, que los desastres son en buena medida, una expresión de la inadecuación del modelo de desarrollo con el medio ambiente que le sirve de marco a ese desarrollo. La reducción de la vulnerabilidad debe ser por lo tanto, en forma explícita, un propósito del desarrollo, entendiendo éste último como el mejoramiento no solo de las condiciones de vida sino de la calidad de vida y el bienestar social, que a su turno requiere de un grado de seguridad individual y colectiva. La política general del Estado, en concordancia, debe procurar la incorporación de la gestión de riesgos en el proceso de desarrollo socioeconómico, con el fin de eliminar o reducir la pérdida de vidas y de bienes materiales y ambientales.

Los problemas del riesgo colectivo difieren de la dinámica que pueden llevar a cabo sistemas cerrados, como una industria o una empresa. En estos sistemas, la gerencia usa información para intervenir sus operaciones y para promover un cambio deseable, en la búsqueda de cierto comportamiento dentro de un rango de posibilidades de riesgo (pérdida) y de ingreso (ganancia). La meta del sistema es mantener el control. En contraste, en materia de riesgo público o colectivo, no solo los problemas, sino también las responsabilidades de la toma de decisiones son compartidas. Para los ciudadanos, las autoridades de las instituciones públicas son responsables de las decisiones que ellas toman (o no toman) en procura de la seguridad pública y del bienestar. Para resolver efectivamente estos problemas se requiere de un proceso continuo de descubrimiento de elementos comunes entre diferentes grupos. Es necesario clarificar siempre, aspectos para el entendimiento del público e integrar las diferentes perspectivas dentro de una base común de comprensión, que permita sustentar los diferentes tipos de acción. Las estrategias y métodos que se requieren para resolver los problemas de riesgo implican siempre un proceso continuo de aprendizaje colectivo, más que el simple control de la acción de la comunidad.

En una sociedad compleja, con mucha población y muchas instituciones y organizaciones manejando diversas responsabilidades para el sostenimiento de la comunidad, la eficiencia se logra cuando la organización está en capacidad de usar la tecnología de la información para buscar, analizar y distribuir información para respaldar la toma de decisiones y los aspectos públicos que requieren de acción conjunta. Los sistemas de gestión de riesgos son inevitablemente interdisciplinarios y, por lo tanto, son difíciles de diseñar, construir y mantener. Los componentes técnicos necesitan conocimiento avanzado y habilidades en ingeniería e

informática. Los componentes sociales deben tener conocimiento del diseño organizacional, de la política pública, de la sociología y las comunicaciones. Los sistemas de gestión de riesgos, requieren de un enfoque en equipo para operaciones efectivas, puesto que una persona no puede tener todo el conocimiento y las habilidades requeridas para gestionar tareas complejas. Un grupo de gerentes experimentados y capaces, cada uno con un conocimiento profundo, con habilidades específicas y con suficiente entendimiento de los campos complementarios, es más efectivo para orientar y mantener un sistema de gestión. Puesto que estos sistemas son interdependientes y funcionan con base en entendimiento mutuo, la comunicación efectiva es requisito para que cada miembro participe en la adecuada toma de decisiones. Es decir, los procesos de acción colectiva y voluntaria para reducir el riesgo, que implican comunicación, selección, retroalimentación y auto-organización, dependen de la información. Dado que la construcción de una base de conocimiento para la efectiva reducción del riesgo es un proceso colectivo, una apropiada inversión, tanto para el desarrollo técnico como organizacional, es fundamental para lograr que la base de conocimiento llegue a ser el foco que facilite el aprendizaje organizacional continuo y la capacidad de la comunidad de monitorear su propio riesgo.

La experiencia de los últimos años en la consolidación de una adecuada gestión de riesgos y los nuevos paradigmas que se plantean en relación con la manera de llevar a cabo la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo, permite concluir que, para mejorar la efectividad y eficacia de la gestión, es necesario tener en cuenta que:

- a) El conocimiento de las amenazas naturales, su monitoreo y análisis es condición necesaria pero no es suficiente para disminuir el impacto de los fenómenos peligrosos.
- b) Las condiciones de vulnerabilidad de la población disminuyen con la mejora de sus condiciones de vida. Es decir, como condición esencial para disminuir la ocurrencia de desastres, debe ser superado el estado de subdesarrollo de los países y, en especial, las condiciones de pobreza.
- c) La reducción de riesgos al entenderse como parte del desarrollo de los países no puede darse bajo condiciones de deterioro del entorno que, o bien acentúan, o bien crean nuevos riesgos. Por lo tanto, no existe más alternativa que buscar el equilibrio entre el modelo de desarrollo que se adopte y la conservación del medio ambiente.
- d) Debe hacerse énfasis sobre el riesgo en las zonas urbanas, en especial en aquellos países donde las ciudades siguen creciendo a ritmos acelerados y la planificación y los controles de ese crecimiento son superados por la realidad, acentuándose y aumentando el riesgo de un mayor número de personas cada vez.
- e) La comunidad enfrentada a una amenaza natural cualquiera debe ser consciente de esa amenaza y debe tener el conocimiento suficiente para convivir con ella.
- f) El modelo de descentralización que se utiliza para análisis y toma de decisiones es condición necesaria para la real participación de la comunidad y de las autoridades locales. La



responsabilidad de disminuir el impacto de los fenómenos naturales y tecnológicos es multisectorial e interinstitucional. La tarea debe comprometer a los gobiernos, a la comunidad, al sector privado, al sector político, a los organismos no gubernamentales y a la comunidad internacional. La autonomía de las comunidades locales y de sus propias autoridades debe ser una estrategia explícita para lograr resultados efectivos de intervención.

- g) La comunidad internacional y las agencias y organismos bilaterales y multilaterales deben apoyar las iniciativas nacionales y facilitar el intercambio de información así como promover la cooperación técnica horizontal entre los países que deben desarrollar estrategias similares en el análisis de sus amenazas y riesgos, la intervención de las vulnerabilidades y en la gestión del riesgo en general.

Riesgo colectivo significa la posibilidad de desastre en el futuro, existe la posibilidad que un fenómeno peligroso se manifieste, y la predisposición en los elementos expuestos a ser afectados. La *gestión del riesgo colectivo* involucra cuatro dimensiones o políticas públicas bien diferenciadas: la *identificación del riesgo* (que se relaciona con la percepción individual y colectiva, y con su análisis y evaluación), la *reducción del riesgo* (que se relaciona con las acciones de prevención y mitigación), la *gestión de desastres* (relacionada con la respuesta a emergencias, la rehabilitación y la reconstrucción), y la *transferencia y financiación del riesgo* (que se refiere a los mecanismos de protección financiera para cubrir pasivos contingentes y riesgos residuales).

Paulatinamente, se ha llegado a la conclusión de que el riesgo mismo es el problema fundamental y que el desastre es un problema derivado. Riesgo y factores de riesgo se han convertido en los conceptos y nociones fundamentales en el estudio y la práctica en torno a la problemática de los desastres (Lavell 2000; Cardona 2004, Wisner et al. 2004). Tal transformación en las bases paradigmáticas del problema ha sido acompañada por un creciente énfasis en la relación que los riesgos y los desastres guardan con los procesos y la planificación del desarrollo y, en consecuencia, con la problemática ambiental y el carácter sostenible (o no) del desarrollo. Riesgos y desastres ya se visualizan como componentes de la problemática del desarrollo y no como condiciones autónomas generadas por fuerzas exteriores a la sociedad.

#### **4 El índice de gestión de riesgos (IGR)**

En el marco del Programa de Indicadores de Riesgo y Gestión de Riesgo, coordinado por el Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales (Cardona 2005; IDEA 2005), con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo, se diseñó y aplicó un sistema de indicadores a doce países de la región. Entre estos indicadores se desarrolló el Índice de Gestión de Riesgos (IGR), propuesto por Carreño et al. (2004; 2006). El objetivo del IGR es la medición cuantitativa del desempeño de la gestión del riesgo utilizando niveles cualitativos preestablecidos o referentes deseables (*benchmarks*) hacia los cuales se debe dirigir la gestión del riesgo. Esto significa, establecer una escala de niveles de desempeño (*targets*), que se consideran como puntos de

referencia (o la “distancia” con respecto a ciertos umbrales objetivo obtenidos por un país líder). Para la formulación del IGR se tuvieron en cuenta cuatro componentes o políticas públicas:

- Identificación del riesgo (IR), que comprende la percepción individual, la representación social y la estimación objetiva;
- Reducción del riesgo (RR), que involucra propiamente a la prevención-mitigación;
- Manejo de desastres (MD), que corresponde a la respuesta y la recuperación; y
- Gobernabilidad y protección financiera (PF), que tiene que ver con la a transferencia del riesgo y la institucionalidad.

Para cada política pública se han propuesto seis indicadores que caracterizan el desempeño de la gestión en el país. El IGR es el promedio de los cuatro indicadores compuestos:

$$IGR = (IGR_{IR} + IGR_{RR} + IGR_{MD} + IGR_{PF}) / 4$$

La valoración de cada indicador se hizo utilizando cinco niveles de desempeño: *bajo*, *incipiente*, *significativo*, *sobresaliente* y *óptimo* que corresponden a un rango de 1 a 5, siendo uno el nivel más bajo y cinco el nivel más alto<sup>1</sup>. Este enfoque metodológico permite utilizar cada nivel de referencia simultáneamente como un “objetivo de desempeño” y, por lo tanto, facilita la comparación y la identificación de resultados o logros hacia los cuales los gobiernos deben dirigir sus esfuerzos de formulación, implementación y evaluación de política en cada caso.

#### **4.1 Indicadores de identificación del riesgo**

La identificación del riesgo colectivo  $IGR_{IR}$ , en general, comprende la percepción individual, la representación social y la estimación objetiva. Para intervenir el riesgo es necesario reconocerlo, medirlo y representarlo mediante modelos, mapas, índices, etc., que tengan significado para la sociedad y para los tomadores de decisiones. Metodológicamente involucra la valoración de las amenazas factibles, de los diferentes aspectos de la vulnerabilidad de la sociedad ante dichas amenazas y de su estimación como una situación de posibles consecuencias de diferente índole en un tiempo de exposición definido como referente. Su valoración con fines de intervención tiene sentido cuando la población lo reconoce y lo comprende. Los indicadores que representan la identificación del riesgo son los siguientes:

1-IR1. Inventario sistemático de desastres y pérdidas.

2-IR2. Monitoreo de amenazas y pronóstico.

3-IR3. Evaluación y mapeo de amenazas.

4-IR4. Evaluación de vulnerabilidad y riesgo.

5-IR5. Información pública y participación comunitaria.

6-IR6. Capacitación y educación en gestión de riesgos.

La figura 1 presenta los valores del  $IGR_{IR}$  para cada país y período, utilizando el Proceso Analítico Jerárquico -*Analytic Hierarchy Process*, AHP, Saaty (1980,1987)-. Para mayor detalle acerca de la metodología y los resultados, ver los informes finales del programa de indicadores BID-IDEA disponible en <http://idea.unalmztl.edu.co>

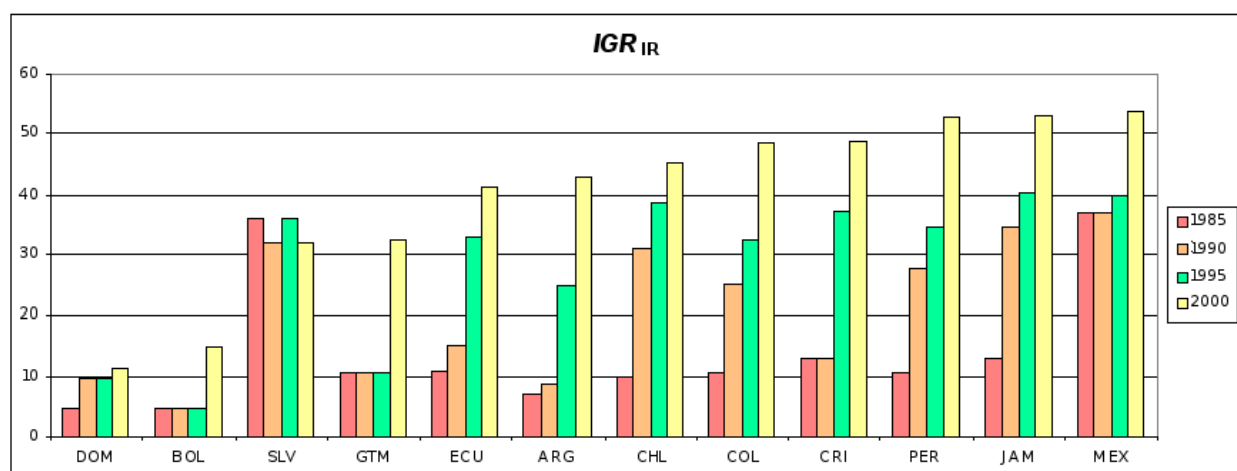


Figura 1. IGR en identificación de riesgos

#### 4.2 Indicadores de reducción del riesgo

La principal acción de gestión de riesgos es la reducción del riesgo,  $IGR_{RR}$ . En general, corresponde a la ejecución de medidas estructurales y no estructurales de prevención y/o mitigación. Es la acción de anticiparse con el fin de evitar o disminuir el impacto económico, social y ambiental de los fenómenos peligrosos potenciales. Implica procesos de planificación, pero fundamentalmente de ejecución de medidas que modifiquen las condiciones de riesgo mediante la intervención correctiva y prospectiva de los factores de vulnerabilidad existentes o potenciales, y el control de las amenazas cuando eso es factible. Los indicadores que representan la reducción de riesgos son los siguientes:

- RR1. Integración del riesgo en la definición de usos del suelo y la planificación urbana.
- RR2. Intervención de cuencas hidrográficas y protección ambiental.
- RR3. Implementación de técnicas de protección y control de fenómenos peligrosos.
- RR4. Mejoramiento de vivienda y reubicación de asentamientos ubicados en áreas propensas a los desastres.
- RR5. Actualización y control de la aplicación de normas y códigos de construcción.

- RR6. Refuerzo e intervención de la vulnerabilidad de bienes públicos y privados.

La figura 2 presenta los valores del  $IGR_{RR}$  para cada país y período, utilizando el PAJ.

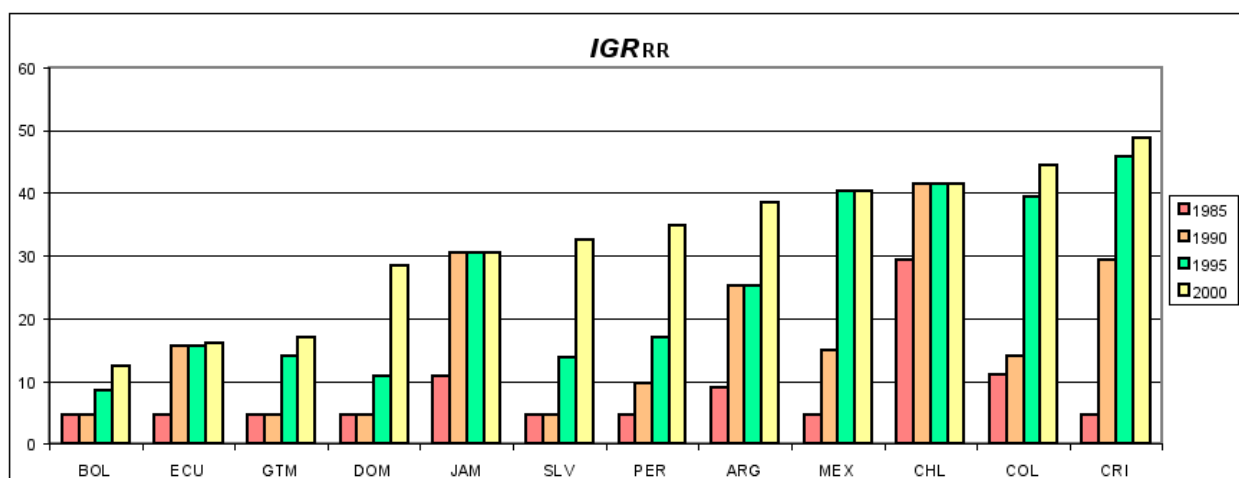


Figura 2. IGR en reducción de riesgos

### 4.3 Indicadores de manejo de desastres

El manejo de desastres  $IGR_{MD}$ , corresponde a la apropiada respuesta y recuperación posdesastre, que depende del nivel de preparación de las instituciones operativas y la comunidad. Esta política pública de la gestión del riesgo tiene como objetivo responder eficaz y eficientemente cuando el riesgo ya se ha materializado y no ha sido posible impedir el impacto de los fenómenos peligrosos. Su efectividad implica una real organización, capacidad y planificación operativa de instituciones y de los diversos actores sociales que se verían involucrados en casos de desastre. Los indicadores que representan la capacidad para el manejo de desastres son los siguientes:

- MD1. Organización y coordinación de operaciones de emergencia.
- MD2. Planificación de la respuesta en caso de emergencia y sistemas de alerta.
- MD3. Dotación de equipos, herramientas e infraestructura.
- MD4. Simulación, actualización y prueba de la respuesta interinstitucional.
- MD5. Preparación y capacitación de la comunidad.
- MD6. Planificación para la rehabilitación y reconstrucción.

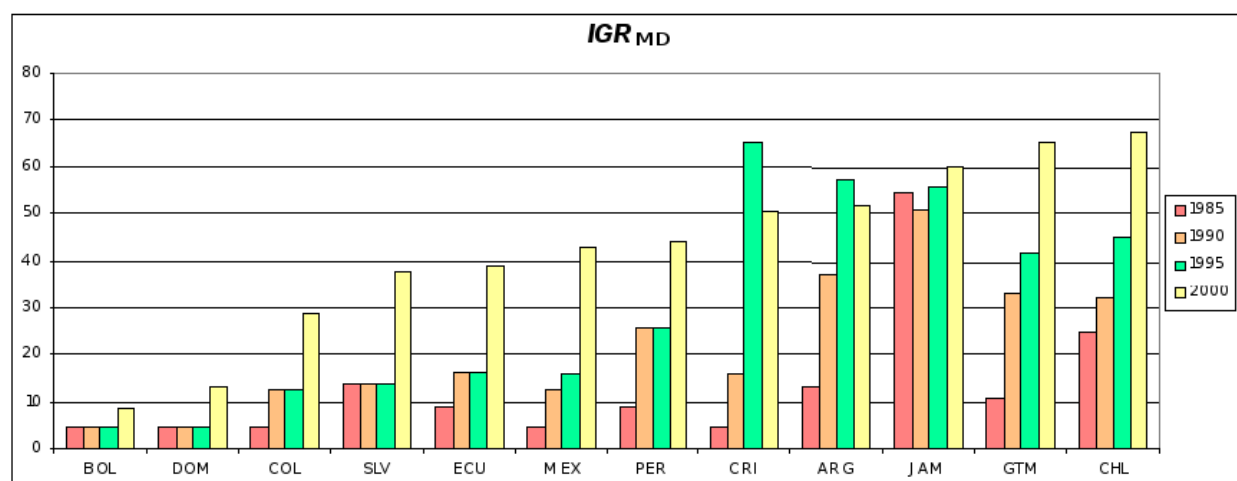


Figura 3. IGR en manejo de desastres

La figura 3 presenta los valores del IGR<sub>MD</sub> para cada país y período, utilizando el PAJ.

#### 4.4 Indicadores de gobernabilidad y protección financiera

La gobernabilidad y protección financiera, IGR<sub>PF</sub>, para la gestión de riesgos es fundamental para la sostenibilidad del desarrollo y el crecimiento económico del país. Esta política pública implica, por una parte, la coordinación de diferentes actores sociales que necesariamente tienen diversos enfoques disciplinarios, valores, intereses y estrategias. Su efectividad está relacionada con el nivel de interdisciplinariedad e integralidad de las acciones institucionales y de participación social. Por otra parte, dicha gobernabilidad depende de la adecuada asignación y utilización de recursos financieros para la gestión y de la implementación de estrategias apropiadas de retención y transferencia de pérdidas asociadas a los desastres. Los indicadores que representan la gobernabilidad y protección financiera son los siguientes:

- 1.PF1. Organización interinstitucional, multisectorial y descentralizada.
- 2.PF2. Fondos de reservas para el fortalecimiento institucional.
- 3.PF3. Localización y movilización de recursos de presupuesto.
- 4.PF4. Implementación de redes y fondos de seguridad social.
- 5.PF5. Cobertura de seguros y estrategias de transferencia de pérdidas de activos públicos.
- 6.PF6. Cobertura de seguros y reaseguros de vivienda y del sector privado.

La figura 4 presenta los valores del IGR<sub>PF</sub> para cada país y período, utilizando el PAJ.

De las figuras 1 a 4 se concluye que Jamaica, México y Perú han logrado avances importantes en identificación de riesgos. En general, la mayoría de los países presenta valores apreciables en este aspecto, con excepción de República Dominicana y Bolivia que están rezagados. Colombia y Costa Rica presentan los mayores avances en reducción de riesgos, seguidos por Chile y México.

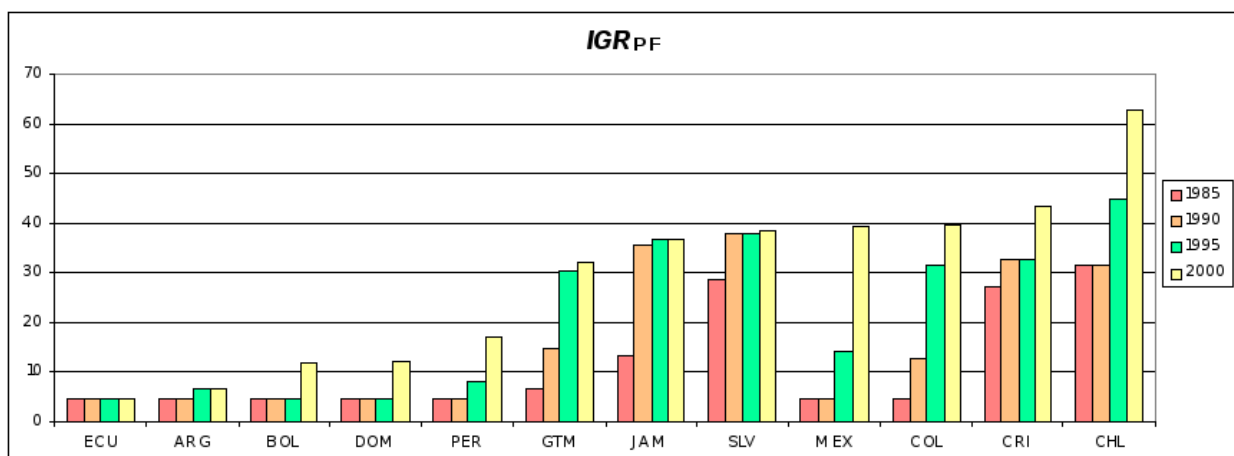


Figura 4. IGR en protección financiera y gobernabilidad

En general, en este subindicador es en el que menos avance se ha tenido en los países. En manejo de desastres los valores de desempeño más altos los presentan Chile, Guatemala y Jamaica en el año 2000, aunque a mediados de los años noventa, Argentina, Costa Rica y Jamaica llegaron a presentar valores notables en términos relativos. Con esta política pública se han obtenido los mayores avances. Finalmente, Chile y Costa Rica registran los mayores valores en protección financiera y gobernabilidad, seguidos por Colombia y México. En este aspecto los países presentan el menor avance relativo.

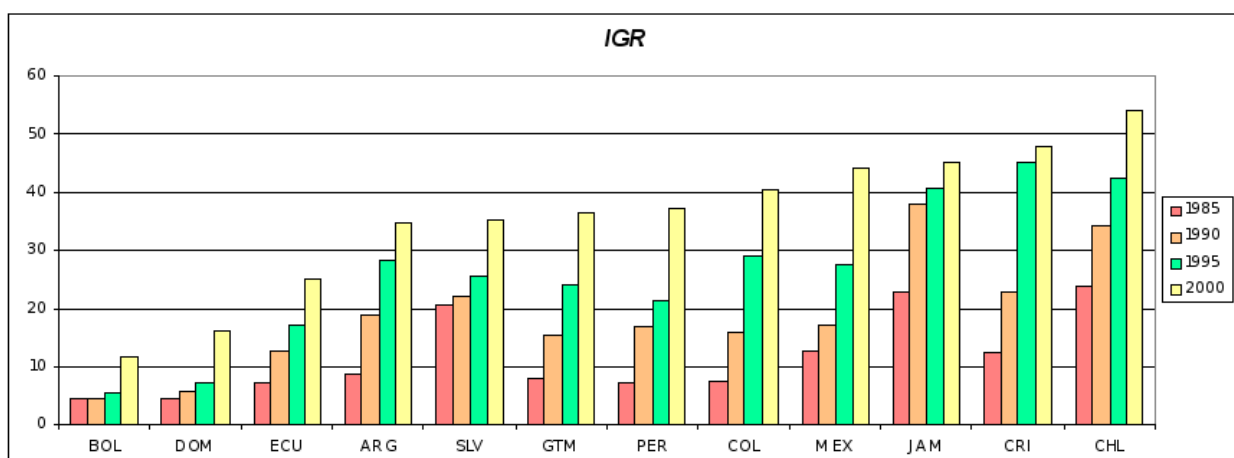


Figura 5. IGR para cada país y en cada período

La figura 5 ilustra que en la mayoría de los países, la gestión del riesgo ha mejorado, pero a pesar del avance, presenta un IGR promedio que los coloca en un nivel de desempeño “incipiente”. Bolivia, Ecuador y República Dominicana presentan, en general, un bajo nivel de desempeño en la gestión de riesgos. El IGR promedio de los países con mayor avance (Chile y Costa Rica) representa apenas un nivel de desempeño “significativo”.

La figura 6 muestra el comportamiento de la gestión del riesgo de acuerdo con el método usado (Carreño et al. 2004, 2005, 2006; Cardona et al. 2005).

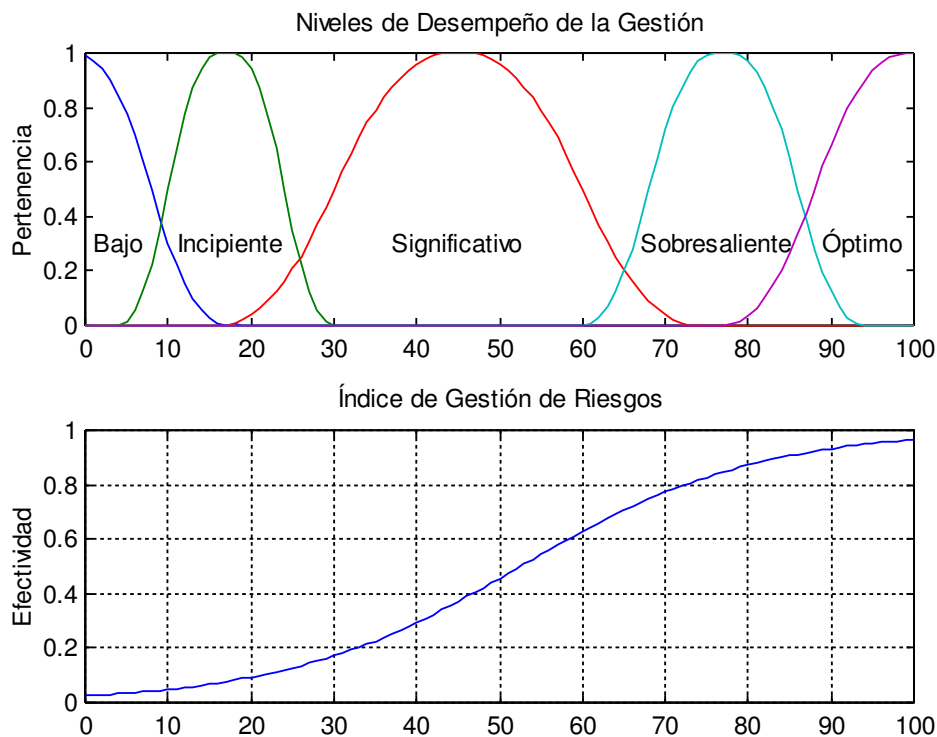


Figura 6. Conjuntos difusos de los niveles de desempeño de la gestión del riesgo y probabilidad de efectividad

De acuerdo con la teoría que soporta el método de evaluación utilizado, la efectividad probable de la gestión de riesgos, en el mejor de los casos, no alcanza el 60%. En general, la efectividad alcanzada por la mayoría de los países, <sup>2</sup> se encuentra en un rango entre el 20% y 30% y es muy baja frente a los valores deseables de efectividad que se deberían alcanzar. En los años previos, la situación era aún más crítica. El bajo nivel de la efectividad de la gestión de riesgos que se infiere de los valores del IGR para el grupo de países, se reafirma con los altos niveles de riesgo que representan los índices de déficit por desastre, de desastres locales y de vulnerabilidad prevalente (del sistema de indicadores) a lo largo de los años. En parte, el riesgo es alto debido a la falta de una efectiva gestión del riesgo en el pasado. La figura 7 ilustra el valor agregado del índice de gestión de riesgos de los países en el año 2000, obtenido por la suma de los cuatro componentes relacionados a la identificación del riesgo, reducción del riesgo, gestión de desastres y protección financiera. De esta figura se concluye que Bolivia y la República Dominicana son los países con menor avance en la región.

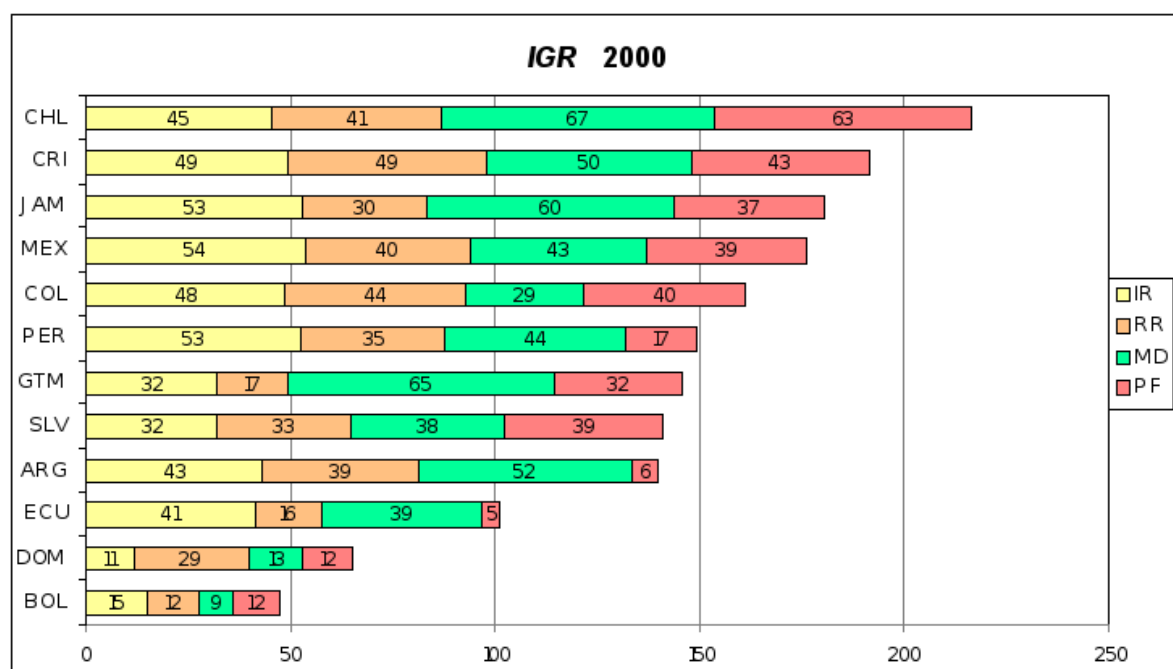


Figura 7. IGR total (agregado)

En su mayoría, los pesos y las evaluaciones se realizaron por entidades encargadas de la gestión del riesgo en cada país. Estas evaluaciones en algunos casos, parecen presentar sesgos hacia una sobreestimación o benevolencia en el nivel de desempeño alcanzado, cuando se compara con las evaluaciones realizadas por expertos locales externos, que parecen ser más minuciosas. Se incluyeron las primeras evaluaciones, pero se considera que las evaluaciones externas también son pertinentes y que quizás con el tiempo serían las más deseables, si se hacen en forma concertada, para no favorecer el *statu quo*.

## 5 Conclusiones

Teniendo como base la evaluación del desempeño de la gestión de riesgos de los diferentes países utilizando el IGR, las siguientes son las principales conclusiones generales que surgen como acciones y objetivos de la gestión del riesgo en la mayoría de los países evaluados:

En la identificación o conocimiento del riesgo se ha tenido un importante avance relativo. En el inventario sistemático de desastres y pérdidas, sería deseable contar con un inventario completo de eventos y con el registro y sistematización detallada de efectos y pérdidas a nivel nacional. La implementación de la base de datos DesInventar sería de especial utilidad para ilustrar los efectos de los desastres a nivel municipal y lograr sí tener una noción más detallada de la variabilidad del riesgo a nivel territorial. En relación con el monitoreo de amenazas y pronóstico, es de especial importancia ampliar la cobertura de las redes de estaciones de vigilancia para todo tipo de amenaza en todo el territorio, llevar a cabo el análisis permanentes y oportunos de la información que producen y contar con sistemas de alerta automáticos que funcionen en forma continua a nivel local, departamental y nacional. En el mapeo de amenazas, dado el avance



logrado a nivel nacional, es importante impulsar la microzonificación de las principales ciudades y contar con mapas de amenaza a nivel subnacional y municipal. El menor avance a nivel de estudios ha sido en la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo, como paso posterior a los estudios de amenaza. Aunque ya se tienen algunos estudios preliminares sería oportuno contar con escenarios de daños y pérdidas potenciales de todas las ciudades y llevar a cabo estudios de vulnerabilidad física de los principales edificios esenciales; esta información es indispensable para formular estrategias eficientes de retención y transferencia de riesgos. El reconocimiento del riesgo depende del grado de información pública y participación de la comunidad en procesos de percepción o representación del riesgo, por lo que lograr que la divulgación sea generalizada y conformar redes sociales de protección civil y de ONG que promuevan explícitamente la gestión local del riesgo es un paso que se debe dar. Desde el punto de vista de la educación y la capacitación, en lo cual se han obtenido ya resultados de interés en varios países, es importante ampliar la adecuación curricular a los programas de educación superior, ofrecer cursos de especialización en varias universidades y ampliar la capacitación comunitaria a nivel local.

En reducción de riesgos el avance no ha sido significativo, lo que exige un gran esfuerzo por parte de los gobiernos. Hay avances en la integración del riesgo en los usos del suelo pero es necesaria una amplia formulación y actualización de planes de ordenamiento territorial con enfoque preventivo en muchos municipios y que se utilicen, efectivamente, los estudios de amenaza con fines de seguridad. En cuanto a la intervención de cuencas y la protección ambiental debe ampliarse el número de regiones/cuencas con planes de protección ambiental, y lograr que en general los estudios de impacto y ordenamiento de zonas agrícolas consideren el riesgo como determinante para la intervención. En relación con la implementación de técnicas de protección y control de fenómenos peligrosos, se deben lograr establecer medidas y reglamentaciones para el diseño y construcción de obras de protección y control de amenazas en armonía con las disposiciones de ordenamiento territorial; lo que implica llevar este tipo de medidas a los programas de inversión pública a nivel nacional como municipal. En cuanto al mejoramiento de vivienda y reubicación de asentamientos de áreas propensas, ayudaría mucho formular programas de mejoramiento del entorno, de vivienda existente y de reubicación por riesgo en las principales ciudades. Al respecto de las normas y de los códigos de construcción, el paso a seguir es complementar la actualización tecnológica de las normas de seguridad tanto para edificaciones nuevas como para las existentes, con requisitos especiales para edificios y líneas vitales esenciales. Y frente al refuerzo e intervención de la vulnerabilidad de bienes públicos y privados es oportuno expedir normas de intervención de la vulnerabilidad de edificios existentes y llevar a cabo el refuerzo de edificios esenciales como hospitales o aquellos que se consideren de carácter indispensable.

En manejo de desastres se considera que se ha tenido el mayor avance en los últimos años. En relación con la organización y coordinación de operaciones de emergencia, debido a la creación estructuras interinstitucionales se ha logrado cada vez una mayor claridad de los roles de cada entidad, por lo que el siguiente paso es avanzar en la integración entre las entidades públicas, privadas y comunitarias y desarrollar adecuados protocolos de coordinación horizontal y vertical

en todos los municipios. Al respecto de la planificación de la respuesta en caso de emergencia y sistemas de alerta, las Defensas Civiles debe avanzar en contar con planes de emergencia y contingencia, completos y asociados a sistemas de información y alerta en la mayoría de ciudades. En cuanto a la dotación de equipos, herramientas e infraestructura el siguiente paso es contar con Centros de Operaciones de Emergencia bien dotados con equipos de comunicaciones, adecuados sistemas de registro, equipamiento especializado y centros de reservas en varias ciudades. En relación con la simulación, actualización y prueba de la respuesta interinstitucional se requiere coordinación de simulaciones y simulacros con la participación de personas de la comunidad, el sector privado y los medios de comunicación a nivel nacional y en algunas ciudades. Igualmente, con respecto a la preparación y capacitación de la comunidad ya es el momento para que se disponga de cursos permanentes de prevención y atención de desastres en todos los municipios dentro de la programación de capacitación en desarrollo comunitario en coordinación con otras entidades y con las ONG. Finalmente, en cuanto a la planificación para la rehabilitación y reconstrucción se deben hacer esfuerzos para contar con procedimientos de diagnóstico, restablecimiento y reparación de infraestructura y programas de proyectos productivos para la recuperación de comunidades, a nivel nacional y subnacional en caso de desastre.

La mayor debilidad de los países en general se encuentra en su política de protección financiera y en la gobernabilidad necesaria para lograr una gestión de riesgos efectiva. La creación de las estructuras o sistemas interinstitucionales ha sido un paso muy importante, sin embargo para el fortalecimiento de la organización interinstitucional, multisectorial y descentralizada es necesaria la ejecución continua de proyectos de gestión de riesgos asociados con los programas de adaptación al cambio climático, la protección ambiental, la energía, el saneamiento y la reducción de la pobreza. En relación con los fondos de reservas para el fortalecimiento institucional, se requiere del apoyo económico nacional y la gestión de recursos internacionales para el desarrollo institucional y el fortalecimiento de la gestión de riesgos en todo el territorio. Al respecto de la localización y movilización de recursos del presupuesto, es fundamental lograr la destinación por ley de transferencias específicas para la gestión de riesgos a nivel municipal y la realización frecuente de convenios interadministrativos para la ejecución de proyectos de prevención. En cuanto a la implementación de redes y fondos de seguridad social, el paso a seguir en varios países es contar con redes sociales para autoprotección de los medios de sustento de comunidades en riesgo y la realización de proyectos productivos de rehabilitación y recuperación posdesastre. En relación con la cobertura de seguros y estrategias de transferencia de pérdidas de activos públicos, el avance ha sido prácticamente inexistente por lo que para avanzar se requiere de la expedición de disposiciones de aseguramiento de bienes públicos de obligatorio cumplimiento e iniciar el aseguramiento de la infraestructura. Igualmente, en el caso de la cobertura de seguros y reaseguros de vivienda y del sector privado sería de gran beneficio realizar estudios cuidadosos de aseguramiento, con base en estimaciones probabilistas avanzadas del riesgo, utilizando microzonificaciones e implementando una auditoría y una inspección idónea de las propiedades.

## Bibliografía

- Cardona, O.D. (2004). "The Need for Rethinking the Concepts of Vulnerability and Risk from a Holistic Perspective: A Necessary Review and Criticism for Effective Risk Management", in Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People, G. Bankoff, G. Frerks, D. Hilhorst (Ed), Londres: Earthscan Publishers.
- Cardona, O.D. (2005). Sistema de indicadores para la gestión del riesgo de desastre: Informe técnico principal. Programa BID/IDEA de Indicadores para la Gestión de Riesgos, Universidad Nacional de Colombia, Manizales. Disponible en: <http://idea.unalmzl.edu.co>
- Cardona, O.D. (2006). "A System of Indicators for Disaster Risk Management in the Americas" in Measuring Vulnerability to Hazards of Natural Origin: Towards Disaster Resilient Societies, Editor J. Birkmann, United Nations University Press, Tokyo.
- Cardona, O.D. (2009). "Disaster Risk and Vulnerability: Notions and Measurement of Human and Environmental Insecurity" in Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security - Threats, Challenges, Vulnerabilities and Risks, Editors: H.G. Brauch, U. Oswald Spring, C. Mesjasz, J. Grin, P. Kameri-Mbote, B. Chourou, P. Dunay, J. Birkmann: Springer-Verlag (en impresión), Berlin - New York.
- Carreño, M.L, Cardona, O.D., Barbat, A.H. (2004). Metodología para la evaluación del desempeño de la gestión del riesgo, Monografía CIMNE IS-51, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.
- Carreño, M.L, Cardona, O.D., Barbat, A.H. (2005). Sistema de indicadores para la evaluación de riesgos, Monografía CIMNE IS-52, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.
- Carreño, M.L, Cardona, O.D., Barbat, A.H. (2005). Evaluation of the risk management performance, Proceedings of the International Conference: 250th Anniversary of the 1755 Lisbon earthquake. Lisbon.
- Carreño, M.L, Cardona, O.D., Barbat, A.H. (2006). "A Method for the Evaluation of the Risk Management Performance". International Disaster Reduction Conference. IDRC-Davos. Switzerland.
- Carreño, M.L, CARDONA, O.D., Barbat, A.H. (2007). A disaster risk management performance index, Journal of Natural Hazards, February 2007, DOI 10.1007/s11069-006-9008-y, 0921-030X (Print) 1573-0840 (Online), Vol. 41, N. 1, April, 1-20, Springer Netherlands.
- Gilbert, R., Kreimer, A. (1999). Learning from the World Bank's Experience of Natural Disaster Related Assistance. Urban and Local Government Working Paper Series 2, Washington, DC: World Bank, May.
- Heyman, B, DAVIS, C., Krumpel, P.F. (1991). An Assessment of Worldwide Disaster Vulnerability. Disaster management 4(1): 3-14
- IDEA (2005). Indicadores para la Gestión de Riesgos, Operación BID ATN/JF-7907-RG. Universidad Nacional de Colombia, Manizales. Disponible en: <http://idea.unalmzl.edu.co>
- Lavell, A. (2000). Draft Annotated Guidelines for Inter-Agency Collaboration in Programming for Disaster Reduction, unprinted for Emergency Response División at UNDP, Ginebra.
- Mileti, D.S. (1999). Disasters by Design: A Reassessment of Natural Hazards in the United States. Washington, D.C.: Joseph Henry Press.
- Munich RE (1999). A Year, a Century, and a Millennium of Natural Catastrophes are all nearing their End. Press release of 20 December. Munich Re, Munich, Alemania.
- Rogge, J.R. (1992). Una Agenda de Investigación para el Manejo de Desastres y Emergencias, PNUD-UNDRO, Universidad de Manitoba
- UNDP (2004). "Reducing Disaster Risk: A challenge for development" A global report, Chapter 3. Box 3.5, Urban

governance for urban disaster risk management, Manizales (Colombia), Disponible en: <http://www.undp.org/bcpr/disred/rdr.htm> Ginebra.

UN-OCHA (2000). Structured Humanitarian Assistance Reporting, SHARE, Geographic Information Support Team (GIST), [www.reliefweb.int](http://www.reliefweb.int)

Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill Book Co., N.Y.

Saaty, T. L. (1987). *The analytic hierarchy process- what it is and how it is used*. *Mathematical Modelling*, 9, 161-176

Saaty, T.L. & Vargas, L.G. (1991). *Prediction, Projection, and Forecasting: Applications of the Analytical Hierarchy Process in Economics, Finance, Politics, Games, and Sports*. Boston: Kluwer Academic Publishers

Suarez, D.C. (2007). *Aplicación de una metodología de indicadores de gestión de riesgos a nivel urbano para el diagnóstico y perspectivas de la gestión integral de riesgos en Manizales*. Tesis de Master, Universidad Nacional de Colombia.

White, G.F., Haas, E., (1975). *Assessment of Research on Natural Hazards*, Cambridge, Mass.: MIT Press.

Wisner, B; Blaikie, P.; Cannon, T.; & I. Davis, (2004). *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*. 2nd edition. Londres: Routledge.

- 1 Es posible estimar alternativamente el IGR como la suma ponderada de valores numéricos fijos (1 a 5, por ejemplo), en vez de los conjuntos difusos de valoración lingüística, sin embargo esa simplificación elimina la no linealidad de la gestión del riesgo, obteniéndose resultados menos apropiados.
- 2 Para el procesamiento de las calificaciones se definieron funciones de pertenencia o conjuntos difusos que representan los niveles de calificación posibles para cada subindicador, según se puede apreciar en la gráfica superior de la figura 6. Estas funciones definen el desempeño de la gestión de riesgos, cuyo resultado es la curva que se ilustra en la gráfica inferior, donde se indica el grado de efectividad de la gestión del riesgo según el nivel de desempeño obtenido con los diferentes subindicadores. La gráfica inferior ilustra que el aumento de la efectividad de la gestión de riesgo no es lineal. En un principio se tiene un progreso menor y en la medida que se logra una mayor gestión del riesgo, y se hace sostenible, el desempeño aumenta y mejora la efectividad. En un alto grado de desempeño, esfuerzos menores adicionales aumentan significativamente la efectividad. Por el contrario, pequeños logros en la gestión del riesgo se traducen en un desempeño despreciable y poco sostenible, por lo que sus resultados tienen poca o ninguna efectividad.

## **Diseño de un modelo para el análisis de la sostenibilidad en la Cuenca Hidrográfica del río Caroní en la Guayana Venezolana**

**Jorge Paolini Ruiz**

Doctorado en Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo U.P.C.  
jorge.paolini@catunesco.upc.edu

### **Resumen**

En este trabajo se evalúa la sostenibilidad de la cuenca del río Caroní ubicada en la Guayana venezolana, utilizando indicadores e índices que den cuenta de la intervención causada por la minería artesanal a pequeña escala. Se han diseñado modelos estadísticos que muestran las relaciones entre las variables que evidencian el deterioro en el ambiente. Se generan escenarios en los que se cuantifica la sostenibilidad de dicha cuenca a partir de los modelos y relaciones encontradas.

**Descriptor:** Sostenibilidad, cuenca hidrográfica, minería artesanal, indicadores, índice de sostenibilidad.

\* \* \*

**Title:** Sustainability analysis through a model design in the Caroní river basin at then Venezuelan Guiana

**Abstract:** The sustainability of the Caroní river basin, located in the Venezuelan Guiana was evaluated by using indicators and indexes that gave account of its intervention due to the small-scale mining activities. There were designed statistical models that showed the relationships between variables that make clear the degree of environmental deterioration. There were built scenarios where the river basin sustainability was quantified through models and relationships.

**Keywords:** Sustainability, river basin, small-scale mining, indicators, sustainability index.

## 1 Introducción

La sostenibilidad está asociada a la viabilidad ecológica, esta clase de viabilidad se refiere a la posibilidad de que los procesos bióticos sean realizados. La viabilidad ecológica comienza considerando la vida misma, la posibilidad de vida de los sistemas naturales. Para determinar métricas de sostenibilidad es muy importante observar los seres vivos como elementos pertenecientes a un ecosistema y la existencia humana como un eslabón más de la cadena de vida natural. Un factor clave de la viabilidad, es la reproducibilidad de los sistemas, la propiedad de poseer una ‘sustitución generacional’. En este sentido, para observar la sostenibilidad de un sistema debemos cuantificar la tasa a la que se da la sucesión natural de los ecosistemas y sus especies, incluyendo a los seres humanos.

Podemos determinar la sostenibilidad de un ecosistema a través de la medida, es decir, a partir de las evidencias que surjan –que se muestran- o que se perciban cuando un sistema observado cambia en el tiempo. Estas ideas de una sostenibilidad eminentemente biótica pueden ser ampliadas, llegamos así, a ciertas condiciones que exige la existencia de la vida de los seres que moran en un entorno dado. Las condiciones como la calidad del aire, calidad del agua, la habitabilidad y la subsistencia de los seres que están en el ambiente considerado, son relevantes para hablar de la sostenibilidad.

En consecuencia, para construir un modelo que cuantifique la sostenibilidad, hemos de utilizar facetas o dimensiones en las que logremos observar la sostenibilidad, partiendo de lo natural, de lo vivo, para luego considerar los elementos socio-culturales y finalmente los aspectos económicos. Estas dimensiones una vez integradas ofrecerán una idea sistémica de la sostenibilidad y del equilibrio entre tales dimensiones, como lo declara María Novo (2006), “la sostenibilidad debe concebirse, entonces, como el horizonte que dinamiza a una sociedad hacia el equilibrio ecológico, la equidad social y la diversidad cultural”.

Antequera y otros (2005) establecen que la “sostenibilidad natural es el mantenimiento del capital natural; conservar intacto el capital natural, la sostenibilidad social se entiende como el mantenimiento del capital social y humano y la sostenibilidad económica hace referencia a todos aquellos aspectos relativos a una sociedad que aseguren el bienestar de los seres que la componen”. De tal modo, que observar la sostenibilidad en un sistema social es equivalente a determinar variables relevantes que en términos de esas tres dimensiones: ecológica, socio-cultural y económica, permitan determinar cuan sostenible es el sistema observado. De acuerdo a Meadows (2006) “una sociedad sostenible es una sociedad que cuenta con mecanismos informativos, sociales e institucionales que le permiten controlar los ciclos de realimentación positiva causantes del crecimiento exponencial de la población y el capital.” La sostenibilidad es una resultante de un conjunto de variables determinadas por las dimensiones antes señaladas. María Novo (2006) nos ilustra el puente entre sostenibilidad y desarrollo sostenible cuando afirma que “la sostenibilidad debe concebirse, entonces, como el horizonte que dinamiza a una sociedad hacia el equilibrio ecológico, la equidad social y la diversidad cultural. Así entendido, este concepto nos remite tanto a la acción (proceso de desarrollo sostenible) como a las metas de

esa acción que nos orienta hacia un desarrollo viable y plantea la necesidad de una fuerte coherencia entre los objetivos que perseguimos al adoptar las políticas y estrategias de desarrollo y los medios, modelos de conocimiento y estrategias que utilizamos para conseguirlos”. En este orden de ideas, se podrá entonces cuantificar la sostenibilidad de un sistema social y sus actividades asociadas en un espacio geográfico determinado, por ejemplo, una cuenca hidrográfica. El foco de atención de la sostenibilidad, entendida como operador, son los recursos tanto naturales como culturales y la perdurabilidad en el tiempo de los sistemas y procesos. Ya se han establecido dimensiones en las que hemos de observar la noción de sostenibilidad.

Desde un conjunto de disciplinas relacionadas e integradas alrededor del objeto de estudio, se puede concebir un marco de observación para la sostenibilidad. “La sostenibilidad es uno de los términos en donde la confluencia de diferentes disciplinas como la ecología, la economía, la ética, la política, la sociología, el derecho o la cultura, están marcando facetas diferenciadas, facetas que guardan relación con las perspectiva propia de cada disciplina” (Erias y Alvarez-Campana, 2007). Para determinar efectos de la interacción hombre-ambiente se ha de apelar a puntos de vista de la biocomplejidad, la ecología del paisaje y la salud ambiental, así como también a las disciplinas relacionadas con el fenómeno bajo estudio y observación.

## **2 Objetivos de la investigación**

### **2.1 Objetivo General**

Diseñar un modelo que a partir de un marco teórico adecuado permita cuantificar la sostenibilidad de una cuenca hidrográfica en la Guayana Venezolana.

### **2.2 Objetivos específicos**

Construir modelos que relacionen variables y expliquen situaciones de interés para la sostenibilidad de la cuenca hidrográfica observada.

Elaborar indicadores e índices de sostenibilidad a partir de variables relevantes de una cuenca hidrográfica.

Generar escenarios a partir de los modelos diseñados para comprender la sostenibilidad en una cuenca específica.

## **3 Metodología**

Para la ejecución de este trabajo se siguieron los lineamientos metodológicos desarrollados en Sureda y Felipe (2007). En una primera fase del trabajo se pretende conceptualizar el objeto de estudio para definir el problema. Dado que el interés se centra en la sostenibilidad de una cuenca de la Guayana Venezolana, se comienza con la definición de cuenca hidrográfica. Sanjaume y Batalla (1966) establecen que “el sistema cuenca fluvial esta formado por el conjunto de aguas

que drenan hacia un mismo tronco y que constituyen por tanto, una unidad hidrológica y geográfica bien definida”, una “cuenca hidrográfica es la superficie conformada por un río principal y de todos sus afluentes” (Patton y Kramer, 1983), para Burel y Baudry (2002) cuenca es el “territorio que recoge la lluvia que alimenta un curso de agua”. Las definiciones consideradas y otras encontradas, dejan de lado toda actividad humana desarrollada en la cuenca como lugar de interacción social, por esa razón, para este trabajo se define *cuenca como el lugar geográfico que recoge las precipitaciones y escorrentía de un cuerpo de agua, dicho espacio esta conformado por los ecosistemas terrestres y acuáticos que le dan sustento a las comunidades socio-culturales establecidas históricamente en esas tierras*. Esta definición amplía la visión eminentemente física de una cuenca y adicionalmente se corresponde con el lugar de las actividades humanas de un grupo social.

## **4 Aplicación de la Metodología**

### **4.1 Conceptualización de la situación**

Las interacciones entre sociedad y ambiente quedan impresas en el espacio geográfico donde los seres humanos desarrollan sus actividades, donde la cultura se manifiesta a través de sus expresiones consolidadas y sus hechos. Uno de los aspectos que cobra importancia y sentido en estas interacciones es lo relativo a las modificaciones del paisaje, entendiendo por paisaje el “área, tal como la percibe la población, el carácter de la cual es resultado de la interacción de factores naturales y/o humanos” (BOE, 2008). Burel y Baudry (2002) definen paisaje como la “porción del espacio concerniente a la escala de actividades humanas. Viene definido por su heterogeneidad espacial y temporal, por las actividades humanas que en él se desarrollan y por su ambiente”. También constituye parte del paisaje esa impresión subjetiva que regocija y da satisfacción al contemplarlo y estar en ese medio bien sea natural o creado. “La idea central es que el paisaje forma parte del medio o entorno en el que se vive, por tanto, también depende de él la calidad de vida. Esta apreciación es válida tanto en las ciudades como en los ámbitos rurales, para los territorios bien conservados y los degradados, pues todos ellos son escenarios cotidianos para las personas que los habitan” (Zoido, 2003). Las especies vegetales y los organismos vivos no humanos ejercen también influencia sobre el paisaje y viceversa, estas relaciones e interacciones son menos conocidas y son observadas cuando son muy evidentes. Molles (2006) afirma que “la estructura del paisaje influye en otros procesos ecológicamente importantes como la dispersión de organismos, la densidad local de la población, la extinción de poblaciones locales y la composición química de lagos”. Además de los seres humanos y los otros seres vivos, el paisaje es transformado y modelado por el clima y por eventos naturales como los terremotos, deslaves, huracanes, tsunamis, incendios, entre otros. También a largo plazo “los rasgos geológicos producidos por procesos como el vulcanismo, la sedimentación y la erosión constituyen una fuente principal de la estructuración del paisaje” (Molles, 2006). Sin embargo, los procesos en los que estamos interesados son aquellas transformaciones del paisaje efectuadas por el hombre en su quehacer y su cotidianidad. En este sentido, la degradación del



ambiente por causas antrópicas es una amenaza a la sostenibilidad del paisaje. Se entiende por sostenibilidad del paisaje la perdurabilidad de los espacios geográficos de modo que puedan ser disfrutados y usufructuados por esta generación y las venideras. Un paisaje es sostenible en la medida que sus ecosistemas se conservan y garantizan la biodiversidad de las especies y la biodiversidad genética. La dimensión física de la sostenibilidad del paisaje se refiere a dejar intacta a lo largo del tiempo la estabilidad de los procesos de los ecosistemas contenidos en el espacio geográfico considerado, por tanto la degradación del paisaje puede ser cuantificada, haciendo uso de métricas espaciales en un tiempo especificado. El número de hectáreas/año intervenidas -degradadas- por la acción de la minería extractiva de aluvión es una medida de insostenibilidad del paisaje. Este tipo de minería deriva en un uso irracional de la tierra dejando arrasado todo el espacio donde se labora, es una acción destructora que no se puede igualar a actividad alguna. Se genera una destrucción de todo nicho ecológico desde la superficie hasta más de 10 metros de la capa de suelo, dejando el tejido de éste y la cobertura vegetal en un estado de deterioro que su recuperación sólo se puede lograr a muy largo plazo. Se puede construir un indicador de paisaje que cuantifique lo que se define como impacto paisajístico, es decir, la “perturbación en el paisaje provocada por un fenómeno natural o por la actividad humana” (OPC, 2004). El indicador definido por el área en hectáreas determina la acción antrópica sobre el ambiente y cuantifica la perturbación sobre el conjunto de paisajes y de los ecosistemas de la cuenca hidrográfica en cuestión.

Las actividades de la minería artesanal no solo deterioran los suelos y la cobertura vegetal, además sus desechos son vertidos al ambiente. Uno de los residuos del proceso de amalgamar los metales es el mercurio. Huidobro et alia (2004) estiman que el 90% del oro proveniente de este método de extracción es atrapado por el mercurio en la mezcla amalgamada. Esta amalgama se quema al aire libre para separar los metales, el mercurio se evapora y se deposita en el suelo, las plantas y en las aguas. Este tipo de proceso de producción genera sin cesar daños y alteraciones en el plano ecológico, ya que el mercurio vertido al ambiente pasa a las cadenas tróficas de la fauna terrestre y acuática. Veiga y Baker (2005) recomiendan muestrear el mercurio en peces por dos razones, en primer lugar para determinar las cantidades de mercurio que pueden pasar a los habitantes ribereños a través de la ingesta de peces y también para determinar la biodisponibilidad de mercurio debido a la minería artesanal, es decir, se desea determinar el impacto de la minería en las cadenas tróficas. Novo (2006) lo refiere de esta manera “ahora los tóxicos se vuelven contra nosotros, y acaban siempre reapareciendo en las cadenas tróficas de uno u otro modo”. En este caso, los peces actúan como bioindicadores mostrando los niveles de mercurio en sus tejidos. La determinación de mercurio en los peces es un indicador del impacto de las actividades mineras en las cuencas de los ríos de la Guayana Venezolana. Los numerosos impactos ambientales de la minería artesanal de pequeña escala son quizás los de mayor preocupación para muchos observadores del sector minero, se tienen “la contaminación mercurial y por cianuro, los desechos de restos y aguas residuales en los ríos, daños al río en zonas aluviales, alta sedimentación del río, daños por erosión, deforestación y destrucción del

paisaje” (MMSD, 2005). Sin embargo, de los daños a la biodiversidad no se hace referencia. La biodiversidad se comprende como variedad de vida. “Es un hecho no contestado que las actividades humanas han reducido la biodiversidad a escala mundial, nacional y regional y que esta tendencia continúa. Este hecho se evidencia en la pérdida de poblaciones vegetales y animales, en la extinción y en el agotamiento de especies y en la simplificación de comunidades y ecosistemas” (Krammer, 2003). Es inocultable que una intervención de este tipo no provoque impactos en la fauna y la flora de una región. La región de la Guayana Venezolana está considerada como región de alta biodiversidad, Boada y Gómez (2008) lo comentan así “muy probablemente países ubicados fuera de la franja cercana al Ecuador como Venezuela también podrían ser considerados países megadiversos“. Por la extensión y espesura de las selvas tropicales se pensaba que eran sistemas muy estables e imperturbables, sin embargo Margalef (1993) señala que:

La tradición naturalista veía que los sistemas de alta diversidad -los ejemplos típicos eran siempre la selva húmeda y el arrecife de coral- persistían por mucho tiempo conservando la misma forma, el mismo estilo, aunque no siempre la misma composición específica. En la misma tradición dichos sistemas se calificaban de estables aunque ahora se muestran demasiado vulnerables bajo la influencia del hombre, un importante factor que no estuvo presente mientras dichos sistemas se integraban históricamente.

La Cuenca del Río Caroní esta ubicada en el sur-oriente de la República Bolivariana de Venezuela, como se muestra en la figura 1. La población de la cuenca se puede ver en la tabla 1 que se adjunta a continuación, con sus respectivas tasas de natalidad.

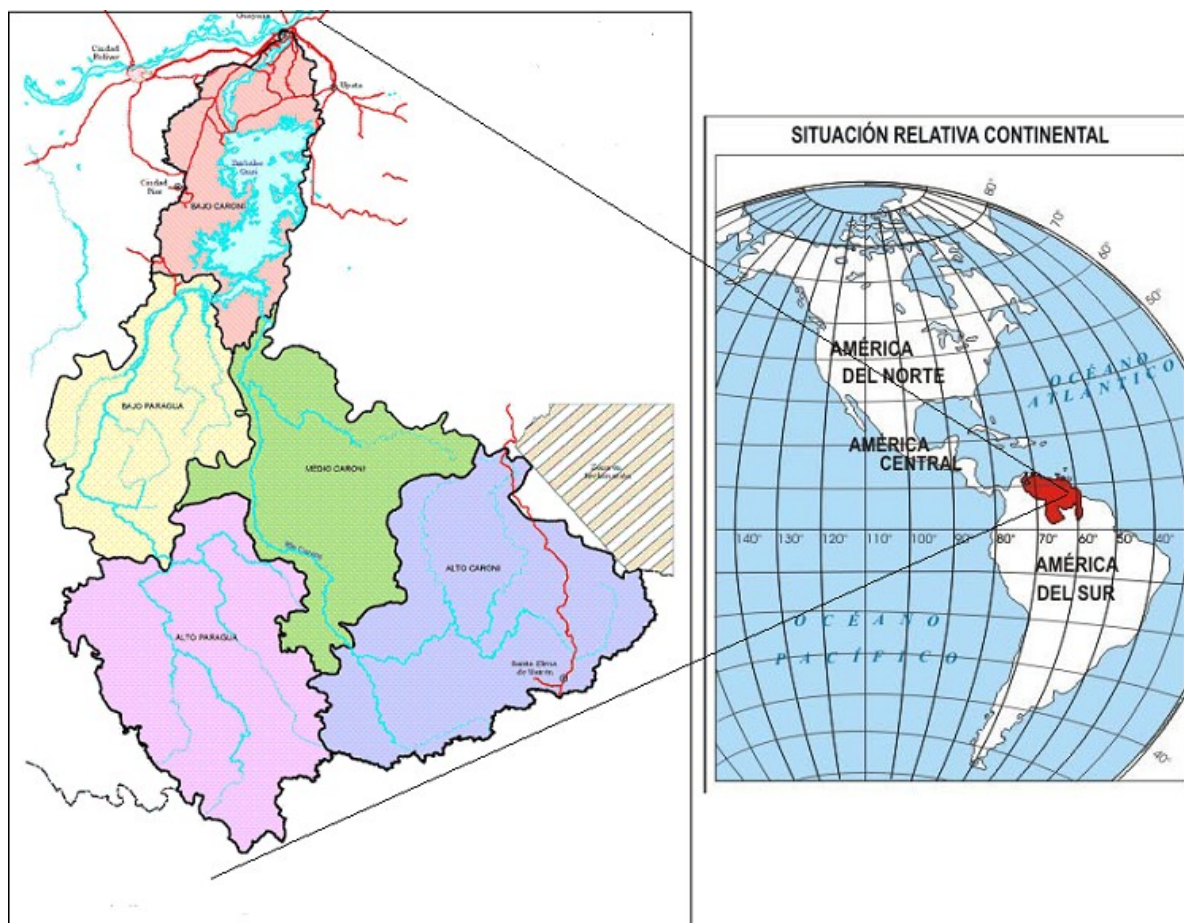
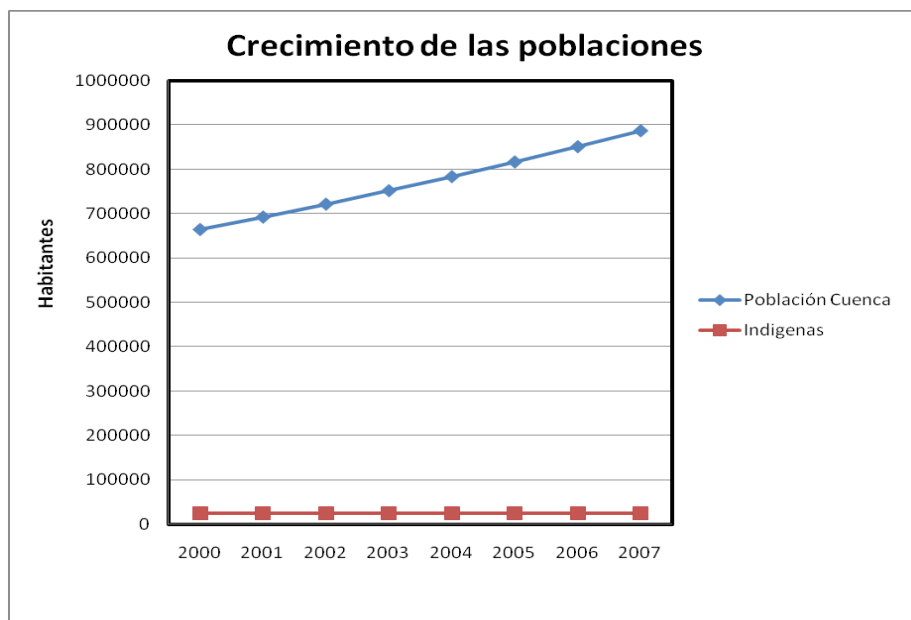


Figura 1. Ubicación geográfica de la cuenca del río Caroní. Fuente: Cartografía Nacional de Venezuela y CVG EDELCA.

	<b>Poblac Cuenca</b>	<b>Indígenas</b>
2000	664503	24341
2001	692479	24400
2002	721633	24458
2003	752015	24515
2004	783675	24572
2005	816669	24628
2006	851051	24684
2007	886881	24740

Tabla 1. Crecimiento de la población de la cuenca del río Caroní. Fuente: CVG (2004), Allais (2004) e Instituto Nacional de Estadística de Venezuela.

Una mirada simple al orden de crecimiento de la población no indígena y la población indígena mayoritariamente de la etnia Pemón, muestra una desproporción marcada. El gráfico 1 muestra esta idea adecuadamente



*Gráfico 1. Crecimiento de las poblaciones en la cuenca del río Caroní. Fuente: CVG (2004), Allais (2004) e Instituto Nacional de Estadística de Venezuela.*

Esta desproporción evidencia un punto de insostenibilidad ocasionada por la introducción de enfermedades en las regiones donde habitan los indígenas. Refiriéndose a la población indígena María Allais (2004) afirma que “los datos indican una fecundidad entre esta población de más del doble del índice obtenido para población no indígena”. Esta paradoja de crecimiento se explica sólo a través de una tasa de mortalidad elevada que lleva a poner en peligro la población originaria y autóctona de la cuenca.

#### **4.2 Identificación del Problema.**

Las cuencas de la Guayana Venezolana vienen siendo objeto de un deterioro sostenido, debido a actividades mineras que impactan y alteran los ecosistemas acuáticos y terrestres. Este impacto está afectando a las poblaciones indígenas que dependen de estos recursos naturales (agua, bosques, animales) para su supervivencia. En consecuencia se plantea diseñar un modelo que cuantifique los efectos de estas actividades humanas sobre la cuenca del río Caroní en términos de un marco para la sostenibilidad.

#### **4.3 Diseño de modelos de la situación observada.**

Los modelos se elaboraron con datos anuales, iniciando con el año 2000 hasta el 2007. Se

hicieron modelos de regresión múltiple para relacionar las variables estudiadas. Uno de los modelos que se planteó fue el de relacionar la cantidad de mercurio en peces ( $\mu$  g/gr) con la cantidad de sedimentos ( $\text{ton}/\text{Km}^2/\text{año}$ ) y las áreas intervenidas ( $\text{Km}^2$ ), los muestreos de mercurio en peces se obtuvieron de los datos aportados por la Corporación Venezolana de Guayana y el Programa de Mercurio de la Universidad Nacional Experimental de Guayana (Bermudez, 1999).

Con un valor de coeficiente de regresión múltiple  $r = 0,973$  y un valor de  $p=0,005$  (ANOVA) ecuación de regresión múltiple es:

$$\text{Hg}_{\text{peces}} = 0,140 + 0,07 \cdot \text{Sedimentos} + 0,004 \cdot \text{ÁreaInterv} + 0,001 \cdot \text{PobCuenca}$$

$\text{Hg}_{\text{peces}}$ : mercurio en el tejido de los peces ( $\mu$  g/gr)

Sedimentos: tasa de producción de sedimentos ( $\text{ton}/\text{Km}^2/\text{año}$ )

ÁreaInterv: área intervenida por la minería ( $\text{Km}^2$ )

PobCuenca: fracción de población de la cuenca (miles)

Cuando se ejecutó la regresión paso a paso para determinar la variable que aporta mayor “información” al modelo se encontró que es la tasa de producción de sedimentos. En el gráfico 2, se puede observar el escatograma entre  $\text{Hg}_{\text{peces}}$  y la tasa de producción de sedimentos, el coeficiente de correlación entre estas variables es de  $r=0,954$ .

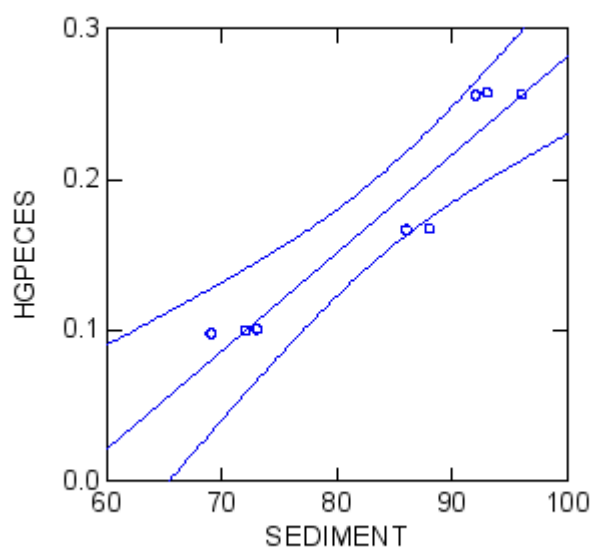


Grafico 2. Escatograma entre tasa de producción de sedimentos (SEDIMENT) y mercurio en peces (HGPECES).

Para modelar las áreas intervenidas se requirió de los datos de población en la cuenca y de la

cantidad de mineros en la cuenca. Dado que hay una gran parte de minería que es ilegal, obtener cantidades de estas variables es una tarea de estimación. A partir de los datos para Latinoamérica, aportados en el trabajo de Huidobro (2004), se determinó un modelo de regresión no lineal que estima a partir de las toneladas de oro producido la cantidad de mineros. En el gráfico 3 podemos observar el ajuste no lineal para los datos.

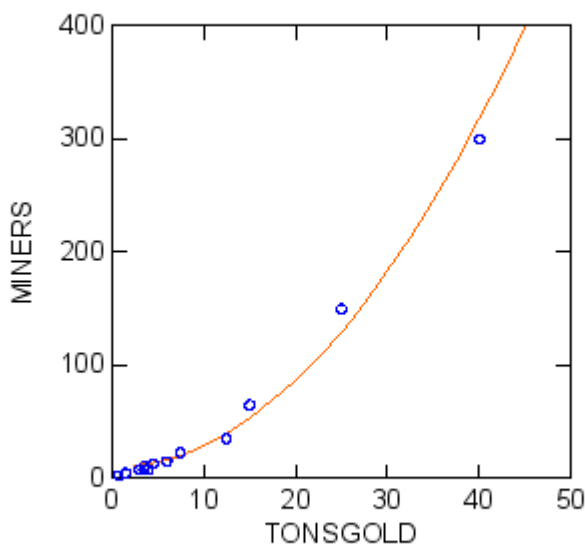


Gráfico 3. Ajuste no lineal entre la cantidad de mineros (MINERS) y la producción de oro artesanal (TONSGOLD). Fuente Huidobro (2004).

$Y_{\text{mineros}} = 10 + 0,20 \cdot \text{Toneladas}^2$ , el valor del coeficiente de determinación no lineal corregido es  $r^2 = 0,985$ . Una vez se determinó el número de mineros, se hizo una regresión múltiple para validar las áreas intervenidas.

Para un valor de coeficiente de determinación múltiple ajustado  $r^2 = 0,995$  y un valor de  $p = 0,000$  (ANOVA), el modelo de regresión que relaciona las áreas intervenidas con la población de la cuenca y el número de mineros viene dado por la siguiente ecuación:

$$\text{Área}_{\text{Interv}} = 23635 - 0,09 \cdot \text{PobCuenca} + 1,85 \cdot \text{Mineros}$$

AreaInterv: área intervenida por la minería (Km<sup>2</sup>)

PobCuenca: fracción de población de la cuenca (miles)

Mineros: número de mineros estimados en la región intervenida.

La regresión paso a paso consideró las dos variables del modelo. En la gráfica 3 se puede observar la relación entre las áreas intervenidas y el número de mineros estimados.

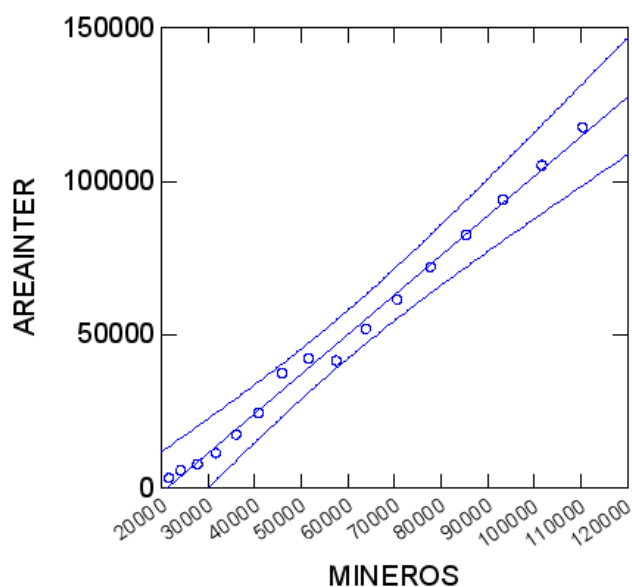


Gráfico 4. Áreas intervenidas (AREAINTER) en función del número de mineros (MINEROS).

Para realizar los pronósticos (previsión) para los años 2008-2015, se utilizó un modelo cuya ecuación se muestra a continuación:

$$y_{t+1} = \beta \cdot y_t + \beta \cdot (1-\beta) \cdot y_{t-1} + \beta \cdot (1-\beta)^2 \cdot y_{t-2} + \beta \cdot (1-\beta)^3 \cdot y_{t-3} \dots$$

Para ejecutar los escenarios se dan valores al coeficiente  $\beta$  ( $0 < \beta < 1$ ) para obtener la serie de valores para calcular los indicadores y determinar el Índice de Sostenibilidad. En la tabla 2 se muestra la ejecución del modelo para los valores  $y_{t+1}$  con  $\beta = 0,5$ , allí se pueden observar los resultados estimados para los años 2008-2015.

año	Hgpeces	Índice Hgpeces	Proporción indígenas	Índice Proporción indígenas	Área intervenida	Índice Área intervenida	Índice SOST
2000	0.098000	2.656150	0.036630	4.957219	3257.0	2.286319	6.67
2001	0.099960	2.720572	0.035236	4.568611	5789.0	2.702862	6.38
2002	0.100940	2.752770	0.033892	4.194194	7852.0	3.042250	6.13
2003	0.167000	4.924045	0.032599	3.833817	11380.0	3.622647	5.10
2004	0.167501	4.940512	0.031355	3.486998	17461.0	4.623042	4.64
2005	0.256000	7.849301	0.030157	3.153234	24523.0	5.784823	3.17
2006	0.257869	7.910725	0.029005	2.832066	37412.0	7.905214	2.34
2007	0.256512	7.866129	0.027895	2.522939	42297.0	8.708853	1.98
2008	0.174466	5.169449	0.036203	4.838251	21369.3	5.265996	4.80
2009	0.171679	5.077833	0.037419	5.177154	21335.6	5.260453	4.95
2010	0.169675	5.011975	0.038749	5.547730	21241.9	5.245047	5.10
2011	0.167637	4.944982	0.040210	5.954820	21141.4	5.228518	5.26
2012	0.163988	4.825045	0.041823	6.404289	20985.6	5.202874	5.46
2013	0.160342	4.705222	0.043613	6.903310	20743.6	5.163062	5.68
2014	0.152967	4.462812	0.045613	7.460752	20269.4	5.085055	5.97
2015	0.144438	4.182479	0.048139	8.164616	18980.3	4.872986	6.37

*Tabla 2. Valores reales (2000-2007) y valores obtenidos (2008-2015) a partir de los modelos y la ecuación de pronóstico. Fuente: Años 2000-2007 Corporación Venezolana de Guayana e Instituto de Estadísticas de Venezuela. Años 2008-2015 estimaciones a partir de los modelos.*



#### 4.4 Construcción de indicadores e índices de sostenibilidad

Los indicadores son “variables que resumen o que de alguna manera simplifican información relevante, vuelven visibles o perceptibles fenómenos de interés y cuantifican, miden y comunican información relevante, algunos indicadores pueden ser utilizados para evaluar una condición o fenómeno” (Gallopín, 2006). Para Xercavins (2005) los indicadores son “herramientas que comunican información relevante de una manera simplificada de un determinado fenómeno”. Todo indicador que nos de cuenta de la acción que hace viable o inviable un sistema social o un sistema ecológico, será por ende un indicador de sostenibilidad. A partir de los modelos y las relaciones estudiadas se elaboraron tres indicadores: Mercurio en Peces, Proporción de Indígenas y Áreas Intervenidas, utilizando estos indicadores se construyó un índice de sostenibilidad que pondera con igual peso los valores de los tres indicadores mencionados. Para construir los indicadores se utilizaron los datos originales y algunas estimaciones para los datos faltantes en las matrices. Bohringer y Jochem (2007) recomiendan normalizar los indicadores para hacerlos comparables y transformarlos a una escala común. En la tabla 3 se muestra el proceso de obtención del indicador de la proporción de indígenas en la cuenca del río Caroní.

	Población Cuenca	Indígenas en la cuenca	Proporción de indígenas	Normalización del indicador	Indicador (1-10)
2000	664503	24341	0.0366	1.48327	7.47
2001	692479	24400	0.0352	1.02710	6.71
2002	721633	24458	0.0339	0.58759	5.98
2003	752015	24515	0.0326	0.16455	5.27
2004	783675	24572	0.0314	-0.24256	4.60
2005	816669	24628	0.0302	-0.63436	3.94
2006	851051	24684	0.0290	-1.01136	3.31
2007	886881	24740	0.0279	-1.37424	2.71

*Tabla 3. Indicador de proporción de indígenas en la Cuenca.*

Una vez se obtiene la proporción, los valores resultantes se normalizan y se transforman a la escala del indicador de sostenibilidad que se determina en este estudio, la escala para los indicadores está comprendida en el rango 1-10.

#### 4.1 Análisis de los resultados

El Escenario I considera que las cosas sigan igual. El gráfico 5 muestra la evolución de los indicadores para este escenario. En este escenario se pueden observar tendencias hacia el deterioro de todos los indicadores. Un aumento del mercurio en los peces, una disminución de la

proporción de indígenas y un aumento sostenido de las áreas intervenidas.

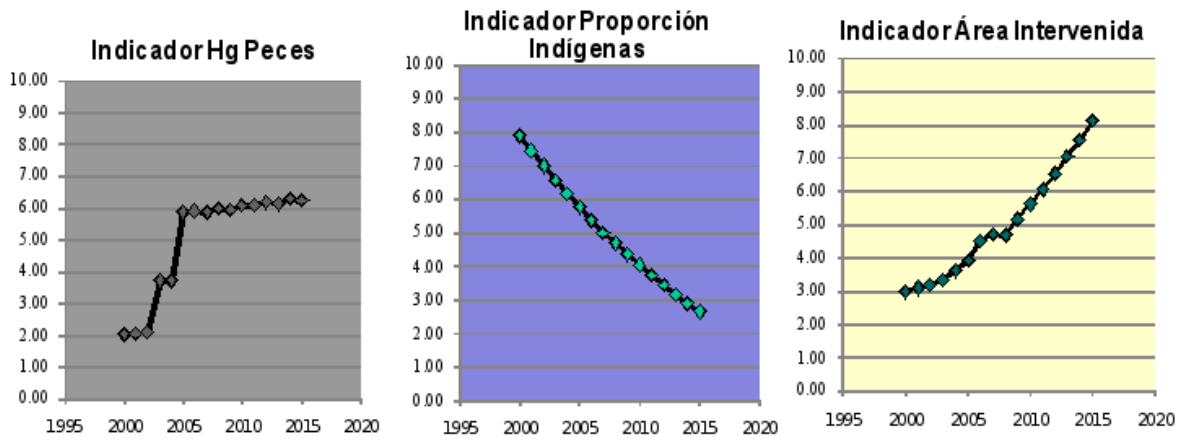


Grafico 5. Evolución de los Indicadores si todo sigue igual.

Puede notarse que el indicador de mercurio en los peces sigue aumentando, la proporción de indígenas sigue su declive y el indicador que da cuenta de las áreas intervenidas sigue creciendo. El gráfico 6 muestra el Índice de Sostenibilidad para el Escenario I. Este índice fue calculado ponderando cada uno de los indicadores utilizados con igual peso, por tanto, la escala del índice queda comprendida en el rango 1-10, de igual manera que los indicadores utilizados.

## Índice de Sostenibilidad

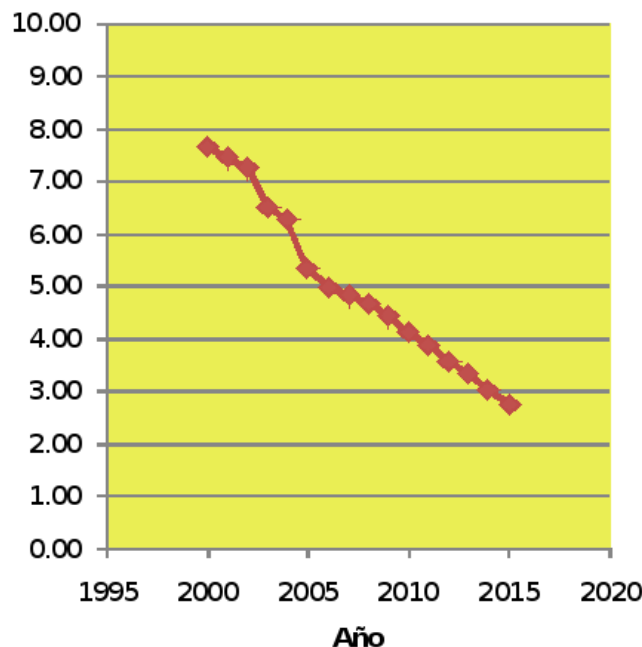


Gráfico 6. Índice de Sostenibilidad para el Escenario I: dejar que las cosas continúen de igual manera.

Para el Escenario II se consideró una disminución de las actividades, de tal forma que los indicadores de mercurio en peces y áreas intervenidas pudiesen mostrar una recuperación, es decir un descenso notable. El gráfico 7 muestra la tendencia de los indicadores evaluados en la cuenca.

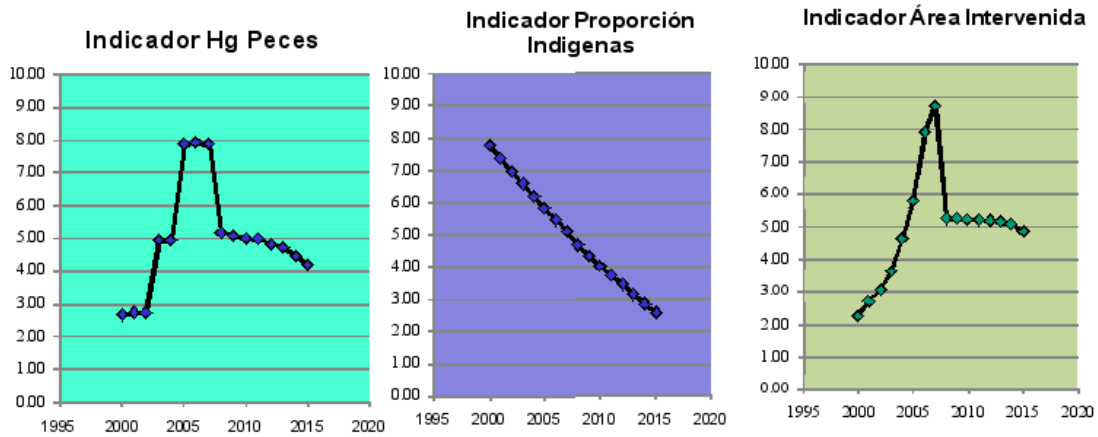


Gráfico 7. Indicadores del Escenario II relacionado con una disminución de la actividad minera.

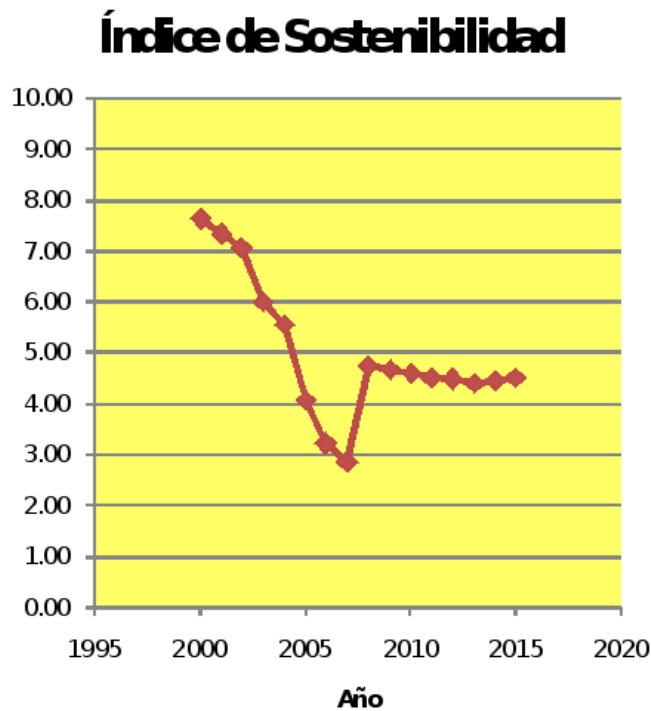


Gráfico 8. Índice de sostenibilidad para el Escenario II: disminución de la actividad minera.

Obsérvese que el indicador correspondiente a la proporción de indígenas no sufre alteración alguna en este escenario. El gráfico 8 muestra el índice de sostenibilidad para el Escenario II.

El Escenario III, considera la disminución de la actividad minera y la introducción de mejoras en la condición de salud de los indígenas de tal modo que se revierta la tendencia decreciente de la proporción de la población indígena. En los gráficos 9 y 10 se puede ver la evolución de los indicadores y el índice de Sostenibilidad para este último escenario.

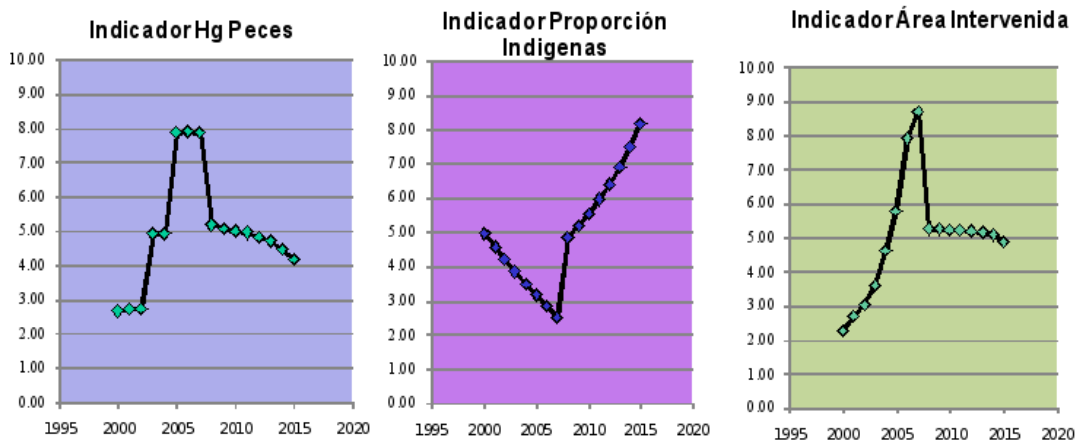


Gráfico 9. Indicadores del Escenario III, relacionado con una disminución de la actividad minera y mejora de las condiciones de salud de los indígenas.

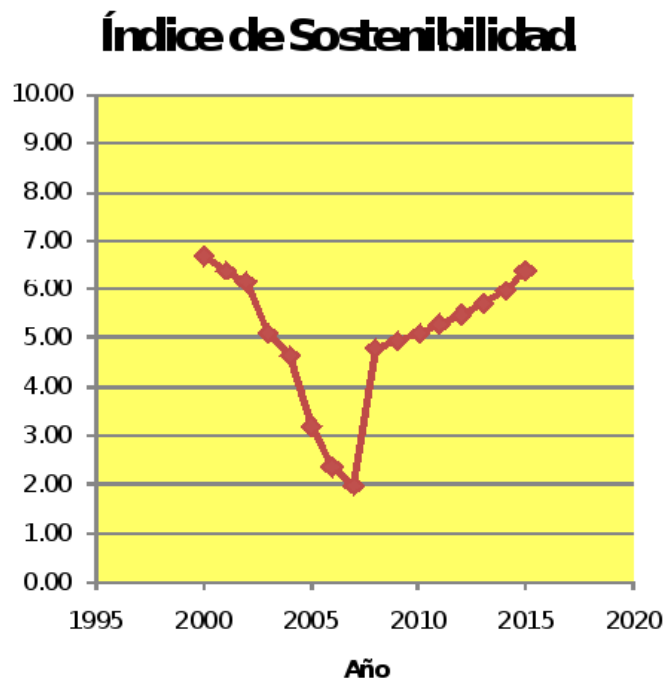


Gráfico 10. Índice de Sostenibilidad para el Escenario III: disminución de la actividad minera y una mejora a la condición sanitaria indígena.

## 5 Conclusiones

La evaluación de la sostenibilidad en la cuenca del río Caroní muestra que de seguir las tendencias actuales observadas en el Escenario I, la contaminación mercurial en peces y las áreas intervenidas se incrementarían. De no tomar medidas inmediatas, los efectos de la minería en cuanto a contaminación y degradación del paisaje se incrementarían notablemente.

De acuerdo al Escenario III, para revertir la situación decreciente de la proporción de la población indígena en la cuenca se hace necesario introducir mejoras en sus condiciones de salubridad de manera que la tasa de mortalidad disminuya.

La sostenibilidad es una categoría conceptual que requiere de un enfoque transdisciplinario para poder abordar la dificultad de su complejidad, en ese sentido múltiples disciplinas deben converger para lograr cuantificarla utilizando modelos que representen la realidad observada.

## Bibliografía

- Allais, M. (2004). "La población indígena de Venezuela según los censos nacionales". Cambio demográfico y desigualdad social en Venezuela al inicio del tercer milenio. Caracas: Instituto Nacional de Estadística.
- Antequera, J., et alia. (2005). "Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un modelo para construir". Sostenible? Terrassa: Cátedra UNESCO en Tecnología, Desarrollo Sostenible y Cambio Global. N° 7. p 95-118.
- Bermudez, D., et alia. (1999) "Mercury exposure through fish consumption in riparian population at reservoir Guri using nuclear techniques, Bolivar State Venezuela" en Health impacts of Mercury Cycling in contaminated environments studied by nuclear techniques. International Atomic Energy Agency. Ljubljana, Slovenia.
- Boada, M. y Gómez, F. (2008). "Biodiversidad". Barcelona: Rubes Editorial.
- BOE (2008). Boletín Oficial del Estado. N° 31. Instrumento de Ratificación del Convenio Europeo del Paisaje. España. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2008/02/05/pdfs/A06259-06263.pdf>
- Bohringer, C. y Jochem, P. (2007). Measuring the immensurable. A survey of sustainability indices. Elsevier. Ecological Economics 63. p 1-8.
- Burel F. y Baudry J. (2002). "Ecología del Paisaje. Conceptos, métodos y aplicaciones". Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Corporación Venezolana de Guayana (2004). "La cuenca del Río Caroní. Una visión en cifras". CVG Electrificación del Caroní.
- Erias, A. y Alvarez-Campana, G. (2007). "Evaluación Ambiental y Desarrollo Sostenible". Madrid: Ediciones Pirámide.
- Gallopin, G. (2006). "Los Indicadores de Desarrollo Sostenible: Aspectos Metodológicos y Conceptuales". Seminario de Expertos sobre Indicadores de Sostenibilidad en la formulación y seguimiento de políticas. FAO.
- Huidobro, P. et alia. (2004). "Strategies to Reduce Hg exposure in Artisanal and Small-Scale Miners". Regional Awareness Raising Workshop on Mercury Pollution, Dakar.
- Kramer, F. (2003). "Educación Ambiental para el desarrollo sostenible". Madrid: Los libros de la Catarata.

- Margalef, R. (1993). "Teoría de los Sistemas Ecológicos". Barcelona: Publicaciones de la Universidad de Barcelona.
- Meadows, D. et alia. (2006). "Los límites de crecimiento 30 años después". Barcelona: Galaxia Gutenberg.
- MMSD (2005) The Mining, Minerals and Sustainable development Project". Communities and Small-scale Mining. Disponible en: [http://www.artisanalmining.org/UserFiles/file/AMS\\_finalreport\\_13.pdf](http://www.artisanalmining.org/UserFiles/file/AMS_finalreport_13.pdf)
- Molles, M. (2006). Ecología. Conceptos y aplicaciones. Madrid: Mc Graw Hill-Interamericana
- Novo, María. (2006). "El Desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa". Madrid: Pearson Educación.
- Observatorio del Paisaje de Cataluña (OPC, 2004). Glosario. Disponible en: <http://www.catpaisatge.net/esp/glossari.php?id=50>
- Patton, C. P. y Kramer, F. (1983). "Curso de Geografía Física". Barcelona: Vincent Vives Ediciones.
- Sanjaume, M. y Batalla, R. (1966). "Teoría y Métodos en Geografía Física". Madrid: Editorial Síntesis.
- Sureda, B. y Felipe J. (2007). "Proposta metodològica per a l'anàlisi de la sostenibilitat urbana, utilitzant indicadors i índexs, implementats i analitzats amb un sistema de suport a la decisió". Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo. Nº 2. p. 4-19.
- Veiga, M. y Baker, R. (2005). "Protocols for Environmental and Health Assesment of Mercury realeased by Artisanal and Small-Scale Miners". Global Mercury Project. UNIDO. p 1-170.
- Xercavins, J. et alia. (2005). "Desarrollo Sostenible". Cornell de Llobgat: Ediciones Universidad Politècnica de Cataluña.
- Zoido, F. (2003). "Un nuevo horizonte para la geografía en los estudios y aplicaciones sobre el paisaje". Banco de buenas prácticas de Geografía. Nº 1. Disponible en: [http://www.geografos.org/nuevaweb/seccion/78\\_Banco%20Buenas%20Pr%20E1cticas%20n1.pdf](http://www.geografos.org/nuevaweb/seccion/78_Banco%20Buenas%20Pr%20E1cticas%20n1.pdf)

## **Avances en la Gestión Integral del Agua Lluvia (GIALL): Contribuciones al consumo sostenible del agua, el caso de “Lluviatl” en México**

**Margarita Pacheco Montes**

Consultora en Planificación Ambiental  
Miembro de la Red Latinoamericana de Estudios Ambientales Urbanos  
margapacheco@gmail.com

### **Resumen**

El uso consciente del agua de lluvia contribuye a la construcción de la sostenibilidad urbana. La identificación de una variedad de experiencias exitosas pero aisladas y fragmentadas a nivel local e internacional, permiten destacar el potencial de la gestión integral del agua lluvia (GIALL). Esta es una opción para acceder al agua potable y a alternativas de saneamiento. El uso planificado de la lluvia debería garantizar la soberanía alimentaria, la recarga de acuíferos, facilitar la reducción de desastres y la supervivencia de ecosistemas estratégicos. Tiene además una dimensión cultural que contribuye a preservar valores y símbolos locales y afianza la responsabilidad femenina en la gestión del recurso. El artículo busca destacar algunas buenas prácticas tales como las realizadas en el Colegio de Posgraduados con el consumo de “Lluviatl” en México, el rol de la cultura raizal y de género en el uso del “Acueducto Celestial” en las islas de San Andrés y Providencia en el Caribe Colombiano y otras prácticas ancestrales y modernas en muchas regiones de la India. Se concluye con la necesidad de abrir espacios políticos a la GIALL, con el fin de que esta se incluya en el marco de políticas y operaciones que contribuyen a la sostenibilidad urbana.

**Descriptor:** Gestión Integral del Agua Lluvia (GIALL), valores culturales y de género en la gestión del agua.

\* \* \*

**Title:** Progress made in Integrated Rainwater Management (IRWM): Contributions to Sustainable Water Consumption, “Lluviatl”, a case study in Mexico

**Abstract:** A committed use of rainwater contributes to build urban sustainability. The identification of a variety of good but isolated and fragmented practices at local and international levels permits to highlight the potential of Integrated Rainwater Management (IRWM). This is a key option to access freshwater and alternatives to sanitation. An adequate planning of rainwater utilization should ensure food sovereignty, aquifer recharge; facilitate disaster reduction and survival of strategic ecosystems. It also has a cultural dimension contributing to preserve values and local symbols and fosters female responsibility in water resources management. The article searches to present some good practices such as “Lluviatl” consumption, implemented by the School of Posgraduates in Mexico, the role of local gender culture in the use of “The Celestial Acueduct” in San Andres and Old Providence islands in the Colombian Caribbean, and other ancient and modern rain practices in many regions in India. The article concludes with the need of opening political spaces to IRWM, and suggests its inclusion within policy and operational frameworks contributing to urban sustainability.

**Keywords:** Integrated Rainwater Management (IRWM), cultural and gender values in water management.

## **1 La demanda de agua en un mundo en proceso de urbanización**

El agua es esencial para la sostenibilidad urbana. En el año 2000, al menos 1.1 Billones de la población mundial (una entre 5 personas) no tenía acceso al agua potable<sup>1</sup>. Según el Manual para la Utilización del Agua Lluvia (UNHABITAT, 2005), el reto está en hacer que la expansión urbana y el crecimiento económico sean sostenibles, equitativos y eficientes. Desafortunadamente, la realidad muestra que el papel positivo de la urbanización esta sombreado por un crecimiento desordenado de las ciudades, con altas tasas de migración y deficiencias en la infraestructura para atender las necesidades de nueva población urbana en materia de agua y saneamiento. Para el año 2025, la población mundial habrá aumentado en mas de 2 mil 600 millones, las dos terceras partes estarán viviendo en condiciones de escasez de agua, y la tercera parte en escasez total de agua<sup>2</sup>. Más inquietante son los pronósticos actuales en cuanto a la disponibilidad de agua en distintas regiones del planeta, la cual está disminuyendo constantemente y los riesgos de salud están en aumento (UNHABITAT, 2005, p.2). A esta situación se suma la disponibilidad y aumento de los precios de los alimentos y los efectos colaterales de los cambios climáticos, que están afectando la oferta de servicios de los ecosistemas. El grito de alarma de la actual situación de crisis planetaria (Fao, 2008) exige repensar el paradigma del desarrollo urbano y las formas centralizadas de suministro de los servicios en las ciudades. Es en este contexto que las opciones descentralizadas de suministro de



agua, como lo ha sido la captación del agua lluvia en el pasado en muchas culturas, requieren ser seriamente consideradas como alternativa viable para reducir la presión sobre la demanda creciente de agua entubada.

La Captación de Agua Pluvial (CAP) es el término utilizado tradicionalmente para la recolección de agua lluvia (Gleason, 2005, p. 15) en países húmedos y áridos, en contextos de pobreza y de riqueza, para el abastecimiento de agua en los hogares, la producción agrícola y el mantenimiento de espacios verdes y ecosistemas estratégicos para la vida urbana (Márquez, 1996). La planificación y la gestión del agua lluvia puede también reducir riesgos, prevenir daños a la salud y mitigar desastres. Se presentan situaciones en las cuales la estructura geológica de los suelos contiene arsénico u otra sustancia peligrosa que contamina el agua de los pozos y aljibes. Los beneficios del uso de la lluvia van más allá del uso para consumo humano y animal. Nutre la conservación de bosques y humedales y disminuye la presión sobre acuíferos y proyectos de construcción de nuevas presas para el abastecimiento urbano (Gleason, 2005, p 16).

Desde el 2002, en la Cumbre de Desarrollo Sostenible en Johannesburgo se inició un posicionamiento del agua lluvia en las agendas políticas nacionales e internacionales<sup>3</sup>, lo cual ha permitido ir cambiando lentamente la racionalidad sobre el despilfarro del recurso pluvial y repensar el paradigma de la centralización del suministro del agua potable en zonas urbanas y peri-urbanas.

La existencia de redes y grupos de presión a nivel nacional han permitido introducir de manera innovadora propuestas descentralizadas dando mayores responsabilidades al consumidor de agua. En la gran mayoría de las ciudades del trópico, la normativa urbanística exige la instalación de redes de agua y de alcantarillado “entubados”, como la solución técnica y urbanística ideal, pero no se ofrecen aún opciones complementarias para reducir la presión sobre los ecosistemas estratégicos ni programas de educación y cultura ciudadana para cambiar actitudes urbanas de ahorro de lluvia.

La propuesta sobre la cual trabajan los nacientes grupos de presión, sobretodo en la India<sup>4</sup>, se centra es una estrategia de aprovechamiento y reutilización del agua de lluvia captada in situ, con miras a producir el mínimo de residuos líquidos. Ya se ha iniciado en ciudades Europeas (Berlín y Ginebra son unos buenos ejemplos), donde se utiliza el agua lluvia no tratada en usos urbanos, limpieza de calles, riego de jardines, usos industriales, separando el agua potable para el consumo, del agua no tratada para otros usos urbanos. Tímidamente se introduce en ciudades de América Latina.

Existen grandes reticencias e intereses económicos que frenan la promoción del uso de un bien público como es el agua pluvial. La rentabilidad económica de las empresas de servicios y las ganancias del sector multinacional que maneja los acueductos urbanos, no han manifestado mayor interés en auto-generar competencia aceptando usos complementarios con agua gratuita, de libre acceso y sin costo para el consumidor. La promoción de comportamientos de ahorro y reciclaje del agua se hace con referencia al agua entubada, con miras a limitar el consumo pero

no a reducir significativamente el residuo de líquidos para llegar a cero-desechos. Esta sería la meta ideal para la sostenibilidad, respetuosa del ciclo hidrológico.

Los avances en la gestión del agua lluvia son poco alentadores a pesar de la crítica situación del agua en muchas ciudades. El cambio hacia el paradigma de la autosuficiencia y residuo-cero de agua incluye necesariamente opciones que estimulen la ética del consumidor y la responsabilidad de la ciudadanía en el manejo de los recursos naturales y en la adaptación al cambio climático.

## **2 Un Enfoque integral para el Agua Lluvia**

Nadie discute que el agua es un recurso vital para la existencia del ser humano. La grave crisis que enfrenta el planeta en cuanto a su disponibilidad y calidad, reclama de nuestra creatividad y compromiso social para encontrar alternativas de solución. Existe la necesidad de analizar en una forma integral, el problema de la escasez, de la calidad y del comportamiento humano con el recurso agua. El mal manejo del recurso hídrico -a veces envuelto con actos de corrupción y enriquecimiento individual- aumenta la crisis en muchas regiones del mundo (Gleason, 2005, p. 11).

Según el reciente Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008 de Naciones Unidas, "Solidaridad humana en un mundo dividido", existen proyecciones sobre los cambios climáticos y las implicaciones en la disponibilidad de agua. Según el PICC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), los glaciares de montaña y la cobertura de nieve seguirán en retroceso (UNDP, 2006, p. 94). Con el aumento de las temperaturas, los cambios en las escorrentías y el aumento de la evaporación del agua, el cambio climático tendrá un impacto fuerte en la distribución del agua en el planeta y en los periodos de las corrientes. Según la proyección del Informe, extensas áreas del mundo en desarrollo están confrontadas al aumento de tensiones inminentes en la producción de alimentos. En el transcurso del siglo 21, la situación del agua declinará progresivamente, provocando enormes riesgos para la agricultura y la sostenibilidad de los asentamientos humanos.

El pronóstico global que se presenta es preocupante por ser generador de graves conflictos entre cuencas y territorios. Qué hacer ante el cambio climático global y la crisis anunciada del agua, particularmente donde existen enormes presiones urbanas y una falta de alimentos en aumento?

El uso consciente del agua de lluvia, en el marco de una Gestión Integral, podría constituirse en alternativa para disminuir los riesgos ante la situación descrita en dichas proyecciones. Este propósito implica inducir rápidos cambios de comportamiento frente a los recursos naturales, identificar y analizar el valor de las prácticas ancestrales y entender el ciclo hidrológico en todas sus dimensiones para repensar el paradigma del consumo actual del agua en la ciudad.

El marco conceptual de la Gestión Integral del Agua Lluvia, cuya construcción colectiva está en proceso de elaboración, es el fruto de aportes de la Alianza Internacional para la Gestión del Agua Lluvia (IRHA), de Asociación Internacional para Sistemas de Captación del Agua Lluvia (IRCSA), de miembros de Asociaciones Nacionales de Aprovechamiento del Agua Lluvia del

África del Este (SEARNET) y de instituciones académicas en México, Reino Unido, Australia y otros. Los intercambios, no siempre fáciles, entre redes, instituciones académicas, ONGs, autoridades y agencias donantes, permitieron establecer una primera categoría de usos y actividades del agua lluvia, implicaciones y propósitos que están por desarrollarse conceptualmente.

Los usos del agua de lluvia en la actualidad son:

- Domésticos y productivos
- Sanitarios y de higiene
- Protección de cuencas
- Soberanía alimentaria
- Conservación de suelos
- Recarga de acuíferos
- Preservación de ecosistemas estratégicos
- Prevención de desastres y estrategias de reconstrucción después de los desastres
- Usos simbólicos, lúdicos y sagrados

Los usos múltiples del agua lluvia tienen implicaciones económicas, sociales, culturales y de género en:

- Formulación de políticas, planes, programas y proyectos
- Cambios de comportamiento para valorar el bien público y reducir despilfarro
- Valorización de tradiciones y conocimiento local del medio natural
- Identificación de tecnologías y materiales locales
- Formación de nuevos oficios generadores de ingreso y empleo
- Transferencia e intercambios de tecnología
- Constitución de organizaciones sociales de gestor@s de agua lluvia
- Equilibrar los usos del agua por edad, equidad de género y discapacidades
- Monitoreos y evaluaciones de impactos en la sostenibilidad urbana y regional

Existe una gran cantidad de información dispersa sobre distintos usos e implicaciones de la GIALL. Los ejemplos de prácticas tradicionales y modernas en distintos contextos geográficos y climáticos, las tecnologías de los sistemas, el potencial multiplicador de experiencias, los efectos ambientales de la captación en los acuíferos y ecosistemas urbanos, son entre otros temas, relevantes para la construcción del marco conceptual de la GIALL.

### **3 La lluvia en culturas ancestrales y modernas**

Una variedad de prácticas ancestrales y modernas de manejo del agua lluvia destacan las dimensiones culturales de sistemas de recolección, de almacenamiento, transporte, distribución, transformación en alimento, mantenimiento y control de calidad del agua, a nivel familiar y comunitario, en áreas urbanas y rurales en varias regiones del mundo. Los ejemplos de la India, y en especial los estudios y prácticas realizadas por el Centro de Ciencias y Ambiente en Nueva Delhi (CSE India)<sup>5</sup>, dan buena cuenta de esta afirmación. Experiencias en varias regiones de la India, donde se ha avanzado en el posicionamiento político del uso urbano de la lluvia ilustran este procedimiento de valoración de culturas ancestrales del aprovechamiento del agua lluvia y su inclusión en programas urbanos y de ordenamiento territorial. En un enfoque integral, y en el contexto de las culturas de la India, el uso del agua lluvia tiene también funciones culturales, para el culto, la espiritualidad, para resaltar la feminidad y la arquitectura milenaria de templos y lugares sagrados. Los estudios y prácticas urbanas promovidas en la actualidad por el Centro para las Ciencias y el Ambiente en Nueva Delhi, destacan iniciativas urbanas en ciudades como Chennai, donde se ha construido el Centro de la Lluvia, centro educativo y de encuentro. El Centro tiene resonancia internacional.

Las prácticas ancestrales de uso del agua lluvia han existido a lo largo de la historia de la humanidad. Se asocian al conocimiento local del medio natural, a la periodicidad y volúmenes de precipitación durante las estaciones de lluvia, a la evaporación y temperaturas locales, al aprovechamiento de la topografía, al potencial de uso de las aguas superficiales y subterráneas, a la demanda de la población, y a las formas de apreciar el recurso hídrico en todas sus dimensiones económicas, culturales y sociales.



*Foto 1: Humedal urbano en Jaipur. La India tiene una milenaria tradición de uso del agua lluvia. Se construyeron con varios propósitos: recarga de acuíferos, almacenamiento del agua para los periodos de sequía, aprovechamiento del espacio lúdico y símbolo de poder del feudo medieval.*

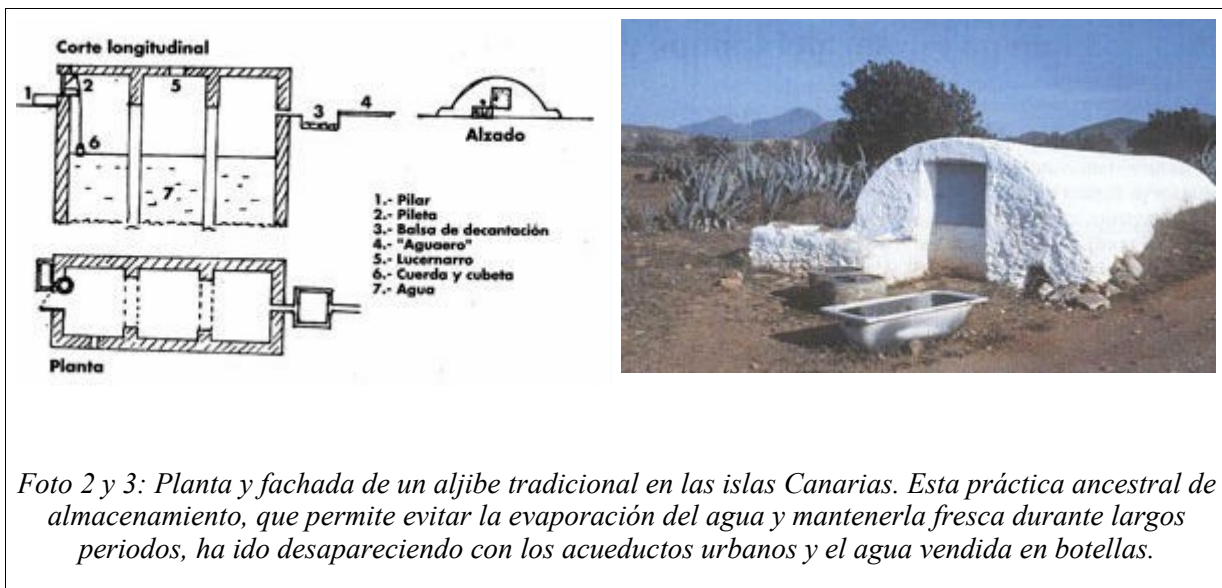
Los humedales urbanos, como el de Jaipur en la ilustración, fueron concebidos para captar y almacenar la lluvia estacional y cumplir la función de recarga de acuíferos, han servido también para prevenir riesgos de inundación en época de fuertes tormentas. Son sistemas de captación esencialmente planeados para garantizar el acceso al agua fresca, con dimensiones simbólicas de identidad regional, de paisaje urbano, para el disfrute y la recreación. En estas construcciones están también implícitos el poder religioso, el económico y de “casta”, inherentes a la estructura vertical de las sociedades de la India antigua y contemporánea.

A lo largo de la historia, la humanidad se ha servido del “Acueducto Celestial” (Avella, 2001) para satisfacer sus necesidades básicas. En culturas del norte de la India, con gran escasez de agua superficial y estaciones cortas de lluvia, se han construido sistemas hidráulicos urbanos y rurales, en su historia milenaria, aprovechando la época de lluvias. Las fortalezas y pueblos construidos para la defensa militar con sistemas de aprovisionamiento pluvial son un excelente ejemplo de planificación del recurso hídrico y conocimiento del clima y la topografía<sup>6</sup>.

La dimensión simbólica del agua lluvia se expresa también en las culturas precolombinas. En México (Jimenez, 2005, Anaya, 2005) las culturas precolombinas utilizaron sistemas hidráulicos sofisticados en los trazados urbanísticos de antiguas ciudades. La importancia del agua lluvia en

México y en particular en los centros urbanos de culturas Maya y Azteca, como es el caso de Chichen Itza y Teotihuacan. Ejemplos piloto modernos, promovidos por entidades académicas con apoyo de autoridades locales, abundan en México D.F., Querétaro, Autlan, Morelia, Monterrey y ciudades costeras del Pacífico y Golfo de México. El inventario de ejemplos a nivel internacional está por realizarse de forma sistemática, para que se constituya en plataforma inspiradora de estudios urbanos y de futura legislación.

En contextos insulares, como es el caso de la islas Canarias en España, el agua lluvia se almacena desde hace siglos en los aljibes y *corraleros*. Es común encontrarlos actualmente en toda la región sur y en las Islas Canarias



En contextos insulares del Caribe, como San Andrés y Providencia, la captación del agua lluvia (CALL) se realiza a nivel familiar y con gran autonomía por parte de las mujeres. Las cisternas familiares complementan los sistemas ineficientes del acueducto, promueve la autosuficiencia, la responsabilidad femenina en el control de calidad y mantienen el carácter simbólico del agua donada por el cielo. La arquitectura de las islas ha desarrollado el concepto de “cisterna con casa”, el cual permite almacenar volúmenes importantes del precioso líquido (Avella, 2001) y ejercer el concepto de “privatización familiar” del agua lluvia. Las mujeres son las encargadas del mantenimiento y distribución del agua, de su transformación en alimento y de los intercambios y donaciones de agua a vecinos con la necesidad.

Estas prácticas insulares tradicionales adaptadas a la vida moderna, son socialmente aceptadas y respetadas por la comunidad raizal. La calidad del agua familiar es responsabilidad de las mujeres adultas, así como de la distribución familiar y social. En áreas litorales e insulares con alta densidad de población, donde escasea el agua de superficie, el agua subterránea es con frecuencia salobre y puede estar contaminada por la proximidad de fosas sépticas, sustancias tóxicas provenientes de pesticidas y residuos sólidos (Avella, 2001). Estos son riesgos permanentes para la salud. Para satisfacer la demanda de población emigrada y del turismo, se

importa agua embotellada y se desaliniza el agua de mar a costos altísimos para la comunidad raizal. Estas formas de suministro de agua son insostenibles pero corresponden a la lógica imperante del mercado del agua en islas donde el servicio de agua entubada es deficiente. Con el libre mercado del agua importada, la oferta de agua desalinizada y el suministro de agua de pozo tratada, se ha ido perdiendo el potencial ambiental de los sistemas del agua lluvia, base de la supervivencia de la cultura local.



*Foto 4: Casa con Cisterna en San Andres, isla. En la cultura raizal de las islas del Archipiélago, las mujeres tienen la responsabilidad social del cuidado del agua lluvia para elaborar alimentos y agua a la familia.*

En varios países del África del Este, en particular en Kenya, con crecientes cambios climáticos y retroceso de nieves perpetuas, con un déficit creciente de agua urbana y variabilidad de temporales, las lluvias captadas en los techos o por escorrentía, alimentan acuíferos que nutren los pozos y aljibes de las viviendas, especialmente en sectores peri-urbanos y rurales. La práctica actual de captar agua lluvia, se hace de forma poco tecnificada y sin incentivos. Las asociaciones locales y nacionales de Gestores de Agua Lluvia<sup>7</sup> (Kenya Rainwater Association) han avanzado en el posicionamiento del tema en el ámbito político, de forma que ya existen programas rurales con sistemas tecnificados, especialmente para atender necesidades de seguridad alimentaria y producción de alimentos.

En países como la República Popular de China se ha ido resolviendo el problema de abastecimiento de agua a cinco millones de personas con la aplicación de estas tecnologías. En Japón, Korea, Alemania, Australia, y Singapur el agua de lluvia se potabiliza, lo que se traduce en un ahorro estimado del 15 por ciento del total que se utiliza. En Bangladesh se ha reducido la intoxicación por arsénico que se encuentra en el subsuelo contaminando el agua de pozo, con la utilización de sistemas de captación de agua de lluvia para uso doméstico. En el norte de Tailandia se han construido en los últimos años 10 millones de cisternas, utilizando los conocimientos de alfarería de comunidades rurales. En el nordeste del Brasil, la región más

afectada por la escasez de agua, el Programa del “Millón de cisternas” ha demostrado que es una opción viable para pequeños poblados. En las Islas Vírgenes, Islas Caicos y Turkos, entre otros, existe marcos legales y normativos que obligan a la captación de agua de lluvia de los techos (Anaya, 2005).

En ciudades como Berlín y Ginebra, ya existe legislación para la captación en techos y uso de esorrentías para prevenir inundaciones. Estas normas contribuyen al uso y re-uso del agua y a la reducción de volúmenes de desechos líquidos. En Suiza existe una legislación y ejemplos prácticos (Oficina Federal del Ambiente, 2000) que muestran como la infiltración, la retención y la evacuación superficial, son usos urbanos que permiten recargar los acuíferos y retener el agua lluvia para prevenir inundaciones. En Ginebra, existen algunos ejemplos como los techos y jardines-terraza, adaptados para retener la lluvia, humedales construidos. Existe una legislación sobre el uso de la lluvia para la prevención de inundaciones, el mantenimiento de los espacios públicos y el lavado de calles y andenes de la ciudad.

En México, el Centro Internacional para la Formación y Demostración sobre el Aprovechamiento del Agua Lluvia (Cidecalli), del Colegio de Posgraduados, dirigido por el Profesor Anaya, provee información valiosa para demostrar los beneficios comunitarios de sistemas de captación del agua pluvial, en particular en zonas marginales y en comunidades de bajos recursos. A pesar de muchos años de experimentación y ejecución de proyectos rurales, subsisten dificultades de incluir la lluvia en la agenda política de los Estados. En el capítulo 5 se detalla dicha experiencia.



*Foto 5: Laboratorio en el Campus Universitario del Colegio de Posgraduados y sede del Centro Internacional de Formación para el Aprovechamiento del Agua Lluvia, Cidecalli en Texcoco, Mexico.*

Las instituciones de formación para la gestión del agua lluvia, en el Sureste de Asia, y la otra, más reciente, en Latinoamérica, están contribuyendo con proyectos concretos a demostrar la importancia de la Gestión Integral del Agua Lluvia para la sostenibilidad urbana y regional. La actividad académica de dos jóvenes Profesores, Arturo Gleason del Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño de la Universidad de Guadalajara y de Ilan Adler de la Universidad Alliant en México, también ha contribuido a la formación y puesta en marcha de proyectos piloto urbanos con tecnologías de bajo costo. Tiene también el fin posicionar el enfoque integral del agua en el contexto urbano de México<sup>8</sup>.



En África del Este, la Red de Asociaciones Nacionales de Gestores de Agua Lluvia Searnat<sup>9</sup>, ha sido muy eficiente para convocar asociaciones y mantener el intercambio de experiencias entre nuevas entidades gremiales en Kenya, Etiopía, Uganda, Zambia, Rwanda, Botswana, Malawi, Burundi, Zimbabwe y África del Sur. La SEARNET de África es la más activa en el continente y tiene el mérito de haber generado un modelo regional de intercambio de experiencias que ha sido estimulante para las nuevas asociaciones nacionales del sur y oeste del continente.

En cada una de las instituciones mencionadas ubicadas en tres continentes, el posicionamiento de la GIALL es relevante. La promoción que realizan las dos redes internacionales promotoras de la gestión del agua lluvia, las actividades académicas, proyectos piloto, cabildeo, posicionamiento político y la oferta de servicios de asistencia técnica para demostrar la viabilidad de la Gestión Integral del Agua Lluvia (GIALL) son insuficientes para cambiar actitudes urbanas frente al recurso pluvial. A pesar del cabildeo de las redes y asociaciones, del interés que suscita el tema y de las oportunidades de contribuir con la opción GIALL a los Objetivos del Milenio, la racionalidad económica prima sobre el uso de un bien común. El despilfarro y la indiferencia ante las limitaciones del recurso agua son argumentos en contra de la sostenibilidad.

El acceso a las fuentes de agua para el consumo humano en zonas peri-urbanas y rurales, sigue siendo, en los países tropicales, un desafío para cumplir con los Objetivos del Milenio. El reducir a la mitad el número de personas sin acceso al agua potable y al saneamiento en el mundo actual al 2015 parece un imposible. Según el Informe de Desarrollo Humano 2007/2008 del PNUD, se admite que se avanza muy lentamente.

#### **4 Mitos y realidades del Agua Lluvia**

Existen mitos, leyendas y argumentos en pro y en contra del aprovechamiento de la lluvia. La ciudadanía se protege de la lluvia y cuando hace mal tiempo, es tiempo de lluvias. El agua llovida corre por las calles pavimentadas, genera congestión vehicular, inundaciones y escorrentías que se mezclan con las aguas servidas. Las aguas residuales van a parar a colectores combinados, mezclando inútilmente dos calidades de agua, que juntas van desapareciendo en alcantarillas, ríos y en el mar. Las lluvias huracanadas, los ciclones y fuerzas destructoras de la naturaleza, son también realidades que afectan grandes extensiones territoriales. Estos desastres inevitables exigen prever las dificultades de acceso al agua potable durante y después del evento. La captación selectiva y el almacenamiento preventivo del agua lluvia en cisternas previstas para las anunciadas emergencias y para los programas de ayuda humanitaria, serían parte de los preparativos para las catástrofes.

La sensibilidad hacia la sostenibilidad urbana busca que el consumidor de agua cuestione de dónde proviene, cómo se trata en la fuente, cómo se distribuye y cuál es su destino final. Paga por un servicio público que tiene amplia cobertura, garantiza la calidad evitando enfermedades gastrointestinales y se espera que el suministro sea de forma permanente. En muchos casos, sobre todo en zonas peri-urbanas y en ciudades pequeñas de países tropicales, el acueducto carece

de estas virtudes. Los sistemas de acueducto convencionales, con sus redes subterráneas e invisibles, proveen agua de presas cada vez más distantes de los centros urbanos, afectando cuencas y ecosistemas rurales. Esta forma de consumo del agua es insostenible.

Para avanzar en este marco, se requiere aunar esfuerzos de muchos actores y disciplinas, generar nuevos conocimientos interdisciplinarios y bases teóricas para evaluar las opciones de sostenibilidad del agua en la ciudad.

Existen otros ejemplos que empiezan a desmitificar el uso de la lluvia: En la ciudad de Manizales, se ha puesto en marcha un programa de recuperación del agua lluvia para el lavado de vehículos y la generación de ingresos de personas reinsertadas a la vida civil. Aunque a pequeña escala, este tipo de iniciativas locales responden a una necesidad de empleo que bien podría reproducirse en otras ciudades con población desempleada.

Es el caso de las ciudades de Quibdó y Buenaventura, ubicadas en el litoral Pacífico de Colombia, una de las zonas más pobres y lluviosas del mundo, la población se queja de falta de agua potable. Los acueductos existentes no tienen la cobertura deseada ni la cantidad y calidad aceptable. Las enfermedades gastrointestinales ocupan el primer lugar en morbilidad y mortalidad infantil. Según un estudio del Banco Mundial, (Larsen, 2004)<sup>10</sup>, los mayores daños ambientales en Colombia causados por enfermedades relacionadas con el agua, la contaminación del aire, los desastres naturales tales como inundaciones y deslizamientos de tierra, deterioro del suelo y contaminación intramuros del aire, generan en su orden, los mayores costos sociales y económicos asociados con el deterioro ambiental urbano.



*Foto 6: Laboratorio Cidecalli, donde se capta, purifica y embotella la marca "Luviatl". México*



*Foto 7: El Puerto de Buenaventura, en el Pacífico Colombiano, muestra las construcciones con sus techos inutilizados para la captación de la lluvia. Irónicamente llueve todos los días pero la población se lamenta que no hay agua potable. La abundancia de lluvias es un recurso altamente desaprovechado.*

## **5 Avances en la Gestión del Agua de Lluvia: el caso de “Lluviatl”, Colegio de Posgraduados, en México**

Esta experiencia amerita mayor detalle por ser una práctica académica y comunitaria piloto, con potencial de replicabilidad en Ibero América.

En América Latina existen 100 millones de personas sin acceso a agua entubada<sup>11</sup>. Países como Costa Rica, Panamá y Haití tienen un gran interés en aplicar los conocimientos y experiencias del Colegio de Posgraduados de México (COLPOS) sobre sistemas de captación de agua de lluvia urbana y rural y experimentos piloto del Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua (Cidecalli). Allí se ha puesto en marcha un proceso de investigación y de formación que busca demostrar que el agua lluvia sirve para vivir y producir autosuficiencia alimentaria. El proyecto “Lluviatl” ha demostrado aportar beneficios sociales a comunidades aisladas en el Estado de México y ahorro de agua entubada con el consumo masivo de agua lluvia purificada en el campo universitario. Allí se capta la lluvia, se filtra y se produce y se distribuye el agua de lluvia embotellada.

# COLPOS I

## CISTERNA PARA USO DOMESTICO

### COMPONENTES

- CAPTACION: Techo, LOSA ABASE DE MUJERIA Y BOMBIJILLA
- SISTEMA DE CONDUCCION: ABASE DE CANALITAS DE LAMINA GALVANIZADA Y TUBERIA DE PVC
- ALMACEN CONDISPOSICION DE AGUA: CUBA REUBIERTACION DE 1000 LITROS DE PVC CON UNACAPACIDAD DE 4000 LITROS CUBIERTA CON LOSA DE MUJERIA Y BOMBIJILLA
- SISTEMA DE DISPOSICION DE AGUA: TAPACO MUN
- SISTEMA PARA REUTILIZACION DE AGUA: JABONOSAS
- COSTO: \$22,543.7

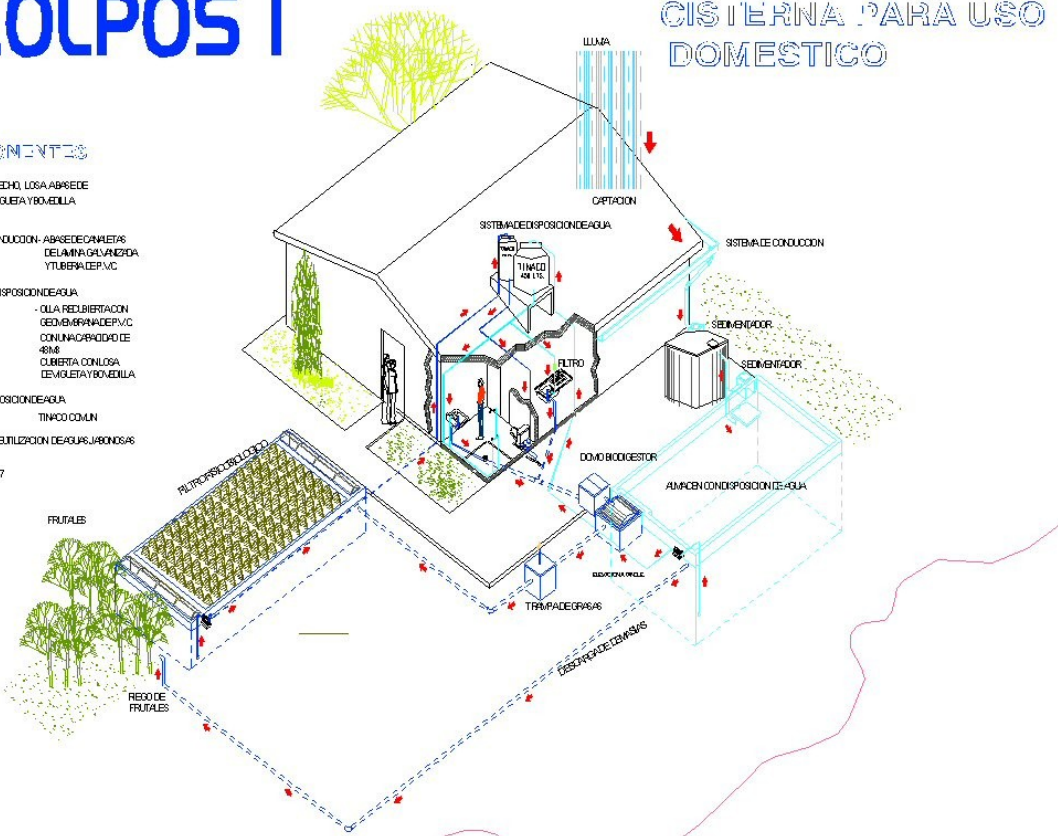


Figura 1: El esquema del COLPOS 1 demuestra como una familia de 4 personas se puede abastecer con agua potable y purificada con un consumo per cápita de 100 litros diarios durante el periodo de sequía. El área de captación es 120 m<sup>2</sup>, estimando una precipitación pluvial anual de 610 mm y un tamaño del tanque de almacenaje de 73 m<sup>3</sup>. El costo del sistema es de unos \$35.000 pesos mexicanos.

Con el sistema COLPOS<sup>12</sup>, se busca captar el agua de lluvia para consumo humano, para uso industrial, agrícola, forestal, producción ganadera o piscícola. Según estudios del Profesor Anaya y su equipo de investigadores, con el promedio anual de lluvia en México de 1.500 kilómetros cúbicos de agua, se da una disponibilidad media por habitante de 4,547 metros cúbicos de agua lluvia. Es más económico purificar el agua de lluvia en comparación con el consumo de aguas ricas en sales, metales y productos contaminantes. Conjuntamente con la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) y la Universidad Autónoma Antonio Narro (UAAN), el Cidecalli lanzó en el 2005 y luego en el Foro Mundial del Agua en el 2006 la marca “Luviatl”, producida en el Campus Universitario. Se probó que su costo es un 50% menor con respecto a las marcas de agua embotellada conocidas en el mercado.

En México se ha probado que coleccionar el agua lluvia fomenta la conservación de energía al evitar su uso en la operación de sistemas de bombeo y de transporte de agua. Al ser captada y almacenada, se reduce la erosión y se previenen las inundaciones provocadas por el exceso de escorrentía y flujo de aguas que corre sobre las áreas impermeables, como techos y pavimentos (Gleason, 2006, p. 25). Las ventajas del uso del agua lluvia no son sólo físicas sino culturales y económicas. Permite valorar el conocimiento local de tecnologías y el uso de materiales locales.



*Foto 8: La elaboración de filtros de agua con materiales locales permite generar ingresos a ceramistas locales y asociar distintos oficios al aprovechamiento del agua lluvia.*

La demanda de asistencia técnica y la formación que ofrece el Cidecalli en forma de diplomados cortos, esta generando el oficio de “gestor de agua lluvia”. Este oficio podría convertirse en una nueva fuente de ingreso familiar. En el contexto Mexicano estas condiciones educativas están apenas comenzando. El Diplomado Internacional para el Aprovechamiento del Agua lluvia, ofrecido por el Cidecalli desde el 2004, es la única oferta con Certificación Laboral disponible en América Latina. Los proyectos piloto COLPOS están demostrando que es posible purificar el agua de lluvia y cubrir los estándares del agua potable establecidos por la Organización Mundial de Salud. La Cámara de Diputados en México emitió un exhorto en diciembre de 2004 para que la sociedad aproveche el agua de lluvia. Sin embargo, en la práctica se ha demostrado que los avances legislativos dependen de la voluntad política de los parlamentarios y elegidos, y de la

presión que puedan ejercer los grupos de gestores de agua lluvia. Su incidencia en el seguimiento de iniciativas legislativas de nivel nacional está aún en proceso.

El la XI Conferencia de IRCSA (Internacional Rainwater Catchments Systems Association)<sup>13</sup> en Delhi, se acordó, entre un amplio grupo de expertos internacionales, que el adecuado manejo del agua de lluvia representa una opción real para mitigar los efectos de las inundaciones y de las sequías, además de disminuir las extracciones de agua de los acuíferos, lo cual contribuye a estabilizar los mantos freáticos. Las iniciativas privadas y gubernamentales de México, que presento Manuel Anaya en la conferencia, san buena cuenta de los avances logrados en el país.

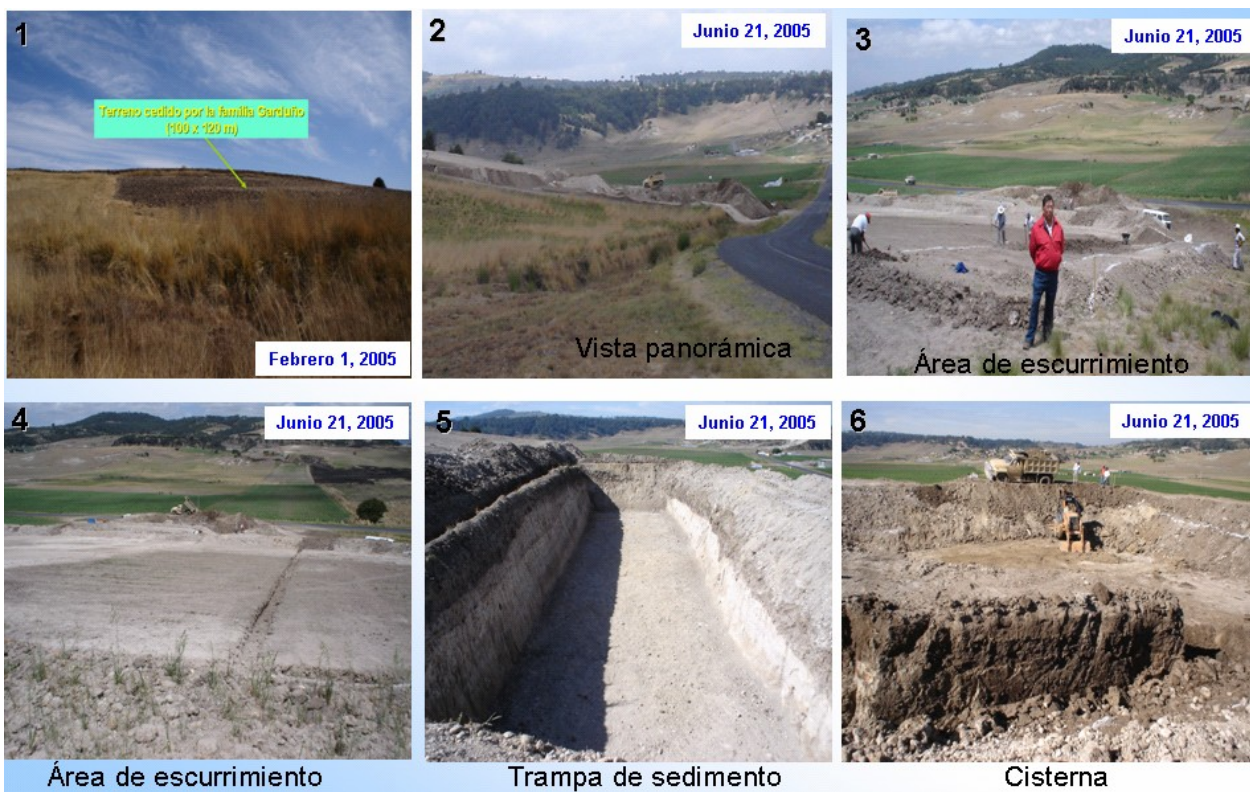


Foto 9: Sistemas de captación en la zona rural en zona indígena. Mazahua, México.

Con apoyo del Cidecalli, la Fundación Pro Zona Mazahua diseñó un proyecto con un costo de un millón quinientos mil pesos<sup>14</sup>, el cual beneficia a seis mil personas del municipio de San Felipe del Progreso, Estado de México. La cisterna revestida con geo-membranas tiene una capacidad para almacenar cinco millones de litros (5.000 metros cúbicos), que una vez purificados se destinan al consumo humano. Las enfermedades gastrointestinales en el área rural de México representan un grave problema. Por esta razón, es importante introducir sistemas de purificación en la capacitación a comunidades, para asegurar el mantenimiento de los equipos. Una de las cisternas para uso doméstico diseñada por el Cidecalli integra los sistemas de captación, conducción, filtrado, almacenamiento, disposición y purificación para abastecer de agua potable

a una familia de cuatro personas y un consumo per cápita de 50 litros diarios, con un tanque de almacenamiento con capacidad de 73 metros cúbicos. Se pretende establecer un proceso donde se cuente con normas de certificación de calidad, ofrecer una “franquicia social” y proponer negocios rentables con la purificación de agua de lluvia. Se trata de aportar soluciones adaptadas a las condiciones climáticas y a los mercados locales, tanto en situaciones de crisis del agua como en situaciones de desarrollo con visión de largo plazo.

## 6 Conclusiones

El último Foro Mundial del Agua en México en el 2006 concluyó con la necesidad de construir un enfoque integral para el manejo del agua<sup>15</sup> y recomendó ampliar los usos del agua pluvial en los centros urbanos. El aprovechamiento del agua lluvia no debería permanecer, como lo es hoy día, una actividad aislada de los programas nacionales y locales, sino convertirse en una estrategia que reafirma el camino hacia la sostenibilidad urbana para la satisfacción de necesidades vitales del conjunto de la población.

Las reivindicaciones de los grupos de presión deberán entonces estar enmarcadas en acciones ciudadanas y de la academia, buscando un equilibrio entre paradigmas de centralización y descentralización de las fuentes de agua potable. Para iniciar el engranaje de dicho equilibrio de paradigmas, se requerirá hacer un balance de los beneficios que aportan a la ciudad y a la región, la gestión integral del agua pluvial y la transferencia de experiencias piloto a políticas y programas masivos.

La captación in situ del agua lluvia deberá ser promovida oficialmente y ser incluida en normativas urbanas, en programas educativos y de generación de ingresos, de amplio alcance. Solo así empezará a tener el reconocimiento y el aval político que merece, para ser considerada como un recurso estratégico para la sostenibilidad, la reducción de riesgos y la prevención de desastres.

La aceptación política de la Gestión Integral del Agua Lluvia (GIALL) a nivel de políticas de Estado, y su puesta en marcha en regiones y municipios reducirá también la presión sobre los acueductos y redes de alcantarillado existentes. En la actualidad, cuando los cambios climáticos y la precipitación pluvial se presentan inusualmente produciendo graves inundaciones y sequías recurrentes, que el manejo del agua lluvia se convierte en un potencial de adaptación para evitar tragedias que afectan a la población más vulnerable.

Para avanzar en la construcción del marco conceptual de la GIALL, se requiere aunar esfuerzos de muchos actores y disciplinas, facilitar la transferencia de conocimientos y promover el desarrollo de tecnologías energéticamente eco-eficientes. Se requiere incentivar la voluntad política para incluir el recurso pluvial en la planificación territorial, en las estrategias de prevención de desastres y de conservación de humedales, bosques y suelos. Estas acciones serán una base esencial para proyectos de adaptación al cambio climático y a la reducción de riesgos en la ciudad y la región.

## Bibliografía

- Anaya Garduño, M. (2006-2007). Diplomado Internacional “Sistemas de captación y aprovechamiento del agua de lluvia para consumo humano. Documentos de trabajo. Texcoco.
- Anaya Garduño, M. (2006). Presentación del Cidecalli. Foro Mundial del Agua, Mexico (power point).
- Argawal, A.; Narain, S. (1997). *Dying Wisdom: Rise, Fall and Potential of India’s Traditional Water Harvesting Systems*. New Delhi.
- Avella, F. (2001). *Difícil Balance Población Recursos: El caso del agua en San Andrés, Isla, Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Sede San Andrés. Policopiado.
- Gleason, A. (2005). *Manual de aprovechamiento de aguas pluviales en centros urbanos*. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño. Mexico.
- Office Federal de l’environnement OFEFP. (2000). *Ou évacuer l’eau de pluie?. Exemples pratiques. Infiltration, Retention, Evacuation superficielle*. Bern.
- Pacheco, M. (2006). “Rainwater harvesting options: why are they absent from the humanitarian aid and trade market?”. *Aid and Trade Magazine 2006/2007*. London.
- Pacheco, M. (2004). *Humanising Rainwater*. SEARNET briefs, December 2004. Nairobi.
- Pacheco, M. (2003). “Rainwater harvesting as a conflict prevention strategy”. *UNHABITAT Water for Cities Quarterly Newsletter*. Issue Fifteen. July-September 2003.
- Solo, T. (2003). *Independent Water entrepreneurs in Latin America. The other private sector in water services*. World Bank. Washington.
- UNHABITAT. (2005). *Rainwater Harvesting and Utilisation*. Blue Drop Series. Nairobi.
- United Nations Development Program. (2007). *Human Development Report 2007/2008. Fighting climate change: Human solidarity in a divided world*. New York.

- 
- 1 UNHABITAT. 2005. Blue Drop Series. Rainwater Harvesting and Utilisation. Nairobi.
  - 2 United Nations Comprehensive Assessment of Freshwater Resources of the World, Report of the Secretary General. Commission for Sustainable Development, February. 1997.
  - 3 Las presentaciones de experiencias y las conclusiones de las sesiones sobre el aprovechamiento del agua lluvia en el Foro Mundial del Agua se encuentran en [www.ircsa.org](http://www.ircsa.org) y [www.irha-h2o.org](http://www.irha-h2o.org)
  - 4 La Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible en Johannesburgo permitió posicionar el tema en varias de las agencias del sistema de Naciones Unidas y ante los gobiernos de África y Asia. En este evento se acordó la creación de La Alianza Internacional para la Gestión del Agua Lluvia (IRHA), como plataforma de los gestores de agua lluvia, como red internacional promotora aglutinadora de experiencias e información dispersa.
  - 5 Las iniciativas de aprovechamiento de la lluvia en la India han sido las más reconocidas. *Making Water Everybody’s business: Practice and Policy of water harvesting*. Editor por Anil Agarwal, Sumita Narayam and Indira Kurana. 2001, New Delhi, da la pauta para la promoción internacional de dicha opción.
  - 6 El portal [www.cseindia.org](http://www.cseindia.org), da cuenta de los avances de la gestión del agua lluvia y las implicaciones en la política nacional e internacional.
  - 7 El fuerte medieval de Amber en Jaipur, Rajastan, es un excelente ejemplo de diseño hidráulico, aprovechando la escorrentía desde la cima de una colina. La captación de escorrentía se aprovechó para satisfacer la demanda anual de agua de un ejército de 5.000 soldados, animales y miembros de la corte del Maharajá que fundó el fuerte.
  - 8 La Asociación Nacional de Aprovechamiento de Agua Lluvia en Kenya es la más antigua de África. Existe desde 1992 y trabaja activamente con las instancias de gobierno. El portal [www.searnet.org](http://www.searnet.org) da información periódica sobre las actividades asociativas en el África anglófona.
  - 9 Gleason, A. 2005. *Manual de Aprovechamiento de aguas pluviales en centros urbanos*. Universidad de Guadalajara.



- 
- 10 El Secretariado de SEARNET ha sido financiado por varios donantes europeos, en particular por el Ministerio de Relaciones Exteriores de Holanda. Es un modelo de red regional, facilitadora de la comunicación entre asociaciones nacionales.
  - 11 El estudio de Bjorn Larsen ha sido una de las bases para la formulación de dos programas financiados por el Banco Mundial, el Programa de Inversión para el Desarrollo Sostenible –IDS- y el Programa de Desarrollo de Políticas -DPL, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial –MAVDT- en Colombia.
  - 12 Anaya, M. 2005. Presentación del Cidecalli. XII Reunión Nacional y I Latinoamericana y del Caribe sobre Aprovechamiento del Agua Lluvia. Querétaro.
  - 13 Colegio de Posgraduados de Texcoco, Mexico.
  - 14 La Red Internacional IRCSA tiene más de 20 años organizando encuentros académicos sobre el tema. Ver [www.ircsa.org](http://www.ircsa.org)
  - 15 10-12 pesos mexicanos equivalen a 1 dólar.



## **Procesos sociales y Desarrollo Sostenible: Un ámbito de aplicación para el análisis de redes sociales complejas**

**Sergi Lozano Pérez**

Postdoctoral Researcher  
ETH Zurich, Swiss Federal Institute of Technology  
[slozano@ethz.ch](mailto:slozano@ethz.ch)

### **Resumen**

Este trabajo pretende poner de manifiesto las potencialidades de aplicar las herramientas, conceptos y metodologías habitualmente utilizadas en el estudio de las redes complejas (Ciencia de Redes) al análisis de ciertos aspectos sociales del Desarrollo Sostenible (prestando una atención especial a aquellos relacionados con la organización social). Para alcanzar dicho objetivo, se ha seguido un procedimiento basado en tres pasos: Primero, destacar el rol de los aspectos sociales en general, y de la organización social en particular, en el DS; Segundo, apuntar de qué manera los conceptos y las herramientas metodológicas adoptadas de la “Ciencia de redes” pueden contribuir al análisis de tales aspectos; y, finalmente, presentar ejemplos particulares de aplicación centrados en tres tipos de procesos sociales relacionados con el DS: La cooperación humana, la resiliencia de los sistemas económicos locales y regionales, y la cohesión social.

**Descriptor:** Desarrollo Sostenible, Redes Sociales, Ciencia de redes, Cooperación, Resiliencia, Cohesión social.

\* \* \*

**Title:** Social processes and Sustainable Development: An application field for complex social networks analysis.

**Abstract:** The objective of this work is to highlight the potentialities of applying tools, concepts and methodologies that are commonly used in the study of complex networks (Science of the Networks) to analyze certain social aspects of Sustainable Development (paying special attention to those ones related to social organization). In order to reach this goal, a three-step procedure has been followed: First, playing up the role of social aspects in general, and the social organization in particular, within SD; Second, indicating how concepts and methodological tools borrowed from the Science of Networks can contribute to the analysis of these aspects; and finally, presenting particular examples of application focused on three social processes related to SD: Human cooperation, the resilience of local and regional economic systems, and social cohesion.

**Keywords:** Sustainable Development, Social Networks, Network Science, Cooperation, Resilience, Social cohesion.

## 1 Introducción

El trabajo presentado a continuación es, básicamente, un resumen de (Lozano, 2008), la tesis doctoral del autor, desarrollada a caballo entre la Càtedra UNESCO de Sostenibilitat de la Universitat Politècnica de Catalunya y el grupo de investigación ALEPHSYS (Algorithms Embedded in Physical Systems) de la Universitat Rovira i Virgili (Tarragona). El título elegido para el trabajo intenta reflejar la multidisciplinariedad de esta colaboración a dos bandas. Por otra parte, dicha multidisciplinariedad está también presente en las motivaciones de la tesis, que se basan en la constatación de dos circunstancias, una relacionada con la investigación sobre el Desarrollo Sostenible (DS), y la otra con el análisis de los sistemas sociales desde una perspectiva estructural.

Por una parte, observamos que la investigación sobre DS suele relegar los aspectos sociales como los patrones de consumo, las desigualdades o los movimientos sociales a un segundo plano, en beneficio de otros aspectos más estrictamente ambientales y técnicos como, por ejemplo, el reciclaje o la eficiencia energética. Este trato desigual se debe a una incomprensión general de las complejas relaciones de interdependencia entre la Sociedad y los ecosistemas que soportan su desarrollo y, en ocasiones, tiene consecuencias nefastas. Hemos observado recientemente, por ejemplo, como la apuesta por los biocombustibles provocaba alteraciones del precio de ciertos cereales a nivel mundial, amenazando la supervivencia de millones de personas. Ante esta situación, se hace evidente que la cuestión de la viabilidad a largo plazo de la vida humana en condiciones dignas (que es, de hecho, el objetivo del Desarrollo Sostenible) sólo se puede afrontar de manera integral, es decir, abarcando la sostenibilidad de los procesos ambientales, económicos y sociales conjuntamente. Este 'cambio de estrategia' implica un

cambio cultural (Folch, 2005) hacia lo que Jiménez viene a llamar *Paradigma Sostenible Global* (Jiménez, 1997). En la práctica, este cambio implica transferir a la Sociedad en general la urgencia de una transformación del modelo de desarrollo y las posibles consecuencias de no producirse, implicar a los diferentes actores sociales en ese cambio de paradigma, y estudiar, desarrollar y proporcionar los mecanismos sociales necesarios para la realización efectiva del concepto de Desarrollo Sostenible. Esto, a su vez, conlleva la determinación de criterios, indicadores y políticas concretas de Sostenibilidad que incidan más en los aspectos sociales. Paralelamente, implica también buscar las herramientas adecuadas para convencer de la idoneidad y necesidad de estos criterios, medir los indicadores y comprobar la efectividad de las políticas.

La segunda circunstancia a tener en cuenta, es la emergencia de un ámbito de investigación centrado en la interdependencia entre estructura y dinámica en diferentes tipos de sistemas complejos (que algunos autores han venido a denominar *Ciencia de Redes* o *Teoría de redes* (Barabási, 2002) (Watts, 2003)), en el que han destacado especialmente los trabajos que estudian la relación entre estructura y fenómenos sociales. Este ámbito de investigación puede contribuir de forma importante a alcanzar los objetivos del párrafo anterior, tanto por la visión holística que le proporciona su pluridisciplinariedad, como por el énfasis que hace en las relaciones (entre individuos, entre grupos, respecto al individuo frente al grupo..), un aspecto difícilmente tratable mediante otras herramientas. Con la ayuda de la *Ciencia de Redes*, se pueden hacer importantes avances en el estudio de temas como la participación, la gobernabilidad local, la difusión y asimilación de conceptos e ideas por parte de una comunidad, o la economía local, todos ellos aspectos socioeconómicos relacionados con el cambio de estrategia al que nos referíamos.

En definitiva, la principal motivación de la tesis doctoral fue la constatación de una necesidad (de metodologías para profundizar en los subestimados aspectos sociales del Desarrollo Sostenible) y de un conjunto de soluciones aplicables (en forma de conceptos y metodologías desarrolladas para el estudio de las redes complejas en general, y la interacción entre redes y fenómenos sociales en particular).

Vista la motivación, el objetivo general de (Lozano, 2008) y, por lo tanto, del presente trabajo, es poner de manifiesto las posibilidades de aplicar las herramientas, conceptos y metodologías propias de la perspectiva de redes complejas al estudio de diferentes aspectos sociales del Desarrollo Sostenible, haciendo especial hincapié en aquéllos relacionados con la organización social. Para alcanzar dicho objetivo, se ha seguido un procedimiento basado en tres pasos:

1. Destacar la importancia de los aspectos sociales en general, y la organización social en particular, en las relaciones entre la Sociedad (sistema social) y los diferentes ecosistemas que soportan su desarrollo (sistema natural), como punto de partida para entender qué es el Desarrollo Sostenible.
2. Argumentar la utilidad de aplicar los conceptos y herramientas de modelización y análisis propios de la 'Ciencia de Redes', al estudio de la relación entre la organización social y

determinados fenómenos sociales que podemos relacionar con el Desarrollo Sostenible.

3. Finalmente, presentar ejemplos concretos de esta aplicación, desarrollados en el marco de esta tesis.

El resto del texto desarrolla estos tres pasos de la siguiente manera. En la sección 2, presentamos los ámbitos de investigación que pretendemos relacionar (Desarrollo Sostenible y análisis de los sistemas sociales desde la perspectiva estructural). Una vez introducidos por separado, la sección 3 plantea de qué manera pueden combinarse o ser aplicados conjuntamente (tanto a nivel conceptual como de herramientas de modelización y análisis). Después, la sección 4 presenta, como ejemplos concretos de aplicación, tres trabajos completos e independientes en los que se diseña un modelo computacional como herramienta para trabajar alguna cuestión que relaciona la organización social con el Desarrollo Sostenible. Finalmente, la última sección presenta algunas conclusiones y señala posibles líneas de extensión del trabajo.

## 2 Conceptos básicos

Esta sección presenta, por separado, los ámbitos de investigación que se relacionan en (Lozano, 2008), proporcionando así una base de conocimientos para las siguientes secciones.

### 2.1 Desarrollo Sostenible

Una de las definiciones más conocidas de Desarrollo Sostenible, propuesta por la World Commission on Environment and Development (Comisión Brundtland) en 1987, lo describe como: “(..) *aquel que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.*” (WCED, 1987)<sup>1</sup>.

Esta definición ha sido habitualmente criticada por su ambigüedad. Desde el punto de vista de los aspectos sociales del DS, por ejemplo, vemos que se hace referencia a un concepto muy interesante como es el de la solidaridad intergeneracional (las generaciones presentes respecto a las futuras) pero no se hace una referencia explícita a la importancia de los aspectos sociales y culturales en general.

De hecho, la importancia de los aspectos sociales se ha ido poniendo de manifiesto progresivamente a lo largo de la historia del DS:

- Precedentes. Las teorías de los límites ambientales de Malthus y Ricardo, por ejemplo, son un precedente importante de la idea de sostenibilidad del desarrollo. Sin embargo, representan una perspectiva puramente economicista, que ve el Planeta como un contenedor de recursos a distribuir entre individuos receptores más o menos pasivos.

- En 1972, dos acontecimientos, la celebración de la 'Conferencia NU sobre Medio Ambiente Humano' y la publicación del 'Informe sobre crisis ambiental global' del Club de Roma, ponen de

manifiesto la insostenibilidad ambiental del desarrollo entendido estrictamente como crecimiento económico. Se abre un importante debate centrado en los aspectos económicos y ambientales.

- En 1980 se publica el informe titulado 'World conservation strategy: living resource conservation for sustainable development'. Este documento, preparado por la 'International Union for Conservation of Nature and Natural Resources' en colaboración con FAO y UNESCO, es el primero de alcance mundial que presenta el concepto de Desarrollo Sostenible.

- En 1987, la 'World Commission on Environment and Development' (Comisión Brundtland) propone la definición de Desarrollo Sostenible transcrita más arriba. Como decíamos, los aspectos sociales se incluyen en la idea de desarrollo, pero de forma implícita.

- A lo largo de los 1990's, vemos como los aspectos sociales cobran mayor protagonismo. Hechos como la publicación de los primeros 'Informes sobre Desarrollo Humano' por parte del PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo) o la celebración en paralelo de la 'Conferencia de Río' y el 'Foro Global' en 1992, pusieron de manifiesto la importancia de los aspectos sociales. Esta tendencia aumentó, además, la visibilidad del concepto de 'Desarrollo Sostenible' en el seno de la comunidad de investigadores interesados en el 'Desarrollo Humano', resultando en la propuesta de la idea de 'Desarrollo Humano Sostenible'. Nótese hasta qué punto este escenario contrasta completamente con la importancia concedida por Malthus y Ricardo a los aspectos sociales.

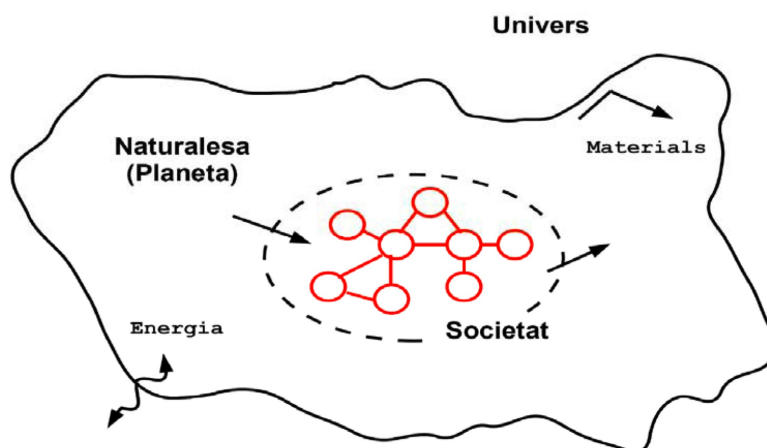


Figura 1. Representación de la aproximación sistémica del conjunto Sociedad-Naturaleza. La Sociedad (subsistema social) es un sistema abierto a la Naturaleza (subsistema natural) y la organización social (representada mediante una red social) juega un papel importante en las interacciones entre los dos subsistemas. Fuente: Adaptación de una ilustración de (Antequera, Gonzalez y Rios, 2005).

En resumen, vemos una tendencia hacia una interpretación del concepto de DS que contemplará, de forma explícita, los aspectos sociales, económicos y ambientales, en la línea del Paradigma Sostenible Global de Jiménez. Sin embargo, tal interpretación se hace extremadamente compleja y difícil de operacionalizar. Para poder manejarla, algunos autores han optado por adoptar una

aproximación sistémica al DS. Dicha aproximación se basa en considerar el binomio Sociedad - Naturaleza como dos sistemas que constituyen uno mayor (ver Figura 1). Por una parte, los seres humanos nos organizamos y actuamos en Sociedad (sistema social) y, por otra, la Naturaleza es un conjunto de procesos auto-regulados en red (sistema natural) que constituyen el medio ambiente que soporta el desarrollo humano (Antequera et al, 2005). Para entender la evolución temporal de este escenario, debemos tener en cuenta que: a) Cada subsistema presenta una estructura interna de relaciones con patrones heterogéneos; b) Cada subsistema tiene sus dinámicas propias, y éstas son interdependientes con la estructura propia del subsistema; y c) Los dos subsistemas no están aislados, sino que las dinámicas están mutuamente influenciadas por el otro subsistema.

Teniendo en cuenta este planteamiento, podemos entender cualquier modelo de desarrollo humano como un conjunto de cambios experimentados por el subsistema social, es decir, cambios organizativos a todos los niveles, en las formas de producción y consumo de bienes y servicios, en las escalas de valores y, consecuentemente, en los comportamientos individuales, etc. Teniendo en cuenta lo dicho más arriba respecto a la interdependencia entre los dos subsistemas, estos cambios en el sistema social repercuten en el subsistema natural en forma de perturbaciones (entradas y salidas de energía y materia) que inciden en su estructura y dinámica. Dado que el subsistema natural es adaptativo (Margalef, 1992), intenta adaptarse a la nueva situación reorganizándose. Dependiendo del tipo e importancia de la perturbación introducida, esta adaptación se produce de forma suave y el subsistema natural permanece en el mismo estado o, por el contrario, provoca un cambio de estado. Tanto en un caso como en el otro, y debido a la interdependencia entre subsistemas a la que nos referíamos más arriba, los cambios en el subsistema natural generan nuevas perturbaciones que afectan ahora al subsistema social en mayor o menor medida. En cierta manera, podemos resumir todo el proceso diciendo que las presiones del subsistema social sobre el subsistema natural vuelven al primero en una forma y magnitud que no siempre son fáciles de prever, dado que ambos sistemas son complejos.

Desde este punto de vista, el Desarrollo Sostenible sería aquél en el que las perturbaciones generadas desde el sistema social pudieran ser 'encajadas' por el natural sin suponer un cambio de estado que, a su vez, condicionara fuertemente las dinámicas propias del sistema social. Alcanzar este objetivo requieren tipos de acciones: Limitar el impacto de las perturbaciones producidas por el sistema social (intentando 'sincronizar' las actividades humanas con los ciclos del subsistema natural), e incrementar la capacidad de los dos subsistemas para adaptarse a las perturbaciones (una idea estrechamente relacionada con el concepto de resiliencia, al que volveremos más abajo en este texto).

Una de las posibles opciones a la hora de desarrollar esta aproximación sistémica es hacerlo desde un punto de vista estructural, es decir, estudiando la estructura de relaciones entre los elementos individuales que componen ambos subsistemas, y cómo esa estructura condiciona las diferentes dinámicas. Esa es, de hecho, la perspectiva propia del Análisis de Redes Sociales (ARS) y de la Ciencia de Redes, a los que dedicamos el siguiente punto.



## 2.2 Del Análisis de Redes Sociales (ARS) a la Ciencia de Redes

En su libro sobre la Historia del Análisis de Redes Sociales, Linton C. Freeman escribe: "*In social science, the structural approximation that is based on the study of interaction among social actors is called social network analysis.*" (Freeman, 2005). Efectivamente, la principal característica del Análisis de Redes Sociales (ARS) es que se centra en la estructura de las relaciones existentes entre los actores sociales (individuos y/o organizaciones), diferenciándose así de otras disciplinas dentro de las ciencias sociales que inciden más en los atributos de los individuos y su percepción del entorno.

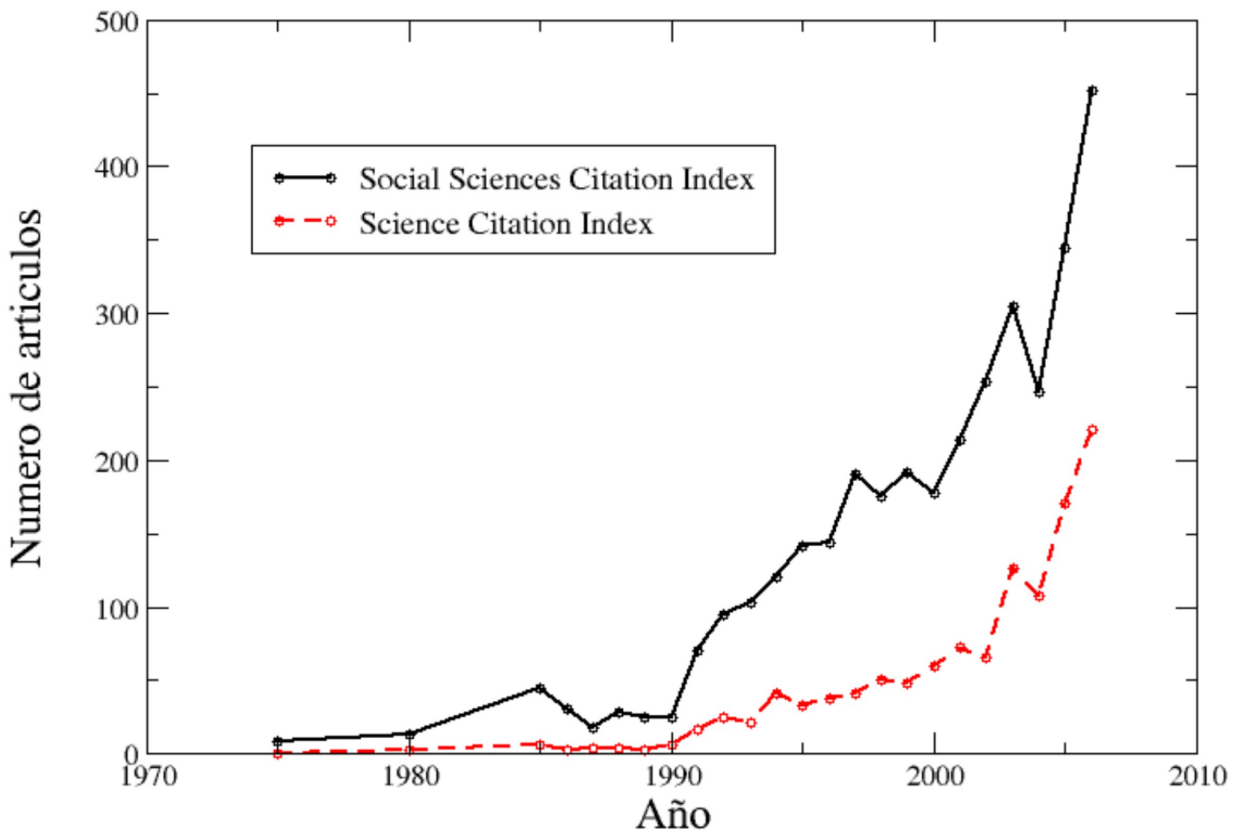
Partiendo de esta idea, los analistas de redes sociales estudian los patrones estructurales de las redes sociales (tales como la distribución estadística del número de vínculos por actor, la concentración de éstos en ciertas regiones de la red, la mayor o menor centralidad de los diferentes actores..) con la intención de obtener información, tanto de los individuos (la capacidad de coordinar o de hacer de intermediario, por ejemplo) como del grupo (cohesión, robustez ante los intentos de desestabilizar el grupo, flexibilidad en situaciones de cambio..).

En (Freeman, 2005), el autor también hace una introducción a la historia del ARS, que divide en una serie de etapas que reproducimos a continuación:

- Primeros pasos. Situamos los orígenes del ARS en la década de los 1930's, de la mano de investigadores como Jacob Moreno, fundador de la Sociometría (disciplina antecesora del ARS) a partir de la asimilación del trabajo realizado por otros autores desde disciplinas como, por ejemplo, la psicología del desarrollo y la educación, la sociología y la antropología.
- 1940's – 1960's: La 'etapa oscura'. Freeman se refiere así a un periodo de aportaciones interesantes pero generalmente aisladas y dirigidas a herramientas concretas desarrolladas para aplicaciones particulares.
- El renacimiento del campo. Los años 1970's vieron nuevos esfuerzos en pos de una aproximación estructuralista que integrara las perspectivas de diferentes disciplinas en un único ámbito. En esta etapa hay un nombre que destaca especialmente: Harrison Colyer White. La enorme cantidad de trabajos desarrollados en colaboración con sus alumnos, fue decisiva para este renacimiento.
- Consolidación en ciencias sociales. Desde finales de los 1970's, y durante la década de los 1980's y 1990's, el ARS se consolida progresivamente gracias a la organización de puntos de encuentro y debate entre analistas de redes sociales con diferentes perspectivas. Algunos ejemplos de esos puntos de encuentro son la red de analistas de redes sociales INSNA o las conferencia anual SUNBELT. Esto favorece el crecimiento del campo en investigadores, disciplinas y ámbitos de aplicación dentro de las ciencias sociales.
- Incorporación de investigadores procedentes de las ciencias naturales. Finalmente, hacia el año 2000, el campo empieza a atraer investigadores procedentes de las ciencias naturales (especialmente físicos), que aportan metodologías de análisis y modelización desarrolladas

previamente para estudiar sistemas complejos naturales. El ámbito de investigación surgido de la integración de esos investigadores procedentes de las ciencias 'puras' a un campo de investigación previamente copado por los científicos sociales, es lo que ha recibido el nombre de Ciencia de Redes.

Así, podemos ver la Ciencia de Redes como una culminación del proceso de integración pluridisciplinar que ha caracterizado al ARS, y que ha incrementado su visibilidad y productividad (ver Figura 2).



*Figura 2. Evolución temporal del número de artículos en revistas indexadas relacionados con 'Social Networks' (en inglés). Se puede apreciar la importancia adquirida por el ARS en el ámbito científico social desde principios de los 1990s y, sobretudo, el efecto de la integración de perspectivas estructuralistas a partir del año 2000. Elaboración propia a partir de datos en ISI-WebOfKnowledge*

Si observamos con más detenimiento la integración de científicos 'naturales' en el ARS, comprobamos que estos investigadores se han centrado especialmente en dos aspectos de los sistemas sociales: Sus características estructurales y los fenómenos sociales emergentes.

Respecto a la estructura de las redes sociales, ésta presenta ciertas características que también encontramos en sistemas naturales (como, por ejemplo, el fenómeno de 'mundo pequeño' (Watts y Strogatz, 1998)). Teniendo en cuenta que la estructura social es el resultado del efecto de diferentes procesos sociales, estos científicos centran su atención en encontrar los mecanismos

básicos que rigen estas dinámicas que 'moldean' las redes sociales.

Por otra parte, los fenómenos emergentes son comportamientos de un sistema que no podemos explicar a partir de las características generales (macroscópicas) de éste, sino que hay que estudiar su organización interna y las interacciones no lineales entre los elementos que lo componen para entender el origen y evolución de dichos fenómenos. Algunos ejemplos de fenómenos emergentes observables en sistemas sociales son la sincronización, la difusión de comportamientos o la autoorganización (por ejemplo, en la formación espontánea de colas o de sentidos de circulación en espacios densamente ocupados).

En definitiva, la incorporación de estos científicos al estudio de los sistemas sociales está impulsando una profundización en la interdependencia entre estructura y dinámica. Como veremos en las secciones posteriores, esta aportación puede resultar muy útil para el estudio de los aspectos sociales del DS relacionados con la organización social.

### **3 Aplicación de la aproximación estructural a la investigación sobre Desarrollo Sostenible**

Una vez introducidas, por separado, la importancia de los aspectos sociales del DS y las potencialidades de la perspectiva estructural de la Ciencia de Redes, en esta sección tratamos como aplicar las segundas al estudio de las primeras. En general, cuando nos planteamos dicha aplicación, lo hacemos básicamente desde dos puntos de vista: Uno, más teórico, que concibe la Ciencia de Redes como un paradigma, una manera de aproximarse al sistema social-cultural que permite profundizar en algunas ideas de la literatura sobre Desarrollo y Sostenibilidad que inciden en la organización social; El otro, más práctico o aplicado, ve la Ciencia de Redes como un conjunto de metodologías y herramientas de análisis y simulación que podrían complementar a las que ya se utilizan en proyectos de diferentes ámbitos relacionados con el DS. Seguidamente, pasamos a profundizar en estas dos perspectivas.

#### **3.1 Desarrollo de conceptos**

Si repasamos la literatura sobre los aspectos más sociales del desarrollo (e.g., los trabajos de Max-Neef y sus colaboradores en torno a la idea de *Desarrollo a Escala Humana*), podemos encontrar algunos discursos y propuestas que relacionan desarrollo y organización social, y que podrían desarrollarse con la ayuda de las herramientas conceptuales adecuadas. La Ciencia de Redes nos proporciona un buen marco conceptual para emprender la profundización de estos discursos.

A modo de ejemplo, seguidamente presentamos dos conceptos que han recibido una atención especial los últimos años por parte de los investigadores involucrados en la Ciencia de las Redes, el de *comunidad* y el de *resiliencia*, y los relacionamos con algunas de las ideas a las que nos referíamos en el párrafo anterior.

### **3.1.1 Comunidad**

El interés de Schumacher por el impacto de la escala de las organizaciones en el ambiente que las soporta (Schumacher, 1973), y de Max-Neef por encontrar formas de articulación micro-macro que permitan conciliar la satisfacción de las necesidades de los grupos humanos con la configuración de su entorno social y ambiental (Max-Neef, Elizalde y Hopenhayn, 1986), o el planteamiento del DS a escalas progresivamente mayores de Manderson (2006), ponen de manifiesto hasta qué punto es importante para el desarrollo la manera de integrar las organizaciones de escala local y regional en otras de escala superior. Profundizar en esta cuestión requiere un análisis de las redes sociales a escala mesoscópica, es decir, centrado en las propiedades de la red a niveles intermedios o de grupo, a medio camino entre el microscópico (correspondiente a cada uno de los individuos) y el macroscópico (de la población entera). En este sentido, el concepto de *comunidad* con el que se trabaja actualmente en la literatura sobre redes complejas, puede resultar muy útil.

La división de una red social en las comunidades que la componen, proporciona una información relativa a su estructura y a la interacción de ésta con los diferentes procesos sociales que, si se analizara la red en su conjunto (nivel macroscópico) o a nivel individual (microscópico), no sería posible obtener. Por ejemplo, estudiar la estructura interna y composición de cada comunidad y de los vínculos existentes entre ellas es útil para visualizar los grupos formales o informales en los que se organiza una población, especialmente cuando ésta está compuesta por muchos individuos (Lozano, Duch y Arenas, 2007). Por otra parte, si nos fijamos en cómo evoluciona un fenómeno social dentro de cada una de las comunidades, la manera como los comportamientos en el seno de una comunidad ejercen cierta influencia sobre las otras y, finalmente, cómo las evoluciones de cada comunidad contribuyen al comportamiento global observado en la población entera, podremos entender mejor la organización del sistema social objeto de estudio con respecto al fenómeno estudiado (Lozano, Arenas y Sánchez, 2008).

### **3.1.2 Resiliencia**

La literatura en torno a la idea de Desarrollo a Escala Humana nos proporciona otro interesante ejemplo. En (Max-Neef, Elizalde, y Hopenhayn, 1986) se afirma que, para alcanzar un desarrollo a escala humana, los grupos humanos tienen que presentar una serie de características, entre las que destaca la necesaria combinación de capacidad de adaptación a su entorno socioeconómico y protección de su identidad cultural respecto a agentes externos (expresado mediante el concepto de *autodependencia*). Esta idea de conciliación entre adaptabilidad y resistencia se puede relacionar con otro concepto central en la literatura reciente sobre Ciencia de Redes: la resiliencia<sup>2</sup>.

Cuando hablamos de sistemas complejos adaptativos, entendemos la resiliencia como la capacidad de un sistema para permanecer en un estado concreto (relacionado con un determinado tipo de funcionalidad) ante una perturbación externa, gracias a un proceso de autoorganización. En el marco de las redes complejas, el concepto de resiliencia se suele relacionar con el de

robustez de la red a la eliminación de alguno de sus elementos (Albert, Jeong, y Barabási, 2000) (Newman, 2003) (Moreno *et al.*, 2003) (Motter y Lai 2002). Esta perspectiva ha limitado la aplicabilidad del concepto de resiliencia, dentro del marco de las redes complejas, a determinados ámbitos en los que la conectividad es el factor más importante a tener en cuenta, como son la movilidad, las comunicaciones, etc.

Sin embargo, el concepto de resiliencia tiene un significado mucho más amplio en otros campos también relacionados con los sistemas complejos. De hecho, la resiliencia es un concepto muy común en la ecología, en cuya literatura podemos encontrar ejemplos de trabajos que estudian la resiliencia de ciertos ecosistemas a perturbaciones de sus condiciones ambientales (Holling, 1973) (Pimm, 1984). Con respecto a los sistemas sociales, en cambio, el uso de este término es más reciente y menos común. Una aproximación interesante al concepto de resiliencia aplicado a sistemas sociales es el que caracteriza a la *Resilience Alliance*, una organización multidisciplinar dedicada al estudio de las dinámicas propias de los sistemas socio-ecológicos, es decir, las interacciones entre sistemas sociales y ecosistemas.

Si combinamos esta concepción ampliada de la resiliencia en sistemas sociales, que abarca otras funcionalidades más allá de la conectividad, con la idea de interdependencia estructura-dinámica propia de la Ciencia de Redes, pasamos a una aproximación al concepto de resiliencia según la cual la red deja de ser el elemento central cuya integridad hay que mantener, para pasar a ser considerada como una parte del sistema que condiciona su capacidad de reorganización ante el efecto de las fuerzas externas procedentes de su entorno social o ambiental. Este tipo de aproximación puede resultar especialmente útil para el estudio de la relación entre la organización social de determinados sistemas sociales y su resiliencia a perturbaciones en su entorno ambiental y socio-económico. Por ejemplo, podría utilizarse para desarrollar ideas como la de *autodependencia*, citada varios párrafos más arriba.

### 3.2 Complementación de herramientas

La segunda perspectiva de aplicación que queremos explorar aquí concierne a las herramientas de modelización y análisis.

Cuando se construyen modelos de sistemas socio-ecológicos, es habitual utilizar aproximaciones de campo medio, que son aquellas que describen el comportamiento global de un sistema (nivel macro) como el resultado de la agregación homogénea de sus elementos básicos (nivel micro). Dicho de otra manera, los modelos de campo medio homogeneizan las características y los comportamientos de los elementos individuales, y trabajan con unas características y comportamientos promediados o 'estandarizados'. Este tipo de aproximación simplifica los modelos y permite centrarlos en la complejidad de las interacciones entre los sistemas sociales y naturales. Esta aproximación es la base, por ejemplo, de ciertos sistemas de soporte a decisión como GLOBESIGHT (de GLOBAL foreSIGHT), IF (*International Futures*) o IMAGE (*Integrated Model to Assess the Global Environment*).

Sin embargo, ésta no resulta tan útil en casos en los que la heterogeneidad de las características de los individuos o de sus comportamientos son realmente relevantes (cuándo trabajamos con escenarios locales o regionales, por ejemplo), o cuando estamos estudiando fenómenos emergentes del sistema en cuestión, es decir, fenómenos que tienen su origen en la complejidad interna del sistema. En estos casos, la simplificación que supone la aproximación de campo medio puede llevar a resultados erróneos (Huberman y Glance, 1993) (Shnerb *et al.*, 2000).

Por otra parte, los modelos con los que se trabaja habitualmente en el ámbito de la Ciencia de Redes, presentan ciertas características que facilitan la incorporación de la heterogeneidad de los sistemas socio-ecológicos. Algunos ejemplos de dichas características son: el uso de redes complejas para representar las interacciones entre individuos (heterogeneidad de la topología de interacciones), modelización basada en agentes (que permite definir comportamientos y características diferentes para cada individuo) y la asincronía (que podemos ver como una forma de heterogeneidad temporal).

A la vista de lo anterior, concluimos que las técnicas de modelización propias de la Ciencia de las Redes pueden ser aplicadas para complementar (y resolver ciertas limitaciones de) las herramientas usadas habitualmente en modelización de sistemas socio-ecológicos.

### **3.3 Posibles ámbitos de aplicación**

Las dos perspectivas de aplicación planteadas (Desarrollo de conceptos y complementación de herramientas), pueden resultar útiles en varios ámbitos de aplicación relacionados con los aspectos sociales del DS. En la siguiente lista apuntamos sólo algunos de ellos.

- Gestión de recursos naturales: Un problema directamente relacionado con las interacciones entre los grupos humanos y los ecosistemas que los soportan, y que es la principal cuestión abordada por los investigadores de la *Resilience Alliance*, introducida más arriba.
- Dinámicas de opinión relacionadas con el Desarrollo Sostenible: Las acciones de concienciación y formación para promover el cambio cultural comentado al principio del trabajo, investigación interdisciplinar requerida para abordar la complejidad del Desarrollo Sostenible, etc.
- Movimientos sociales. La emergencia y evolución de los movimientos sociales, así como su influencia política, es una cuestión de gran interés sociológico. En la próxima sección, veremos con mas detalle que también resulta interesante desde el punto de vista del cambio cultural requerido por el DS.
- Desarrollo local y regional: A partir del estudio de las metodologías utilizadas en diferentes trabajos que destacan la importancia de las redes sociales en el desarrollo local y regional (Krebs y Holley, 2003) (Hagen et al., 1997) (Saxenian, 1994), se pueden realizar análisis parecidos en otros escenarios locales o regionales para emprender modelos de desarrollo ligados al territorio.
- Agenda 21 y otras experiencias de participación. A la vista de trabajos de la literatura del ARS

relacionados con la gobernabilidad local y la autoorganización de comunidades, parece razonable integrar herramientas propias de la Ciencia de Redes en el desarrollo de éste y otros tipos de proyectos de participación, ya sea en una fase inicial (diagnóstico previo a la implantación del proyecto), durante el planteamiento de la experiencia o posteriormente (evaluación de los resultados).

## 4 Ejemplos de aplicación

Una vez vistas, en la sección anterior, las posibilidades de aplicar la perspectiva estructuralista al estudio de diferentes aspectos sociales relacionados con el DS, pasaremos a ver algunos ejemplos concretos de aplicación en forma de tres trabajos desarrollados independientemente en el marco de la tesis del autor (Lozano, 2008). Destacamos estos ejemplos por dos motivos. Por una parte porque pretenden profundizar en el estudio de procesos sociales relacionados con el DS. Por la otra, porque sirven para ilustrar la aplicación de herramientas y metodologías propias del ARS y la Ciencia de las Redes a cuestiones de interés para la investigación sobre el DS.

Los tres ejemplos presentan la misma estructura. Empezamos haciendo una breve introducción que incluye los objetivos del trabajo, seguimos describiendo la metodología aplicada y, acabamos con los resultados obtenidos y las conclusiones alcanzadas desde el punto de vista de los aspectos sociales del DS.

### 4.1 El papel de las comunidades en la cooperación

El primero de los trabajos (Lozano, Arenas y Sánchez, 2008) estudia la influencia de la organización en comunidades de una población sobre la cooperación entre los individuos que la componen. Esta cuestión es doblemente interesante para el estudio que nos ocupa: Primero, porque la cooperación es un concepto clave para el DS. Segundo, porque, tal y como ya hemos comentado más arriba, el concepto de comunidad juega un papel clave en el estudio de la interdependencia entre la estructura social a nivel intermedio (de grupos) y diversos fenómenos sociales.

La metodología empleada se basa en tres elementos: Dos redes sociales obtenidas a partir de poblaciones reales, un modelo computacional para simular la evolución de la cooperación en dichas poblaciones (basado en el Dilema del Prisionero), y el análisis de la estructura de comunidades de ambas redes como herramienta para explicar los resultados obtenidos de las simulaciones.

Respecto a las redes, la primera se obtuvo a partir del tráfico de mensajes de correo electrónico entre usuarios de la *Universitat Rovira i Virgili* (URV). Los nodos representan cuentas de correo individuales, y los enlaces entre ellos indican comunicación bidireccional (el envío de, como mínimo, un mensaje en cada sentido) (Guimerà *et al.*, 2003). En la segunda red social (en adelante, PGP) los nodos corresponden a usuarios del sistema de encriptación de mensajes

*Pretty-Good-Privacy* (origen de las siglas PGP)<sup>3</sup>, y los enlaces representan las relaciones de confianza establecidas entre dos individuos que se firman (reconocen) mutuamente las claves públicas (Boguña *et al*, 2004).

El Dilema del prisionero es una herramienta matemática comúnmente utilizada para estudiar la cooperación entre individuos en situaciones favorables para los comportamientos individualistas. Contempla una situación en la que dos jugadores escogen entre cooperar C o traicionar D (*Defect* en inglés). Si coinciden en cooperar o traicionar, reciben una 'recompensa' o un 'castigo' de magnitud R y P respectivamente. Si uno elige D y el otro C, el primero consigue un premio T y el otro obtiene S. Teniendo en cuenta las siguientes relaciones entre recompensas:  $T > R > P > S$ , se observa fácilmente el dilema: Aunque la elección racional individual es traicionar, si los dos jugadores escogen esta opción van a parar a una situación completamente ineficiente comparada con la alcanzada cuando los dos individuos cooperan.

El modelo computacional presentado en (Lozano, Arenas y Sánchez, 2008) se basa en una generalización del Dilema del Prisionero. La idea básica es que cada uno de los nodos está ocupado por un agente (un individuo) que juega con cada uno de sus vecinos, es decir, los individuos ocupando otros nodos conectados al suyo. Así, partiendo de una situación inicial en la que la estrategia de cada individuo (C o D) es asignada aleatoriamente con la misma probabilidad, nuestro modelo calcula una serie de turnos en los que cada individuo juega con cada uno de sus vecinos, acumula una puntuación y decide la estrategia a seguir en el siguiente turno copiando la del vecino que haya obtenido la mayor puntuación (i.e. imitando al mejor del vecindario). Los turnos se suceden hasta que el sistema alcanza un estado estable, es decir, una situación en la que los individuos tienden a conservar su estrategia a lo largo del tiempo.

En las gráficas de la Figura 3 mostramos los resultados de aplicar el modelo usando las dos redes sociales reales como patrones de interacción entre individuos. Más concretamente, la figura muestra la *Densidad* (proporción) *de cooperadores* en el estado estable final en función de  $b$ , que corresponde al premio que obtiene un jugador desertor cuando traiciona a un cooperador (T). Podemos considerar que esta variable indica la tentación individual de sacar provecho a corto plazo, ya que cuanto más alto es su valor, más beneficio se puede obtener traicionando a un cooperador. Por otra parte, la *Densidad de cooperadores* es un indicador de 'el ambiente de cooperación' en el sistema. Tal y como se indica al pie de la figura, los valores mostrados se calcularon promediando 1000 realizaciones independientes (ciclos completos compuestos por un escenario inicial con estrategias asignadas aleatoriamente, su evolución en base a las sucesivas interacciones entre vecinos jugando el Dilema del Prisionero, y el cálculo de la densidad de cooperadores en el estado estable final).

Las gráficas muestran comportamientos opuestos para cada una de las dos redes. Mientras la densidad de cooperadores en la red de correo electrónico muestra una alta sensibilidad a los cambios de tentación, la red PGP presenta un comportamiento estable para un amplio rango de valores de  $b$ , lo que implica una cooperación mucho más robusta frente a situaciones más favorables a comportamientos no altruistas.



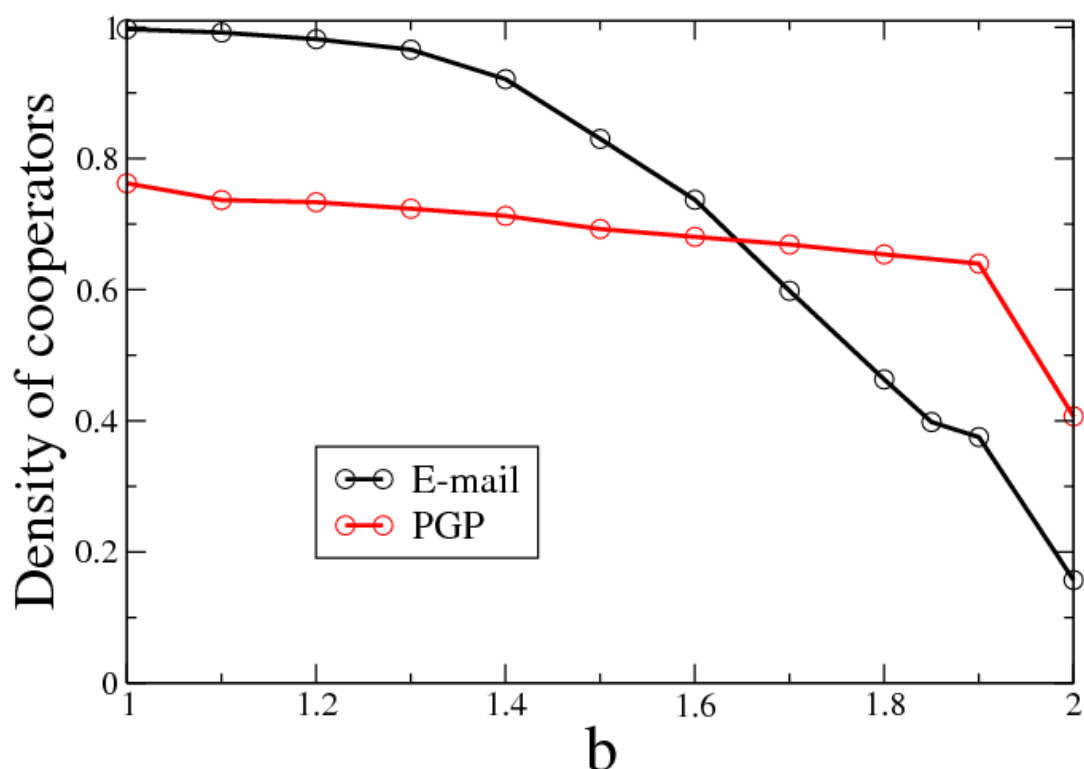


Figura 3. Nivel de cooperación alcanzado, en función del parámetro de tentación individual  $b$ , en las simulaciones sobre la red de correo electrónico (izquierda) y la PGP (derecha). En la red de correo electrónico, la presencia de comunidades hace que el sistema sea más sensible a la tentación individual de sacar provecho a corto plazo (controlado por el parámetro  $b$ ). En el caso de la red PGP, en cambio, las comunidades juegan un papel estabilizador que proporciona cierta independencia del grado de cooperación respecto del parámetro  $b$ . Cada punto corresponde al promedio de 1000 realizaciones independientes con una densidad inicial de cooperadores del 50%.

En (Lozano, Arenas y Sánchez, 2008), los autores pusimos de manifiesto que estas diferencias de comportamiento tienen su origen en las características estructurales de ambas redes a nivel de comunidades y, más concretamente, destacamos dos características estructurales: La conectividad entre las comunidades y la estructura interna de cada una de ellas. La Figura 4 muestra dichas características para ambas redes.

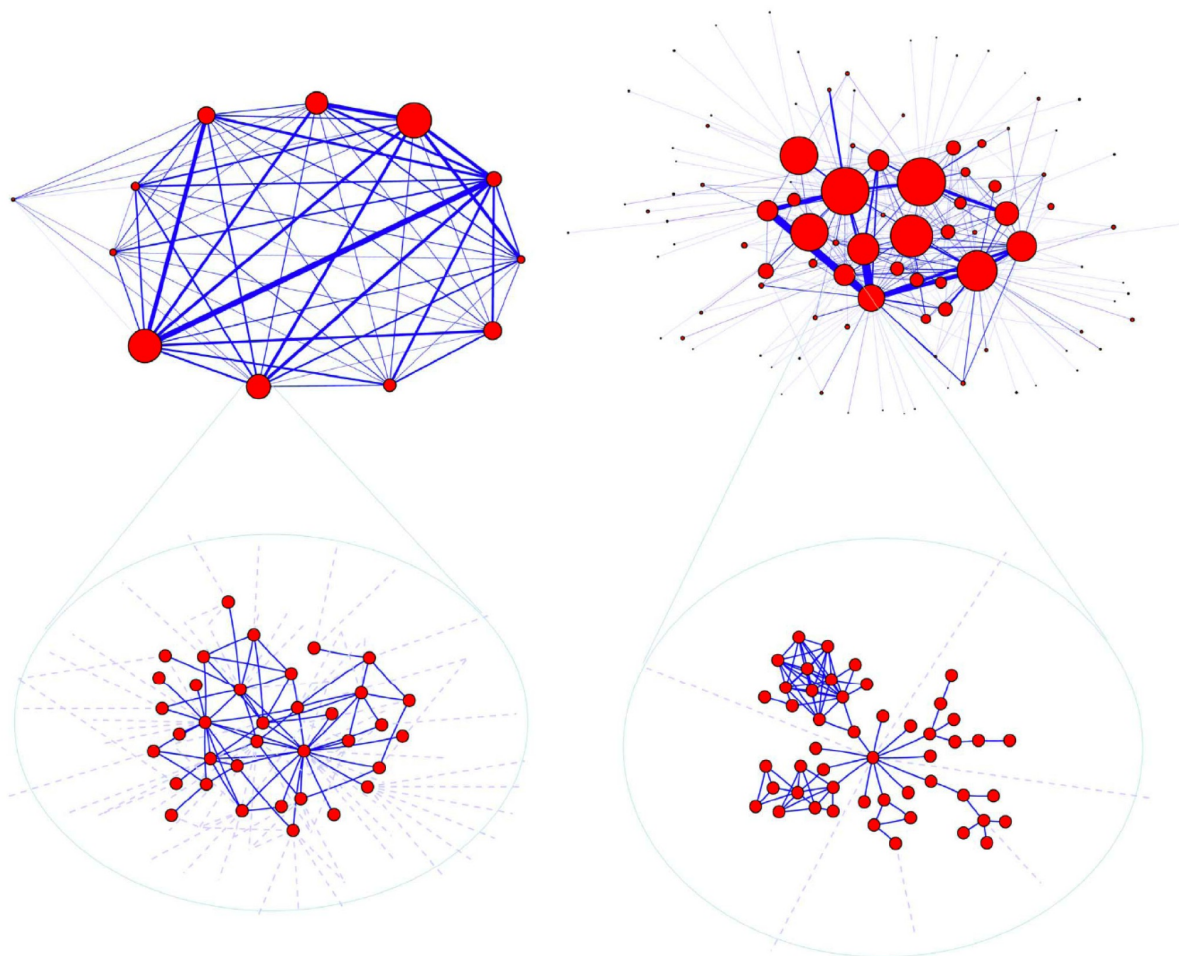


Figura 4. Estructura mesoscópica de las redes de correo electrónico (izquierda) y PGP (derecha). Para cada una de las redes, se muestra como están conectadas las comunidades entre ellas (arriba), y la estructura interna de una comunidad tipo (abajo).

En el caso de la red PGP (derecha de la figura), vemos que las comunidades están escasamente interconectadas, y que su estructura interna presenta individuos muy centrales conectados con la mayoría del resto (a los que llamamos *hubs* o *líderes locales*). La estabilidad observada en el comportamiento de la red PGP se justifica, básicamente, porque los miembros de las comunidades tienden a imitar a esos líderes locales, lo que proporciona estabilidad interna frente a cambios externos en general (y tendencias a comportamientos individualistas/egoístas en particular). Cambios que, por otro lado, tienen escasa probabilidad de propagarse entre comunidades, dada la baja conectividad.

En el caso de la red de correo, en cambio, encontramos comunidades estrechamente interconectadas y con una estructura interna más homogénea, carente de líderes locales. Sin elementos que favorezcan la estabilidad, dicha configuración favorece la 'propagación' de comportamientos individualistas, más ventajosos a corto plazo.

La aplicación de estas conclusiones a casos concretos pasa por tener presentes las dos variables del experimento: La tentación individualista, y las propiedades estructurales de la organización bajo estudio.

Imaginemos, por ejemplo, la organización de un proyecto de participación en el que diferentes grupos y organizaciones locales de naturaleza diversa, que corresponderían a las comunidades, tienen que colaborar de forma puntual en la planificación de algún proyecto o acción posterior. Como en este caso los individuos tendrían un valor bajo del parámetro  $b$  (porque estarían predispuestos a la cooperación), los resultados obtenidos nos indican que una estructura organizativa parecida a la de la red de correo, con muchas conexiones entre miembros de diferentes comunidades y sin la necesidad de un control o consenso claro dentro de cada comunidad, resultaría más apropiada desde el punto de vista de la cooperación.

En cambio, un escenario más general y continuado en el tiempo en el que, por ejemplo, diversos grupos de investigación de disciplinas diferentes (las comunidades) tuvieran que colaborar, tendríamos que tener en cuenta la posibilidad de que la predisposición a la cooperación fuera disminuyendo, y los individuos tendieran a una actitud individualista. En este caso, la mejor opción sería una topología del tipo PGP, con referencias claras dentro de cada comunidad (mediante jerarquías bien definidas con responsables predispuestos a la cooperación, por ejemplo) y colaboraciones entre grupos más bien escasas.

#### **4.2 Resiliencia de los sistemas económicos locales-regionales**

El segundo ejemplo de aplicación (Lozano y Arenas, 2007), analiza la influencia que ejerce la organización de los agentes locales sobre la resiliencia de la economía local y regional. Más concretamente, incide en cómo diferentes aspectos de la organización social a nivel regional (relacionados, de varias maneras, con la diversidad) favorecen un mayor o menor nivel de resiliencia a cambios en el entorno socioeconómico.

En este caso, la metodología consiste básicamente en reproducir cuantitativamente las conclusiones cualitativas de un trabajo anterior ampliamente referenciado en la literatura sobre distritos industriales y desarrollo regional (Saxenian, 1994). Saxenian estudia dos distritos industriales (Silicon Valley y Boston Route 128) que, ante un incremento en el dinamismo del mercado mundial de electrónica (el entorno socio-económico en el que se desarrollaban), presentaron comportamientos totalmente opuestos (mientras que el primero se convirtió en un ejemplo a seguir a escala mundial, el otro se sumió en una profunda crisis). La autora concluye que dicha diferencia de comportamiento tuvo su origen en las características completamente opuestas en términos de organización social. En Silicon Valley la información fluía entre los actores locales a través de vínculos formales e informales y las iniciativas y opiniones individuales encontraban el medio ideal para desarrollarse. En cambio, Boston Route 128 estaba dominada por grandes corporaciones autárquicas y jerárquicas, donde el intercambio de

información se limitaba a círculos cerrados y homogéneos (el grupo de trabajo, el departamento, la división..) y las decisiones se tomaban de forma centralizada.

Para cuantificar el trabajo de Saxenian, en (Lozano y Arenas, 2007) desarrollamos un modelo computacional que reproduce las características organizacionales destacadas por la autora. Para construirlo, nos basamos en un modelo muy simple de difusión de innovaciones tecnológicas (Guardiola *et al*, 2002) para simular los procesos sociales propios de un polo tecnológico, y en un algoritmo capaz de generar redes sintéticas con características similares a las de las redes sociales reales (Boguñá *et al*, 2004) para poder reproducir las características estructurales de cada uno de los dos polos.

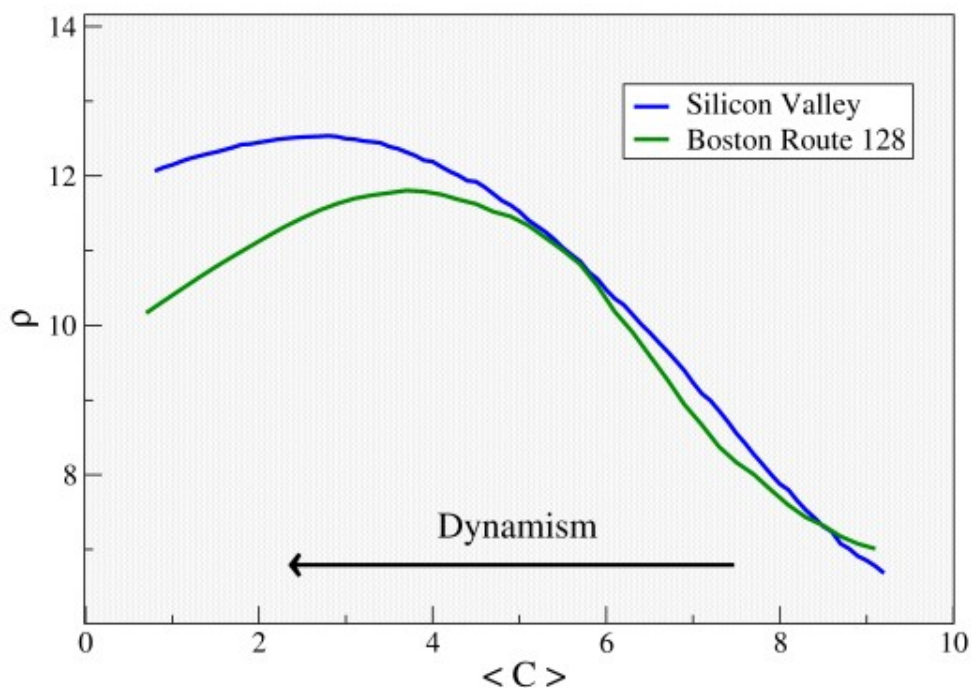


Figura 5. Evolución de la adaptabilidad de cada uno de los sistemas regionales simulados, en términos de mean rate of advance, en función del dinamismo del entorno. Ver (Lozano y Arenas, 2007) para más detalles.

En la Figura 5 se muestra la evolución de  $\rho$  (una variable propuesta en (Guardiola *et al*, 2002) para indicar el nivel de funcionalidad de un sistema de innovación) para diferentes valores del grado de dinamismo en el entorno. Podemos observar que, mientras para valores bajos del dinamismo las curvas son muy similares, las diferencias se hacen evidentes para escenarios más dinámicos. Estos resultados implican que la configuración organizativa correspondiente a Silicon Valley se adapta mejor a escenarios más competitivos que la de Boston Route. Resiste (e, incluso, aprovecha) niveles medios y altos de dinamismo, y empieza a perder funcionalidad

(aunque muy lentamente) sólo cuando la competitividad es realmente alta.

La principal conclusión del ejemplo presentado, que coincide con la de Saxenian en (1994), es que la estructura social y otras características de los sistemas socioeconómicos regionales condicionan la resiliencia de éstos ante entornos cambiantes. Aunque en el ejemplo abordado aquí el factor perturbador que amenaza la funcionalidad del sistema es la competitividad en un mercado, la misma conclusión podría aplicarse a otro tipo de amenazas o fuentes de incertidumbre, ya sean de tipo social o ambiental (Gerstlberger, 2004).

La otra conclusión significativa, es que la diversidad es un elemento que favorece la resiliencia de los sistemas socioeconómicos ante entornos inciertos. Esta segunda conclusión está en línea con ciertos discursos de la literatura sobre *ecología industrial*<sup>4</sup>, en la que se plantea que los sistemas socioeconómicos evolucionan siguiendo patrones parecidos a los de los ecosistemas, de manera que una organización económica sostenible (y, por lo tanto, resiliente a largo plazo) debería parecerse a la de un ecosistema maduro (estable y resiliente). Dado que la mayoría de los ecosistemas maduros se caracterizan por una alta diversidad y una estructura relacional entre organismos compleja (Allenby y Cooper, 1994), es lógico que los sistemas socioeconómicos regionales resilientes presenten también esas características organizativas (Korhonen, 2005).

Finalmente, podemos encontrar ejemplos concretos de regiones cuya economía se basaba en una única actividad industrial y que, tras comprobar la escasa resiliencia de ese modelo a perturbaciones de tipo económico (por ejemplo, deslocalizaciones industriales), ambiental (como el agotamiento de recursos naturales) o social, evolucionaron hacia modelos marcados por la diversidad y los patrones relacionales complejos entre actores sociales regionales (Gerstlberger, 2004) (Helmsing, 2001).

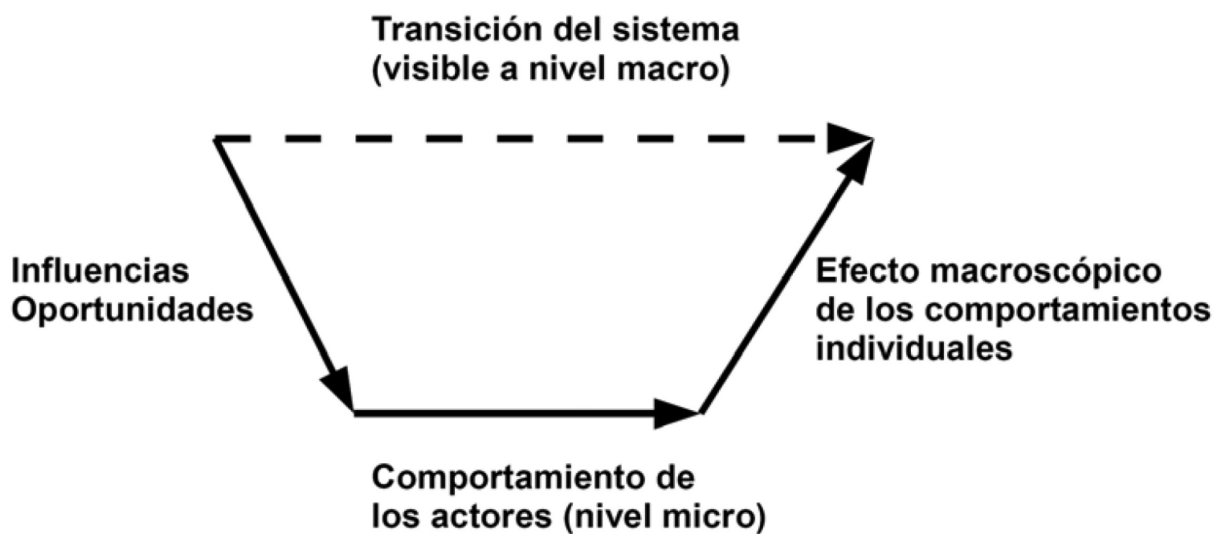
#### **4.3 Movimientos sociales y cohesión**

El último de los tres ejemplos de aplicación que presentamos (Lozano *et al*, 2008), pretende estudiar los fenómenos de movilización social, generalmente como respuesta a una situación percibida como amenazadora. Recientemente hemos podido presenciar algunos ejemplos de como ciertas movilizaciones espontáneas (que, a veces, 'cristalizan' en movimientos más o menos organizados y coordinados en el seno de la Sociedad Civil) pueden ejercer un gran poder de cambio político y social. Algunos ejemplos de ello serían la caída del régimen de Milosevic en Serbia, las movilizaciones espontáneas contra el gobierno del Estado Español el 13 de marzo de 2004, las movilizaciones contra la Ley del Contrato de primer empleo (*contrat première embauche*) en Francia o ciertos movimientos ligados al territorio como el de la *Plataforma en Defensa de l'Ebre* Precisamente ese poder para provocar el cambio es lo que hace a estos fenómenos especialmente interesantes desde el punto de vista del DS, ya que, como hemos comentado más arriba, el camino hacia un modelo de desarrollo sostenible requiere cambios a nivel cultural.

Por otra parte, este tipo de fenómenos pueden ser relacionados con otro concepto importante

desde el punto de vista del DS: la cohesión social. Efectivamente, el hecho de que los individuos que forman estos colectivos (en ocasiones, procedentes de grupos previamente enfrentados) se unan y hagan frente común ante unas circunstancias concretas (generalmente, en contra de una situación que les amenaza), nos da a entender que hay cierta cohesión social *dormida* o *inactiva* en toda población, que sólo se manifiesta en ese tipo de situaciones de crisis, y que suele volver a desactivarse cuando el factor amenazante o estresante ha cesado.

En (Lozano *et al*, 2008), abordamos ese aspecto dinámico de la cohesión social desde una perspectiva estructural. Para ello, utilizamos un modelo coevolutivo (en el que la estructura social y el comportamiento de los individuos evolucionan en el tiempo de forma interdependiente, es decir, 'coevolucionan'), para estudiar de qué manera los cambios en el entorno social y político de un grupo humano (nivel macroscópico) ejercen cierta influencia sobre los vínculos entre individuos (nivel microscópico), y hacen emerger la cohesión social como fenómeno de grupo (nivel mesoscópico). Notese el paralelismo entre este planteamiento y la idea del Barco de Coleman Coleman (1994) (ver Figura 6). Nuestros precedentes en esta ocasión son el concepto de “cohesión estructural” de Moody y White (Moody y White, 2003), y diversos trabajos describiendo ejemplos empíricos de movilización colectiva en diferentes ámbitos (Gould, 1991) (Murphy, 1991) (Stark y Vedres, 2006).



*Figura 6. El 'barco de Coleman', representa la idea de que para entender los cambios sociales que implican a grandes colectivos hay que analizar el comportamiento de los individuos (cómo éstos se ven condicionados por el sistema en general y, a su vez, como el resultado de la combinación de sus comportamientos provoca un cambio macroscópico en el sistema).*

Finalmente, las conclusiones de ese trabajo destacan la utilidad del modelo como herramienta para ayudarnos a entender los fenómenos emergentes de protesta y los movimientos sociales ligados al territorio. En particular, se destaca la importancia de ciertos aspectos individuales como la implicación política o la facilidad de cada uno para 'activar' enlaces dormidos o inactivos, y el papel de la 'temperatura social' a la hora de desencadenar ese tipo de fenómenos.

## 5 Conclusiones y posibles extensiones

En este trabajo hemos puesto de manifiesto las posibilidades de aplicar las herramientas, conceptos y metodologías propias de la perspectiva de redes sociales complejas al estudio de diferentes aspectos sociales del Desarrollo Sostenible. A continuación, resumimos las principales conclusiones alcanzadas y proponemos posibles extensiones.

### 5.1 Conclusiones

Los aspectos culturales son vitales para el Desarrollo Sostenible, ya que el cambio hacia un modelo de desarrollo sostenible es, ante todo, un cambio cultural. No es suficiente que una tecnología sea más 'verde' o 'ecológica' si se utiliza desde una mentalidad que ignora las interdependencias entre la Sociedad y la Naturaleza.

La aproximación sistémica al concepto de DS nos proporciona un marco teórico que permite incorporar aspectos destacados por diferentes autores como el dinamismo (representado por los flujos e interacciones entre los subsistemas social y natural), la complejidad de las interdependencias entre Naturaleza y Sociedad, o el papel de las diferentes escalas organizativas en el desarrollo.

El estudio de los sistemas sociales desde el punto de vista de su estructura tiene casi un siglo de historia marcada por la pluridisciplinariedad del campo. Esta pluridisciplinariedad ha ido creciendo hasta llegar al punto actual, en el que se ha superado la *barrera disciplinaria* entre las ciencias sociales y las naturales con la entrada masiva al campo de científicos como biólogos o físicos. La integración de la experiencia de los investigadores 'tradicionales' del campo y sus herramientas de investigación (de prospectiva y análisis de la estructura social principalmente), con la perspectiva de los científicos naturales (muy focalizada en la relación entre estructura y funcionalidad) y sus herramientas de análisis y modelización (desarrolladas, en principio, para el estudio de sistemas complejos naturales), representa una gran oportunidad en lo que a nuevas posibilidades metodológicas se refiere, especialmente respecto al estudio de la interdependencia entre estructura y fenómenos sociales.

Uno de los campos de aplicación para esas nuevas posibilidades metodológicas es el estudio de fenómenos sociales relacionados con el DS. Esta aplicación puede plantearse desde dos puntos de vista. Uno conceptual, que profundiza en la aproximación sistémica desde la perspectiva estructural. Y otro más práctico, que ve la Ciencia de Redes como un conjunto de metodologías y herramientas de análisis y simulación que se pueden combinar con las ya disponibles para estudiar sistemas socioecológicos.

Desde el punto de vista conceptual, el paradigma de redes sociales complejas puede servirnos para profundizar en determinados discursos de autores que relacionan la organización social con el DS. Aquí nos hemos centrado en dos conceptos: el de *comunidad* y el de *resiliencia*. El estudio de la estructura mesoscópica puede relacionarse con la importancia atribuida a la escala

de las organizaciones por autores como Schumacher, Max-Neef o Manderson, y la resiliencia con algunos conceptos como el de *autodependencia*, que se plantea en la literatura sobre Desarrollo a Escala Humana.

Desde un punto de vista de la aplicación de herramientas, la ciencia de redes también puede contribuir de forma significativa al estudio de los aspectos sociales del DS. más concretamente, los modelos basados en una perspectiva estructural pueden complementar o substituir a las herramientas de modelización comúnmente utilizadas para estudiar el impacto del comportamiento humano en los ecosistemas en casos en los que la heterogeneidad de los individuos puede ser determinante, casos en los que la aproximación de campo medio en la que se basan puede llevar a errores.

Finalmente, teniendo en cuenta lo dicho en los párrafos anteriores, en la sección 4 del presente texto, hemos presentado ejemplos de trabajos que ilustran dicha aplicación a tres cuestiones relacionadas con aspectos sociales del DS: los fenómenos de cooperación, la resiliencia de sistema socioeconómicos regionales y el papel de la cohesión social en los movimientos sociales de masas.

## 5.2 Extensiones

A pesar de que la última parte está dedicada a presentar y comentar ejemplos concretos de aplicación, este trabajo es eminentemente teórico. Consecuentemente, la manera más natural de extenderlo sería profundizar en cuestiones prácticas de la aplicación de la perspectiva estructural a los aspectos sociales del DS. En este sentido, a continuación planteamos algunas líneas de investigación que se podrían desarrollar en próximos trabajos.

Como decíamos más arriba, las redes utilizadas en el segundo de los ejemplos de aplicación presentados en la sección 4, fueron obtenidas a partir del *muestreo* de las interacciones entre individuos (intercambios de correos electrónicos y reconocimiento mutuo de claves públicas respectivamente). Aparte de esta manera de obtener redes empíricas, el Análisis de Redes Sociales ha desarrollado otras técnicas (generalmente basadas en entrevistas) que, en ocasiones, se aplican a proyectos de investigación aplicada. En esta línea, sería interesante llevar a cabo proyectos de investigación centrados en cuestiones prácticas relacionadas con el DS (participación, educación, sensibilización..) que combinaran este tipo de herramientas de obtención de datos con modelos computacionales como los planteados.

Por otra parte, la metodología utilizada en el mismo ejemplo de aplicación, consistente en reproducir cuantitativamente conclusiones cualitativas de trabajos anteriores, podría aplicarse a todo tipo de trabajos orientados a cuestiones prácticas pero planteados de forma cualitativa, abarcando tanto temas relacionados con aspectos sociales (movilidad, participación o educación, por ejemplo) como económicos (el papel de las PyMES y el intercambio de información entre diferentes actores económicos locales y regionales, etc.).

La investigación relacionada con la Ciencia de Redes en general se ocupa cada vez más de la



interdependencia existente entre los fenómenos sociales y la evolución de las estructuras sociales. Consecuentemente, una de las prioridades actuales en el campo es el desarrollo de herramientas para profundizar en esta interdependencia. Aparte de planteamientos coevolutivos similares al presentado más arriba, podemos encontrar trabajos basados en el estudio de varias muestras empíricas del mismo sistema en diferentes momentos de tiempo (análisis longitudinal). Pensando en la aplicación de este tipo de herramientas a aspectos sociales del DS, éstas podrían utilizarse para estudiar la relación entre la estructura social y ciertos procesos sociales con una carga cognitiva importante como, por ejemplo, la difusión de valores y conocimiento en organizaciones y poblaciones.

Otra tendencia importante en el campo de la Ciencia de redes es la integración del factor espacial en las estructuras relacionales. Dada la importancia que está adquiriendo para el paradigma sostenibilista la implantación y gestión de infraestructuras y servicios en el territorio (y, especialmente, en entornos urbanos), estas cuestiones podrían ser un buen campo de aplicación para herramientas de análisis que integran información relacional y geográfica.

## Referencias bibliográficas

- Albert, R.; Jeong, H.; Barabási, A.-L. (2000). "Error and attack tolerance of complex networks". *Nature*, 406. p. 378-382.
- Allenby, B.; Cooper, W.E. (1994). "Understanding Industrial Ecology from a biological systems perspective", *Total Quality Environmental Management*, p. 343-354
- Antequera, J.; González, E.; Ríos, L.A. (2005). "Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible: Un modelo por construir". *Sostenible?*, 7. p. 95-118.
- Barabási, A.-L. (2002). *Linked: The New Science of Networks*. Perseus Publishing. Cambridge, EUA.
- Boguñá, M.; Pastor-Satorras, R.; Diaz-Guilera, A.; Arenas, A. (2004) "Models of social networks based on social distance attachment", *Phys. Rev. E*, 70 (056122)
- Coleman, J.S. (1994). *Foundations of Social Theory*. Harvard University Press. Cambridge, EUA.
- Folch, R. (2005) "Les implicacions de la Sostenibilitat", *Sostenible?*, 7. p. 119-132.
- Freeman, L. C. (2005). *The Development of Social Network Analysis: A Study in the Sociology Of Science*. Empirical Press. Vancouver, BC Canada.
- Gerstlberger, W. (2004). "Regional innovation systems and sustainability - selected examples of international discussion". *Technovation*, 24 (9)
- Gould, Roger V. (1991) "Multiple Networks and Mobilization in the Paris Commune, 1871". *American Sociological Review*, 56 (7). p. 16-29
- Guardiola, X.; Díaz-Guilera, A.; Pérez, C.J.; Arenas, A.; y Llas, M. (2002). "Modelling diffusion of innovation in a social network". *Phys. Rev. E*, 66 (026121)
- Guimerá, R.; Danon, L.; Díaz-Guilera, A.; Giralt, F.; Arenas, A. (2003) "Self-similar community structure in a network of human interactions", *Phys Rev E*, 68 (065103)
- Hagen, G.; Killinger, D.; Streeter, R. (1997). "An analysis of Communication networks among Tampa Bay

- Economics Development Organizations.” *Connections*, 20 (2).
- Helmsing, A.H.J. (2001) *Partnerships, Meso-institutions and Learning New local and regional economic development initiatives in Latin America*. Institute of Social Studies, The Hague, The Netherlands.
- Holling, C.S. (1973). “Resilience and Stability of Ecological Systems”, *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 4. p. 1-24
- Huberman, B. A. y Glance, N. A. (1993). “Evolutionary games and computer simulations”, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, 90. p. 7716-7718
- Jiménez, L.M. (1997) . *Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica*. Editorial Síntesis, Madrid.
- Korhonen, J. (2004). “Theory of Industrial Ecology”, *Progress in Industrial Ecology – An International Journal*, 1 (3), p. 61-88
- Korhonen, J. (2005). “Theory of industrial ecology: the case of the concept of diversity”, *Progress in Industrial Ecology -An International Journal*, 2 (1)
- Krebs, V.; Holley, J. (2002). “Building Sustainable Communities through Network Building”. Localizable en la WEB de la empresa Orgnet: <http://www.orgnet.com/BuildingNetworks.pdf>.
- Lozano, S. (2006). “El Desenvolupament Sostenible com a àmbit d'aplicació de l'Anàlisi de Xarxes Socials” *Ide@sostenible*, 14
- Lozano, S. (2008). *Procesos sociales y Desarrollo Sostenible: Un ámbito de aplicación para la Ciencia de Redes*. Tesis doctoral.
- Lozano, S.; Arenas, A. (2007). “A Model to Test How Diversity Affects Resilience in Regional Innovation Networks” *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 10 (4) 8 <<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/10/4/8.html>>
- Lozano, S.; Duch, J.; Arenas, A. (2007). “Analysis of large social datasets by community detection”, *Eur. Phys. J. Special Topics*, 143. p. 257-259
- Lozano, S.; Arenas, A.; Sanchez, A. (2008). “Mesoscopic structure conditions the emergence of cooperation on social networks”, *PLoS ONE* 3(4): e1892
- Lozano, S.; Borge, J.; Arenas, A.; Molina, J.L. (2008) “Beyond Nadel's Paradox. A computational approach to structural and cultural dimensions of social cohesion ”. <http://arxiv.org/abs/0807.2880v1> [physics.soc-ph]
- Manderson, A. K. (2006). “A systems-based framework to examine the multi-contextual application of the sustainability concept”. *Environment, Development and Sustainability* 8. p. 85-97
- Margalef, R. (1992). *Ecología*. Planeta: Barcelona.
- Max-Neef, Manfred A. ; Elizalde, A.; Hopenhayn, M. (1986). *Desarrollo a Escala Humana: Una Opción para el Futuro*, CEPUR.
- Moody, J.; White, D.R. (2003). "Structural Cohesion and Embeddedness: A Hierarchical Concept of Social Groups”, *American Sociological Review*, 68 (1). p. 103-127.
- Moreno, Y.; Pastor-Satorras, R.; Vázquez, A.; Vespignani, A. “Critical load and congestion instabilities in scale-free networks”. *Europhys. Lett.*, 62 (2). p. 292-298
- Motter, A.E.; Lai, Y.C. (2002). “Cascade-based attacks on complex networks”, *Phys. Rev. E*, 66, 065102(R)
- Murphy, R. F. (1957) “Intergroup Hostility and Social Cohesion”, *American Anthropologist, New Series*, 59 (6). p. 1018-1035
- Newman, M E J. (2003). “The structure and function of complex networks”, *SIAM Review*, 45 (167).

- Pimm, S. L. (1984). "The complexity and Stability of Ecosystems", *Nature*, 307
- Saxenian, A. (1994). *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*. Harvard University Press, USA.
- Schumacher, E.F. (1973). *Small is Beautiful: Economics as if People Mattered*. New York, N.Y. : Perennial Library, cop.
- Shnerb, N.; Louzoun, Y.; Bettelheim, E; Solomon, S. (2000). "The importance of being discrete: Life always wins on the surface", *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 97 (19). p. 10322-10324
- Stark, D.; Vedres, B. (2006). "Social Times of Network Spaces: Network Sequences and Foreign Investment in Hungary", *American Journal of Sociology* 111 (5)
- Turner B.L.; Kasperson, R.; Matson, P.; McCarthy, J.; Corell, R.W.; Christensen, L.; Eckley, N.; Kasperson, J.X.; Luers, A.; Martello, M.L.; Polsky, C.; Pulsipher, A.; Schiller, A. (2003). "A framework for vulnerability analysis in sustainability science". *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 100 (14)
- Watts, D.J. (2003). *Six degrees: The science of a connected age*. W. W. Norton & Company Inc.
- Watts, D.J.; Strogatz, S. H. (1998) "Collective dynamics of 'small-world' networks", *Nature*, 393.

- 1 Traducción al castellano de la definición original extraída de (Jiménez, 1997).
- 2 El uso del término *resiliencia* en este artículo requiere una justificación. Tal y como se ha apuntado durante el proceso de revisión del trabajo, este término no consta como tal en los diccionarios castellanos y su lectura resulta poco agradable. Sin embargo, el autor ha preferido preservarlo en detrimento de otros como *robustez* o *tolerancia* para enfatizar su carácter dinámico, a medio camino entre resistencia y flexibilidad (tal y como se apunta en el texto). Cabe destacar que este criterio es coherente con su uso en castellano (tal cual) en ingeniería y psicología, así como el de su equivalente en inglés (*resilience*) en la literatura sobre sistemas en general.
- 3 Para ver una explicación detallada sobre el algoritmo de encriptación *Pretty-Good-Privacy*, se puede consultar la definición colgada en la Wikipedia: <http://en.wikipedia.org/wiki/OpenPGP>
- 4 La *ecología industrial* es una disciplina que estudia la organización de los ecosistemas (por ejemplo, los flujos de materia y energía), para aplicar estos conocimientos a la organización de distritos industriales y otro tipo de actividades humanas. Puede encontrarse más información en (Korhonen, 2004).



## Needs Assessment and Technology Assessment: Crucial Steps in Technology Transfer to Developing Countries

Kassahun Yimer Kebede<sup>1</sup>, Karel F. Mulder<sup>2</sup>

(1) Mekelle University, Faculty of Science & Technology, Department of Industrial Engineering, P.O.Box 231, Mekelle, Ethiopia

(2) Delft University of Technology, Faculty of Technology, Policy and Management, Technology Dynamics and Sustainable Development Section, Jaffalaan 5, NL2628 BX Delft, The Netherlands

### Abstract

Technology transfer has been a common practice of most developing countries and countries in economic transition as they usually don't have their own R&D and industries for producing the required technology. In transferring a technology there are a lot of factors to be considered. Most failures of technology transfer occur because of the failure to consider those factors. This paper focuses on the initial (though often forgotten) and crucial steps of technology transfer, Needs Assessment and Technology Assessment, and identifies factors involved in those steps. The study is based on a literature survey and case study analysis of technical, institutional, economic and environmental factors that should be considered in the needs- and technology assessment processes. The model that is developed serves as a guideline for technology transfer processes for developing countries. To validate the model, case studies from literature are used and discussed.

**Keywords:** Needs Assessment, Developing Country, Technology Assessment, Technology Transfer

## 1 Introduction

It is often claimed that technology transfer, mainly to developing countries, is often unsuccessful. Sometimes, lack of technology transfer has a clear economic reason, like for example in the case of lacking HIV/AIDS medication transfer to Africa (Rothenberg, 2006). However, more often failure occurs after the technology transfer has taken place. Well known, although still debated in its impact, is the Green Revolution, i.e. the transfer of Western agricultural methods to various developing nations to increase food production (Cf. Wright, 1992). Also in the transfer of management tools, like Enterprise Resource Planning or the Japanese Kaizen concept, failure frequently occurs (Recht/Wilderom, 1998).

In technology transfer to developing nations, failure is often tragic: the financial resources of these countries are very scarce and the failure of technology transfer might prevent that basic needs are fulfilled. Moreover, failures sometimes create the idea of an inevitable fate: ‘nothing works, all aid is bound to fail’.

Main reasons for the failure of technology transfer are a lack of *Needs Assessment* and a lack of *technology assessment*. In this paper the importance of these two aspects of the successful technology transfer will be shown and the way to handle them will be elaborated.

In making the decision to transfer a technology from a developed country to a developing country much more should be considered than just the costs and benefits that arise by purchasing and transferring the hardware. Beyond ‘hard’ technological characteristics, a lot of factors must be considered which include the total system in which a technology is intended to function, skills to handle the equipment, spare parts of the technology, along with maintenance know-how, organizational and managerial procedures (IETC, 2003).

Although technology transfer involves various stakeholders, in this paper the focus will be on the purchaser and the user of the transferred technology. Purchaser and user might be different: governments might order technologies for the benefit of specific users such as farmers. The purchasers’ needs might differ from the users’ needs: governments might aim for example at purchasing ‘high tech’ that contributes to national prestige or to growth of national exports, targets that are often not supported by users. Purchasers’ ideas of users’ needs might also be influenced by prejudice or wishful thinking. At the other hand, purchasers might also aim at raising the users’ development by introducing technologies that go one step beyond the needs that are expressed by users. In doing so, it might be easy to overestimate the flexibility of the user in adapting to the new technology.

Needs Assessment, aiming at assessing the actual needs of technology users, has to be the first step in the technology transfer process. It should clearly identify the bandwidth of the performance characteristics of the technology.

This paper mainly addresses the technology transfer to, between and within developing countries focusing at the company level and encompassing the broad range of technologies supporting the community and the regional, national and international policies for development. It identifies

factors to be taken into account during the Needs Assessment and the technology assessment process and a general model has been proposed in the last part of the paper. Additionally, some cases are included to show how the identified factors are affecting the technology transfer process.

## 2 Theories on Technology Transfer

There are a lot of factors to be considered in transferring a technology and different theories and models have been addressing some of those factors. The failure to take these factors into account resulted in many unsatisfactory outcomes and failures of technology transfer. There have been different models of technology transfer proposed at different times with different approaches:

- The general model for international technology transfer by Samli (1985) which encompasses five components; *the sender, the technology, the receiver, the aftermath, and the assessment*. The model focuses on factors related to geography, culture, economy, people, business and government (Luper et al., 1991).
- Fried and Molnar (1978) proposed a trans-disciplinary model that considers man-artifact, task, and setting components of technology along with communication, domain, and legitimacy of the social organization.
- Madu (1988) developed a model that helps making a decision to transfer technology. He included defining needs and objectives as a second step in the model (Madu, 1988).
- Linstone (1989) suggested a multiple perspective approach that considers technical, organizational, and personal factors (Luper et al., 1991).
- In another model proposed by the Technology Atlas Team, each technology transfer process encompasses the four technology components - *technoware, humanware, inforware and orgaware* (Putranto et al., 2003; Luper et al., 1991)

The model developed in this paper has some similarities with the models of Madu (1988) and Linstone (1989). In our model it has been tried to identify the main factors involved in the technology assessment process and the model considers the technology transfer process as a sequence of steps of which the crucial and primary steps, Needs Assessment and Technology Assessment, are elaborated more. As these are the main and primary steps to determine the success of the technology transfer process, focus has been directed to these two steps.

In the model, Needs Assessment is taken as the first crucial step. Once the Needs Assessment is complete, a decision can be made on the necessity of a technology transfer. The Technology Assessment is the next step. The model is mainly constructed to give a guideline for the assessment of the technology to be transferred. Even though technology transfer involves both the transferor and the transferee, as mentioned above, more focus is given to the purchaser and user of the technology. As there will not always be 'win-win' outcomes of the technology

transfer process, the seller of the technology should also consider the factors that determine the success of the technology transfer. A satisfactory technology transfer process might bring the seller more customers and contribute to the long term success of both parties.

### **3 Towards an improved Process of Technology Transfer**

Technology transfer is not as simple as its definition: taking technology from an area and implementing it in another area. The problems are caused by 'culture ladenness' of technologies: Studies of the process of technological change have focused on the propelling forces behind these changes. This body of knowledge clearly points to forces internal to the world of the technologist, like the dynamics of technological systems (Hughes, 1994) or technological paradigms (Dosi, 1982), as well as to social and economic forces relating to the creation of new technology, like evolutionary theories (Dosi et al., 1988), social-constructivism (Bijker et al., 1987), feedback mechanisms (Arthur, 1990). These social and economic forces could also be influenced in order to steer technology, for example to contribute to Sustainable Development (Weaver et al., 2000, Mulder, 2006).

For this paper, these forces do not need to be outlined in detail. It is clear that various forces that are 'local' in character contribute to the process of shaping new technologies. Technologies are therefore not universal answers to universal needs: they are shaped by highly localized forces.

However, once the investments in the development of new technologies have been made locally, the technologies escape their local character and spread to places with different social and economic conditions. The logic behind this development is that production costs of modern technology are often low as compared to the cost of their design; hence, replicating technologies is often more attractive than developing local technologies to serve local needs. Therefore, local and small scale production is often out competed by the economies of scale of global players that sell their technologies world wide. The consequence is that local or regional cultures continuously have to cope with the influx of new technologies that are alien to their social, economic and cultural conditions.

The transfer of technologies to other cultures sometimes creates controversy. An example is the resistance against McDonalds/fast food as being a threat to gastronomic cultures<sup>1</sup>. However, the social, cultural and economic conditions of most industrialized countries are rather similar, as being mainly Christian, market based parliamentary democracies. Problems of technology transfer between industrialized and developing nations become much worse. Technology transfer to developing nations is often a complicated process involving technical, economic, social, political and legal aspects (Putranto et al., 2001).

A technology that has proven to be appropriate and sound in a given area or under specific cultural conditions may not be appropriate under different conditions. The performance of a given technology is dependent on several factors determining the precise nature of the needs that has to be fulfilled by its service, and several factors that emerge from local culture, economic



and geographic circumstances. It is therefore necessary for a purchaser, company or other stakeholder, to choose an option that fulfils these specific requirements and needs (IETC, 2003).

There is a need to study the cultural roots of a technology before implementing the “western technology” into “eastern’ culture” (Awny, 2005). The differences between the cultural roots of a technology, and the cultural environment of application, are frequently not recognized. Authorities in developing nations are often rushing to imitate the industrialized countries and transfer a technology without paying proper attention to this gap. This leads to inappropriate and unsatisfactory outcomes of many technology transfer projects (Luper et al., 1991). By the same reason, technology transfer was often more successful in colonial times than it is today: the process was coordinated by colonial authorities who ordered technologies in their home country. By their own experience of being transferred between cultures, they were better able to judge the factors that determined the success of technology transfer (Cf. Ravesteijn/Kop, 2008)

International Technology Transfer (ITT) has been a common practice and played a great role in the creation of worldwide manufacturing. *ITT includes the transfer of systematic knowledge for the manufacture of a product, for the application of a process or for the rendering of a service* (Zhang, 2003). Most ITT has been carried out by multinational companies for various reasons like:

- securing the supply of imported raw materials or components for its home market production (*vertical integration*),
- serving the host market with products, especially if import of these products would be expensive (*horizontal integration*),
- serving the world market by developing manufacturing capabilities in a foreign country that has the most profitable conditions in regard to costs of labor, capital, raw materials and transport (*globalization*) (Luper et al., 1991).

In making the decision to transfer a technology, the first and main step is

- the ***Needs Assessment*** –indicating the needs to be satisfied by the technology and its strategic importance
- the ***technology needs specification***-specifying the detailed requirements and constraints
- the specification and **assessment of direct and indirect effects** of the transfer of a technology (Awny, 2005; Madu, 1988).
- the ***technology selection***- considering the available technologies and

Since these major processes are the crucial steps in a technology transfer, we grouped them as Needs Assessment and Technology Assessment processes and both are discussed in the next part.

### Technology Transfer Process

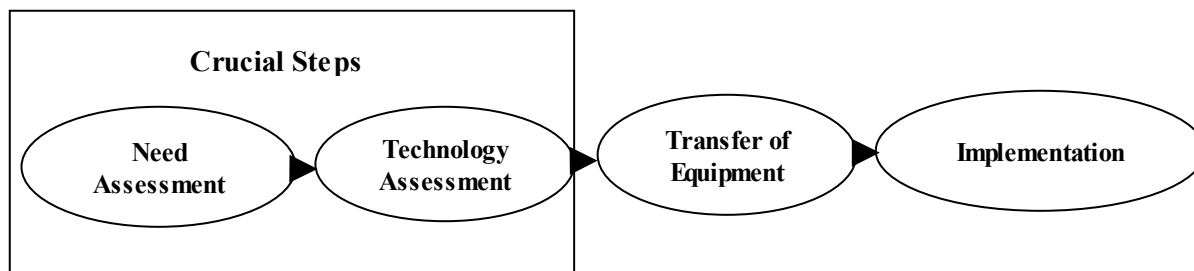


Figure 1. Crucial steps in the Technology Transfer Process

## 4 Crucial Steps and Factors in Technology Transfer Process

### 4.1 Needs Assessment

Often, developing countries transfer a technology which is unsuitable to their national interest; national prestige might play a strong role like in the creation of flag carrying airlines or the purchase of impressive military equipment. However, very often decisions lack proper Needs Assessment. Decision makers observe the success of a specific technology in its home country and decide to transfer it without proper assessment of the domestic needs for it.

The question what the needs are, that have to be satisfied, and what their priority are in regard to other needs is often not answered. This question is the key of Needs Assessment. Needs Assessment is defined as analyzing:

- the needs and their dynamics
- the ‘owners’ of these needs
- strategic policies and plans, for fulfilling these needs
- other stakeholders in regard to these needs (Cf. Strategic Problem Definition of Weaver et al., 2000).

Needs Assessment is a crucial step in a technology transfer decision. At the very beginning the needs of the country, the society in general, and the needs of the intended users have to be identified. These needs then lead to identifying technological options to satisfy them. Analysts should be aware that a ‘need’ is not equivalent to a ‘demand’: a ‘demand’ is influenced by the availability of technological options and their price levels. This includes a “rebound” effect as technology improvement leads to expansion of demand for its service (Green et al., 1992). A ‘need’ exists apart from price levels, while a ‘demand’ includes price elasticity.

The Needs Assessment should include policy objectives that are often integrated into a national

development plan. Technologies that fit specific strategic objectives could harm other strategic objectives. A capital intensive technology may not be advisable to transfer to a country with high unemployment rates, as the countries needs are not just to provide a specific good/service, but also to provide jobs. For a country focused on agricultural production, transferring technologies of high tech electronics industry may not be the right choice as the needs for the products will be very limited. Hence, Needs Assessment is necessary to indicate and identify the needs of the purchaser and the user. Analysis of the needs of all stakeholders that might be described in national strategic plans, might help to determine what is needed (Awny, 2005).

Once the problem is clearly formulated and the needs to fulfill are identified, the next step of the Needs Assessment aims at identifying the options to satisfy them. In the technology transfer decision making model of Madu (1988) identifying the needs and objectives is one of the crucial steps in the process. He states that in making the decision to transfer a technology, identifying the potentials and weaknesses of the existing technologies is carried out to decide whether the stated needs can be satisfied by the existing technology. Once the limitations of the existing technologies are known, he recommends evaluating and selecting the appropriate options for improvement (Madu, 1998).

#### **4.2 Technology Assessment**

In the industrialized world formal and informal Technology Assessment is carried out:

- The informal Technology Assessment is what many industries and government agencies do when they adopt new technologies: they analyze and discuss all costs and benefits of this adoption.
- The formal Technology Assessment mostly occurs when the stakes are high or decision makers expect conflicting views.

The aim of Technology Assessment is to inform decision makers, to provide an early warning signal for unintended consequences, to prepare stakeholders for possible technological changes, or to facilitate the participation of stakeholders in decision making (Smits/Leyten, 1988). More recently, stakeholder participation and feed back loops have been emphasized as important for the technological construction process (Constructive TA, Schot/Rip, 1997, Van den Ende et al., 1998).

Both formal and informal Technology Assessment are almost absent in most developing nations. The dominant mode of thinking in most developing nations is that one should try to obtain the sophisticated technologies from industrialized countries, with very often a lack of understanding for the preconditions for these technologies to be successfully applied. So in general, not even an informal Technology Assessment takes place. However, a Technology Assessment, giving an integrated picture of the consequences of the introduction of a new technology is crucial for development. The introduction of the non-indigenous Nile perch into Lake Victoria, that created

a new fishing industry but also devastated local fish stocks, can be seen as a horrific example of where a lack of Technology Assessment might lead to (Masciarelli, 2005).

A technology transfer is said to be successful when the “three pillars” are fulfilled according to IETC’s (International Environmental Technology Center) report:

- *environmentally sound,*
- *economically viable and*
- *socially acceptable* (IETC, 2003).

Hence, Technology Assessment is done to assure technical validity, economic viability, political feasibility and environmental and social acceptability (Chen, 1979) of a technology transfer.

A technology transfer can only be really long term successful if the technology is continuously maintained and improved afterwards. This requires a certain innovative infrastructure in the country: the technology should be controlled and maintained by properly trained operators. Above that, there should be experts that are able to adapt the technology to new demands, or the availability of new and improved components. This is an important element of the TA. If this is done properly, long term costs of technology transfer might be prevented by developing the ability to improve, adapt, replicate or even re-sell the technology (International Environmental Technology Center, IETC, 2003).

The factors that should be considered in assessing the technology from the developing countries perspective are discussed in the next part.

#### ● **Technical Factors**

In a country where there is no appropriate infrastructure and supporting technologies, it is difficult to utilize technologies to their full capacities (IETC, 2003). Low technical and innovative capabilities are among the barriers of successful technology transfer that need to be taken into account (IEA, 2001). Under-utilization and inefficiency of a technology are common experiences of developing countries after a technology transfer (Sharif, 2003). It is not only due to lack of knowledge and craftsmanship, but also to a lack of innovative capacity to adapt technologies to demand.

#### ● **Economic Factors**

Economic factors include the availability of human resources, capital, land, energy and other raw materials. The availability of these factors favors transfer of specific forms of technology (Madu, 1988). However it doesn’t imply that a labor based nation should stick to labor augmenting technology. Rather it should consider its weaknesses and explore the improvement options.

Resources also include factors such as raw materials, foreign exchange, real estate, and so on (Luper et. al, 1991). Subsidies, macro-economic conditions and market conditions are important factors that should be given attention in the Technology Assessment (IEA, 2001). Patenting and licensing of intellectual property rights also need considerations in transferring a technology. As

a technology transfer to developing countries often has the target of replicating, even re-selling of the technology, (IETC, 2003) these issues need consideration and agreements before transferring a technology.

- **Institutional Factors**

*Institutional factors in this study* encompass

- organizational,
- social,
- cultural, and
- political factors.

*Organizational:*

The successful implementation of a technology often requires the various units of the purchaser organization to have a strong interactive attitude as their roles in the organization might be affected. However, in most developing countries the hierarchical form of organization is dominant, and it is difficult to apply network management systems that allow for more independence and interaction. (Ten Heuvelhof, 2006).

The way in which organizations are created affects their exploitation of technologies. The introduction of a new technology requires the ability of the organization to manage changes associated with this introduction into the organization (Madu, 1988; Cui et al, 2006). The introduction of a new technology mostly requires organizational flexibilities. Flexibility is often lacking in developing nations. Semi-autonomous units, like the business units in Western corporations are virtually absent in the larger organizations of the developing nations.

*Social:*

A technology should be *socially acceptable* i.e. it should contribute to the local community. Many new technologies provide local jobs and income. However, in some cases new technologies destroy jobs. A real life example: a city in Western Europe offered help to a city in the developing world. The city in the developing world would receive street sweeping cars as were used in Western Europe. Would this really be socially acceptable if it implied that dozens of local street sweepers became unemployed, with unemployment rates of over 50 %?

*Cultural:*

A technology should be *culturally acceptable*. Cultural factors include the attitude, way of life, religion. Taboos, language, the concept of time, the concept of honor and respect, and work ethics are also included in this category (Luper et al., 1991). Culture also implies the working habits of the nation. In developing countries like e.g. Ethiopia, working in a factory is (in some regions) regarded as a job of very low status. This has a strong cultural background. Cultural

preferences might hinder a successful technology transfer (IEA, 2001).

Very often the culture of (part of) the purchaser country of a technology needs to adapt for a successful technology transfer. Resistance might be strong. Training and education for awareness might sometimes reduce such resistance (Cui et al., 2006). Especially the production and consumption of various food products might be unacceptable. (Chen, 1979)

#### *Political:*

The political climate of an area is a factor that should be considered before a technology transfer. Political instability and corruption are mentioned as barriers for technology transfer (IEA, 2001). The safety and stability of a country is a determining factor for investors and foreign relations. For example, the Ethiopian government bought and transferred modern textile machineries to Adwa, near to the Massawa port area. It has been functioning below its full capacity and under a high cost of production. The textile technology needed a huge investment and the factory was assumed to import raw materials and export its products through the nearby Massawa port. This port unfortunately is blocked because of the Ethiopia-Eritrea war. The feasibility study for the decision making on this technology transfer didn't consider political stability. The textile plant has been facing huge additional costs for getting raw materials and exporting its products through a different port far from its site.

A new technology might also influence the political power balance. Therefore, Israel blocked Gaza from having its port facilities and airport. On a more local level, the introduction of new agricultural- and communication technologies in a village might strengthen the power of the farmers in regard to local rulers or merchants who might refuse to accept that.

#### ● **Environmental Factor**

This factor includes geographical location, climate and sanitary conditions. It is often stated that the rich world cares for the pollution of life-supporting systems while the poor world cares for the pollution of poverty: pests, epidemics, unsanitary conditions, etc. (Chen, 1979). However, degradation of life supporting natural systems is becoming a day to day experience in developing countries (IETC, 2003). Very often, the populations are unaware of the harmful effects of pollution, until a disaster happens. The poisoning of about 1500 inhabitants of Abidjan, the capital of Ivory Coast, by illegal dumping of chemical waste from Europe, serves as a good example (Copnall, 2006). However, very often the effects of chemical pollutants are only observed after a prolonged period of time, which is often beyond the scope of decision makers in developing countries. Hence, a technology should be assessed for its environmental effects.

Resource depletion is an issue that a responsible government should take into regard. Very often, governments favor a strategy of cashing in on their resources in the short term, which might ruin the country in the long term.

<b>Technology Assessment Factors</b>			
<b>Technical Factors</b>	<b>Economic Factors</b>	<b>Institutional Factors</b>	<b>Environmental Factors</b>
Physical facilities (infrastructures and support technologies),  Services and systems (operation, maintenance)	Human resources (both technical and non-technical expertise),  Capital, land and other raw materials,  Macro economic conditions,  Market and property right (patents and licenses)	Organizational factors (structure, flexibility for change, decision making),  Social factors (religion, taboos, language, concepts of time and honor, respect, work ethics),  Cultural factors (taste, habit ),  Political factors (Political instability and corruption)	Geographical and climatic conditions,  Ecological systems imbalance, human health effects,  Effects of pollution,  Resource depletion and environmental destruction

*Table 1. Technology Assessment Factors*

## 5 The Model and Its Elaboration

The proposed model that considers the crucial steps and factors in technology transfer is discussed and a simple example is included here to sketch the processes of the model. (See Figure 2.) The given example indicates how a need for transportation can be satisfied with alternative transportation types where the transportation technology cannot be produced at home and is transferred from an external supplier

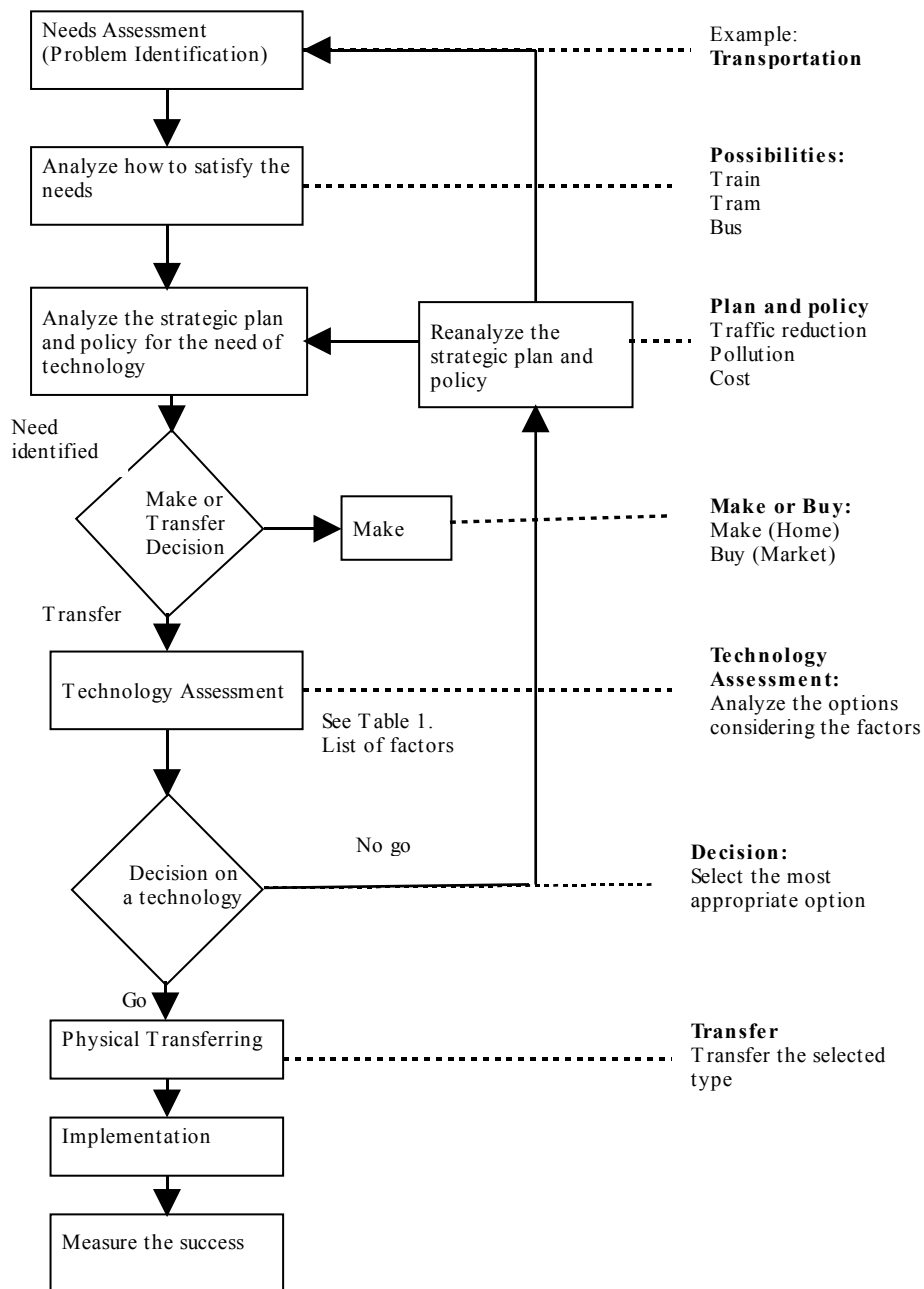


Figure 2. Technology Transfer Model

The model (in Figure 2.) consists of the following steps:

- i. *Needs Assessment (problem identification)*: This is the first step in the technology transfer process. Needs have to be identified, and the basic characteristics of the needs in



terms of quantity, price levels, and cultural preconditions. This involves identifying the needs of the receiving society. Basically the society is the center of analysis, not the available technologies.

- ii. *Analyze how to satisfy the needs (options identification)*: The needs identified require options to meet them. These options of how to satisfy the needs may not necessarily be technology related.
- iii. *Analyze the (national) strategy and the policy plans for fulfilling the needs and for the options to satisfy that needs*: In general developing nations have set their priorities by strategic plans or development plans. These plans might determine the resources that governments are willing to commit to the options.
- iv. *Make or Transfer decision*: Even though most of the technologies of developing countries are transferred from overseas, there are technologies that can be developed and used locally. The “make option” is attractive if the resources and skills needed to produce it are locally available, and the technology is of great economic or strategic interest to the country, but investing in the “make option” only for reasons of strategic interest can lead to disaster. For example, the Indonesian aircraft manufacturer IPTN, which was set up to supply the Indonesian archipelago with appropriate means of transport, was a sink for government subsidies, and could sell their ill-suited aircraft only by government enforcement (Towery, 1998). Since, the focus of this paper is in transferring technologies, we do not elaborate more on this point.
- v. *Assess the technology considering social, cultural, economic and environmental factors*: Each of these factors has already been discussed in the Technology Assessment part of this paper.
- vi. *Decision on a technology*: After assessing the possible alternative technologies, the most appropriate technology is selected. If no satisfactory technology is available, the strategic plans and policies should be reconsidered.
- vii. *Physical Transferring process*: This is the actual and material transferring process of the selected technology. It includes all the procurement and transportation processes of the technology. But it must be remembered that technology transfer does not necessarily mean physical technology transfer, as services can also be included.
- viii. *Implementation*: The final process of the technology transfer is implementing the technology. Additional recommendations for developing countries as stated by Awny (2005) are worth to be mentioned here; i.e. absorption and further modification of the technology should be taken into account. Proper consideration should be given to personnel training and maintenance.
- ix. *Measuring the success*: Once the whole transfer process is done, measuring the success or failure of the transfer process helps to learn from mistakes and leads to improving the

next transfer processes.

### **5.1 Why a better model? Three cases of technology transfer.**

Three cases of large scale technology transfer to developing countries and the learning experience from these cases are discussed to elaborate our model. The case studies are collected from other public sources. They are discussed with respect to the model that we proposed. We will focus on the Needs Assessment and Technology Assessment steps in these cases.

#### **Case 1: Arsenic drinking water contamination and social mobilization in Bangladesh**

Bangladesh is in many ways what we perceive as a typical developing country; it is predominantly agrarian, highly indebted, and has a huge disparity between its rich and poor population. Additionally, the country faces problems of over-population.

Although it is in one of the wettest parts of the world, Bangladesh has always faced problems with the supply of clean drinking water. In the past decade a new disaster emerged. It turned out that two-thirds of the tube wells installed over the last thirty years – roughly 5 million in total – contain arsenic concentrations above the permissible levels set by the World Health Organization (WHO). These wells were installed to contribute to a secure and reliable drinking water supply. They would provide a good alternative to surface water supply with its associated bacteriologic diseases. In itself that goal has been reached. It is therefore a bitter observation that it is this very approach that has led to widespread arsenic poisoning of drinking water. Arsenic is chronically toxic after prolonged low level exposure and can lead to skin lesions, bronchitis, diabetes and eventually tumors and cancers. Roughly 42 million people (more than 30% of the population) have been exposed for many years to arsenic concentrations well above the WHO standard. Nowadays, several organizations are trying to implement technical solutions to supply the local population with safe drinking water. The success of these attempts differ as the focus is sometimes just on transferring equipment without any notice for the local needs for clean water, nor the local conditions under which the equipment have to be kept in operation. Some projects fail because people cannot be convinced not to use the local well and getting their water from a cleaning facility at further distance. Other projects fail to develop the proper organization to manage operation and maintenance of facilities.

(Boes/Rammelt, 2006)

The Bangladesh drinking water case shows in fact two examples of technology transfer. The first is the transfer of tube-well technology; the second is the transfer of various technologies to solve the arsenic contamination problem. It shows that transfer and implementation of a technology is highly influenced by social and economic structures of a society.

- **The Case with respect to the Model proposed:**

- i. Needs Assessment: Problem Identification

Before having the tube-wells, people were often depending on microbiologically contaminated surface water for drinking. This created a severe public health problem.

ii. How to satisfy the needs: Options Identification

There were different technological options to supply drinking water to the Bangladesh society. The identification of these options for the Bangladesh society was absent during the period in which tube-wells were installed. At this moment various technological options are studied in order to prevent arsenic poisoning.

iii. Analyze the plan and policy for the needs of technology to satisfy the needs

The provision of clean drinking water technology was and is a priority in the rural development plans of the country.

iv. Make or Transfer decision

This decision depends on capacity of the country to make the technology at home or transfer it from outside suppliers. The technological options that can be produced locally are still not taken too seriously.

v. Technology Assessment

The Technology Assessment includes assessing the indirect and longer term effects of a technology. This was not carried out: the geological soil characteristics for the tube-wells were not studied at all. Had the level of the arsenic in the groundwater been known before, the tube-wells would never have been installed and an alternative technology would have been applied.

In solving the more recent arsenic problem, the local culture, organizational and cultural factors were often not considered. This resulted in a considerable number of failed projects.

All these factors are now being considered 'after the event' and studies are now being carried out to consider social and cultural acceptability of the mitigation of arsenic contamination technologies. The case clearly shows that both preventing and solving technology transfer problems require consideration of the technology assessment factors.

vi. Decision on a Technology

If the relevant factors had been clearly analyzed, the decision would probably not have been the same.

vii. Transferring process

The technology transfer process involved physical transportation and supplying of the available tools and experts to the implementation areas.

viii. Implementation

This step refers to the installation of the tube-wells in the assigned locations.

ix. Measure the success

In the case of tube-wells, evaluations were made only after the first arsenic related diseases occurred. This could have done much earlier, which had created better learning.

**Case 2: Animal drawn wheeled-tool carriers**

During several decades, research, development and promotion of animal-drawn wheeled tool carriers has been carried out. These implements have been universally hailed as "successful" but yet farmer adoption has been extremely disappointing. In more than thirty different countries around the world, improved animal drawn wheeled tool carriers have been introduced. The transfer and implementation of animal drawn wheeled –tool carriers, about 10.000, failed in all of the countries. Farmers did not pay a realistic price for these tool carriers. Almost all of them did not remain in use for more than 5 years. The main reasons for the failure were of a social and cultural nature. Attitudes and interests of the users, i.e. the farmers (the purchasers) in regard to the new wheel tool carrier, were not considered. All the development programs on animal-drawn wheeled tool carriers started at (agricultural) research stations. They were implemented in a top down way. In all the reviewed cases wheeled tool carriers worked well on the research stations, yet in none of the cases wheeled tool carriers work sufficiently well under normal farming conditions to continue using them.

The wheeled tool carrier programs illustrate the dangers of Needs Assessment and Technology Assessment limited to research stations and “top down” philosophies that were often guiding the work of these institutes. This example also highlights the problems of emphasizing technical efficiency rather than appropriateness, both to the needs of the farmers and to the realities of rural life. Farmers should be involved in all stages of planning, implementing and evaluation of programs that are aimed at their work.

Most individuals and institutions that are involved in technology transfer are afraid of adverse public reactions if they report “failures”. However, failures are often much more interesting for learning purposes as they often contain clear lessons. This requires a change of culture in order to allow for ‘failure’. If the national programs, the aid agencies and the international centers fail to accept this challenge, major opportunities for learning will be lost and more time and money will be wasted.

The wheeled tool carrier story is remarkable, for the implements have been universally seen as “successful” yet never been adopted by farmers. The main lesson from this case should be that crucial stakeholders should be involved.

(Starkey, 1987)

● **The case with respect to the major steps of Technology Transfer:**

***i. Needs Assessment:***

Though the needs for better tool carriers had been known, the needs of the users of the technology were not fully understood. Only the needs of society were identified, but not the

needs of individuals and the social and cultural preconditions to fulfill that needs.

## ii. Technology Assessment

The technology proposed, the wheeled tool carrier, was not the appropriate technology for the needs of the farmers. Some of the factors which were not considered in the transfer and implementation process included:

- **Technical Factors:** the suitability of the carrier under normal conditions of farm work was not considered
- **Institutional Factors:** the social life, attitudes, culture and interest of the farmers were not taken into account during the design and development of the technology. It was a “top-down” approach where the designers didn’t recognize the non-technological influencing factors.
- **Environmental Factors:** technical efficiency and use of technologies depended on the natural circumstances in rural areas. The requirements that originated from soil properties and landscape were ill perceived. The carrier proposed for flat soil was not efficient for most areas. Its impact on the environment varied considerably.

### Case 3: Green Revolution:

The term “Green Revolution” is used to describe the transformation of agriculture in many developing nations. It started after World War II, although the term "Green Revolution" was only used from the end of the 1960s. This Green Revolution led to dramatic increases in cereal production between the 1940s and 1995. Between 1970 and 1995 cereal production in Asia doubled, while population only increased by 20 %. Latin America also increased cereal production, but the gains in sub-Saharan Africa were more modest due to poor infrastructure, high transport costs, pricing mechanisms that penalized productive farmers, and lack of irrigation. This transformation occurred as the result of programs of agricultural research, extension, and infrastructural development largely funded by the Rockefeller Foundation, the Ford Foundation, and national governments. (IFPRI, 2002).

- **The case with respect to the major steps of Technology Transfer:**

#### Needs Assessment

There was a clear need for food throughout the developing world. However, the need for food in sub-Saharan Africa was inappropriately assessed: There was not so much a need to produce more food, but instead, there was a need for better distribution of food, and for security of food supply.

#### Technology Assessment of the Green Revolution

##### i. Technical Factors:

The Green Revolution required transfer of technologies from the industrialized world to the developing world. Technologies that required maintenance facilities, pesticides, machinery,

irrigation technology and fertilizers were scale-dependent.

## ii. Economic Factors:

The Green Revolution increased the use of agricultural inputs. This led to the establishment of rural credit institutions. The wealthier farmers acquired more land through this credit system and disparities within rural societies and between regions increased. Many small farmers went into more and more debt and eventually lost their farm land. This caused migration to urban areas. The Green revolution resulted in higher agricultural yields but also in lower product prices and higher input prices. It thereby decreased the vitality of many rural areas in developing countries.

## iii. Institutional Factors:

- **Social:** interregional economic disparities which resulted from the easier adoption of the Green revolution in some areas than others.
- **Political:** The Green revolution was often related to a liberalization of agricultural markets. It weakened the rural socialist movements in developing nations.

## iv. Environmental Factors:

The use of pesticides including DDT and other chemicals in the Green revolution brought environmental effects including poisoning of farm workers and villagers, water contamination, evolution of harmful pests and other ecological imbalances. The new crops that were bringing in larger yields were often more vulnerable to droughts and pests. Therefore, the Green revolution did produce more food, but did not prevent local famine.

One could say that one of the effects of the Green revolution was a world wide learning process. Research centers throughout the world studied the effectiveness of development aid and technology transfer. Interactive approaches that included the involvement of farmers in the development and transfer of technology have been developed and implemented on experimental scale. However, it is by no means certain that the mistakes of the Green Revolution will not be repeated.

## 6 Conclusion

Technology transfer has often been regarded as a rather simple process. Very often, it has just been executed without much consideration. This has created dramatic failures, as there is an urgent need to work on developing the underdeveloped nations.

Many factors in the process of technology transfer are often not recognized, and failure occurs rather frequently. In this paper, a general model was developed that gives a guideline and identifies factors for consideration in technology transfer processes to developing countries. The focus was especially on the primary and crucial steps; Needs Assessment and Technology Assessment, of a technology transfer process. The model proposed can serve as a checklist of factors that have to be taken into account in a technology transfer process.

The process that is sketched in this paper may look over-formalized and superficial. However, given the high failure rate and the recurrence of failures structural measures are required.

Since more emphasis has been put on the primary and crucial steps of the technology transfer process, more, and in depth, study is needed regarding the remaining phases of technology

transfer (the physical transferring and the implementation phases). However, it is believed that if all the factors related to the technology transfer including the probable and the possible impacts of the technology when implemented are considered during the assessment phases, the success of the technology transfer will be quite high. The cases included in this study for clarifying and validating the model show that such failures could have been minimized, if such assessments were done before the implementation of the technologies.

## References

- Arthur, W.B., 1999, Positive Feedbacks in the Economy, *Scientific American*. 262, 80-85.
- Awany, M.M., 2005, Technology transfer and implementation processes in developing countries. *International Journal of Technology Management*. 32, pp. 213-220
- Copnall, J., 2006, Toxic waste adds to Ivory Coast's woes, <http://news.bbc.co.uk/2/hi/africa/5323222.stm>, [25-11-2008
- Boes, J., Rammelt, C.F., 2006, *Arsenic Mitigation and Social Mobilisation in Bangladesh*, *International Journal of Sustainability in Higher Education* 5, 3, pp. 308-319
- Bijker, W.E., Hughes, T.P., Pinch T., (eds.), 1987, *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*, The MIT Press, Cambridge, Mass.,
- Chen, K., 1979, International Perspectives on Technology Assessment. *Technological Forecasting and Social Change*. 13, pp. 213-233
- Chen, X., Sun, C., 2000, Technology transfer to China: alliances of Chinese enterprises with western technology exporters. *Technovation*. 20, pp. 353-362
- Cui, A.S., Griffith, D.A., Cavusgil, S.T. and Dabic, M., 2006, The influence of market and cultural environmental factors on technology transfer between foreign MNCs and local subsidiaries: A Croatian illustration, *Journal of World Business*. 41, pp. 100-111
- Dosi, G., 1982, Technological paradigms and Technological Trajectories, *Research Policy*. 11, pp. 147-162
- Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G., and Soete, L., 1988, *Technical Change and Economic Theory*, Pinter, London.
- Green, D.L., Kahn, J.R., Gibson, R., 1992, Vehicle Use and fuel economy, How big is the "rebound effect"?, *Energy Journal*, 13, pp. 117-143.
- Hughes, T.P., 1994, Technological Momentum, In: Smith, M.R., Marx, L. (edit), *Does technology drive history? The dilemma of technological determinism*, The MIT Press, Cambridge (Mass), London
- IEA (International Energy Agency): 2001, *Technology With out Borders: Case Studies of Successful Technology Transfers*, Para1, head of publications services: OECD, France
- IETC (International Environmental Technology Center): 2003, *Technology Transfer: The Seven "C" s for the Successful Transfer and Uptake of Environmentally Sound Technologies*. United Nations Environment Program, Osaka, Japan
- IFPRI (International Food Policy Research Institute): 2002, *Green Revolution: Cursing or Blessing? A briefing paper slightly altered from an article by Peter B.R. Hazell*, Washington DC.
- Luper, D.C., Bommer, M.R.W., Janaro, R.E., 1991, A Manufacturing Strategy Model for International Technology Transfer, *Technological Forecasting and Social Change*. 39, pp. 377-390

- Madu, C.N., 1988, Transferring Technology to Developing Countries – Critical Factors for Success, *Long Range Planning*. 22 (4), pp. 115-124
- Masciarelli, A., 2005, The rise and fall of the Nile Perch, BBC news, 15-03-2005, <http://news.bbc.co.uk/2/hi/africa/4348289.stm> [17-06-2008]
- Mulder, K. F., 2006, Sustainable Development for Engineers-A handbook and resource guide, Sheffield: Greenleaf Publishing.
- Putranto, K.E., Stewart, D.F., Moore, G.A. and Diatmoko, R., 2003, Implementing a technology strategy in developing countries: The experience of the Indonesian rolling stock industry, *Technological Forecasting & Social Change*. 70, pp. 163-176.
- Ravesteijn, W., Kop, J. (edit): 2008, For profit and prosperity, the Contribution that Dutch Engineers made to Public Works in Indonesia, 1800-2000, Aprilis Uitgeverij.
- Recht, R., Wilderom, C., 1998, Kaizen and culture: on the transferability of Japanese suggestion systems, *International Business Review*. 7(1), pp. 7-22.
- Rothenberg, A., 2006, AIDS in Sub-Saharan Africa and the failure of Medical Technology Transfer: An analysis of the problem and an assessment of proposed solutions, website The Short Run: <http://www.theshortrun.com/main-old.html> [January 24th, 2007].
- Schot, J., Rip, A., 1997, The Past and Future of Constructive Technology Assessment, *Technological Forecasting and Social Change* 54 (2), pp. 251-268.
- Sharif, N., 2003, Book Review: Development Techniques for International Technology Transfer, *Technological Forecasting and Social Change*. 70, pp. 923-927.
- Smits, R. and Leyten, J., 1988, Key issues in the institutionalization of TA, *Futures* 20, (1), (February), pp. 19-36.
- Starkey, P., 1987, *Animal drawn wheeled-tool carriers: Perfected yet rejected*, Published for German Appropriate Technology Exchange, Germany.
- Ten Heuvelhof, E., and De Bruin, H., 2000, *Networks and Decision Making*, LEMMA Publishers, Utrecht, Netherlands
- Towery, M., 1998, No Answers in Indonesia, *Atlanta International Magazine*, August 1998, accessed at <http://www.fryconsultants.com/Indonesia.htm> (February 16th, 2007)
- Van den Ende, J., Mulder, K.F., Knot, J.M.E., Moors, E. and Vergragt, Ph. J., 1998, Traditional and Modern Technology Assessment: Toward a Toolkit, *Technological Forecasting & Social Change*. 58, pp. 5-21
- Weaver, P., Jansen, L., van Grootveld, G., van Spiegel, E. and Vergragt, Ph.J., *Sustainable Technology Development*, UK: Greenleaf Publishing Limited, 2000
- Wright, A., 1992, *The Death of Ramon Gonzalez: The Modern Agricultural Dilemma*, University of Texas.
- 1 Cf. for example discussions about McDonalds: Retrieved January 31, 2007, from <http://en.wikipedia.org/wiki/McDonald's>.



## Urbanismo Ecológico, ¿sueño o pesadilla?

Fernando Gaja i Díaz

Profesor Titular de Urbanística, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura – UPV  
fgaja@urb.upv.es

### Resumen

El desgaste del término “Urbanismo sostenible” ha dado lugar a la utilización de otras expresiones de recambio; entre ellas destaca la de “Ecurbanismo”. El texto plantea las bases teóricas de un Urbanismo Ecológico que responda a los desafíos planteados por la crisis ecológica y la depleción de las materias primas. Ni la opción “cosmética”, ni la “tecnológica”, ni la “ambientalista” suponen una verdadera alternativa para la construcción de modelos urbanos viables. Desde la asunción del concepto central de la finitud del desarrollo, y teniendo en cuenta el balance de una década de boom inmobiliario, se formulan propuestas de intervención a corto, medio y largo plazo, entendiendo el Ecurbanismo no como un sueño, una situación ideal, sino como una alternativa de supervivencia.

**Descriptor:** Crisis Ecológica, Ecurbanismo, Sostenibilidad, Decrecimiento, Estado Estacionario.

\* \* \*

### Title: Ecological Urbanism, Daydream or Nightmare?

**Abstract:** The weakening of the word “Sustainable Urbanism” has given way to the use of other terms such as “Ecurbanism”. In the text we discuss the basis of valid Ecological Urbanism, one that fulfils the challenges derived from the Ecological Crisis and the Depletion of raw materials. Neither the “cosmetic” choice, nor the “technological” one, not even the “environmentalist” option are real alternatives for the construction of long lasting urban models. Assuming that finiteness is the central concept of an ecological system, and considering the balance of a decade of real estate boom in Spain, proposals on a short, medium and long terms are formulated, agreeing that Ecurbanism will not be anymore a daydream, but a survival strategy.

**Keywords:** Ecological Crisis, Ecurbanism, Sustainability, Degrowth, Stationary State.

## 1 El Ecurbanismo más allá del Urbanismo

A medida que la crisis ecológica se torna más evidente, cobran fuerza diversas invocaciones con las que se pretende conjurarla, cual si fueran jaculatorias en las que depositamos nuestra esperanza, confiando en su sobrenatural o mágica eficacia. La apelación más preciada es la de la *sostenibilidad*, una exhortación expresada en medio de una considerable confusión terminológica, que ha acabado, tras el desgaste y la banalización del propio vocablo, por abarcar también al Ecurbanismo. Precisemos pues, con el objetivo de contribuir a la construcción de un urbanismo realmente ecológico y sostenible, sin mistificaciones.<sup>1</sup>

¿Se puede decir algo sobre el Urbanismo Ecológico sin limitarse a los aspectos tecnológicos, a la búsqueda de ahorros, de eficiencia, sin duda necesarios, pero insuficientes? ¿Se puede añadir algo que no sean trivialidades, lugares comunes y tópicos? Pensar en una ciudad ecológica, o mejor dicho en el Ecurbanismo, es intentar reflexionar acerca de transformaciones polémicas pero necesarias, no sobre los fútiles juegos florales que normalmente se nos venden como ecológicos.

La primera sensación cuando se aborda esta cuestión es que todo ya está ha dicho, que los principios teóricos son de una extrema radicalidad y sencillez, y que el Ecurbanismo se reduce, al fin y al cabo, a consumir menos, que eso es lo único verdaderamente ecológico, una propuesta que la sociedad actual no está dispuesta a aceptar de buen grado.

Basta con efectuar una búsqueda en Internet para apreciar lo que se entiende por Eco-urbanismo en el dominio público. Una de las más significativas entradas es la que ofrece nada menos que el Wall Street Journal (2008). El portavoz del (neo)liberalismo lo identifica con el llamado **Green Living**, añadiendo: *“Instead of adding eco-friendly touches to existing neighbourhoods, developers are building whole new communities designed along green principles”*. Aquí tenemos un punto de partida, una discrepancia notable porque no se trata de construir nuevas urbanizaciones por completo, ni de añadir toques de aspecto ecológico, sino de reducir los consumos, aprovechando el patrimonio edificado y urbanizado existente.

La respuesta que dan los medios de información y/o conocimiento de masas, asimilan el Ecurbanismo a un sueño edulcorado de un futuro imposible e irreal, lleno de verde (con frecuencia un verde insostenible: praderas de césped en el mediterráneo, ¡cómo si estuviéramos en Escocia!, ¡cómo si el césped no fuera un atentado contra el ecosistema en esas latitudes!), un escenario donde todo es lindo y verde, un “beautiful surrounding”, un deseo *gatopardiano* de un *cambiarlo-todo-para que nada-realmente-cambie*.

Pero, ¿tiene algún sentido, alguna viabilidad hablar de Ecurbanismo en el actual contexto social y económico?, ¿no estamos condenados a recibir a cambio alguno de sus sucedáneos?, ¿pueden aisladamente fructificar las propuestas de Ecurbanismo, sin ser algo más que simples especulaciones disciplinares, académicas? Si la sociedad global (mundial) no adquiere conciencia de que el modelo desarrollista está agotado, y que su perpetuación nos conduce al auto-ecocidio, es estúpido e inútil pensar en cómo transformar las ciudades para hacerlas más

“ecológicas”. Me temo que las cosas no van por ahí, que el sueño de ese Ecourbanismo de fábula, va a chocar con la pesadilla de una realidad que se deteriora día a día, que no tendremos más remedio que plantearnos *el Ecourbanismo como una estrategia de supervivencia* (Life After the Oil Crash, 2008). Ya sé que estos planteamientos serán tildados de *catastrofistas* (con una intención de descalificadora); y quienes los pronostican tendrán la sensación de padecer el síndrome de Casandra.

Admitamos de entrada que las ciudades nunca podrán ser 100 % ecológicas, 100 % sostenibles, de lo que se trata es de reducir su impacto hasta donde sea posible, al máximo. Las urbes tienen por definición, por su propia naturaleza, una repercusión ecológica, una afección sobre el medio que las rodea, y actualmente incluso sobre medios y recursos bien lejanos. A principios de siglo XXI, por primera vez en la historia de la humanidad, la población urbana superó a la rural. Si la tendencia no se invierte, y nada apunta en esa dirección, la población mundial acabará por ser mayoritariamente urbana. Es, pues, en las ciudades donde se juega gran parte de la sostenibilidad del planeta, de su impacto en el ecosistema planetario.

### **1.1 La idea central del Ecourbanismo: la existencia de límites y la translimitación**

Es necesario insistir en una idea central, axiomática: la existencia de límites. Es algo tan evidente que parece mentira que no se haya formulado antes con más precisión: el planeta tiene límites, es finito y la idea de que podemos crecer perpetua e infinitamente es ridícula, sencillamente imposible.

Añadamos otro dato no tan evidente, pero sobre el que existe suficiente consenso entre los científicos para que lo adoptemos como punto de partida: hemos sobrepasado los límites (Fig. 1), ya hemos roto el equilibrio, inestable pero equilibrio, del planeta a base de extraer de él, de consumir, más de lo que nos puede dar. Un hecho al que se ha denominado *translimitación* (*ecological overshoot* en inglés). Cualquier reflexión sobre el Ecourbanismo debe partir de estos dos supuestos básicos: i) que el crecimiento tiene límites y, ii) que ya los hemos sobrepasado. Con un corolario inmediato: debemos frenar el crecimiento, buscando el llamado *Estado Estacionario* concebido como etapa de transición hacia un modelo de decrecimiento.

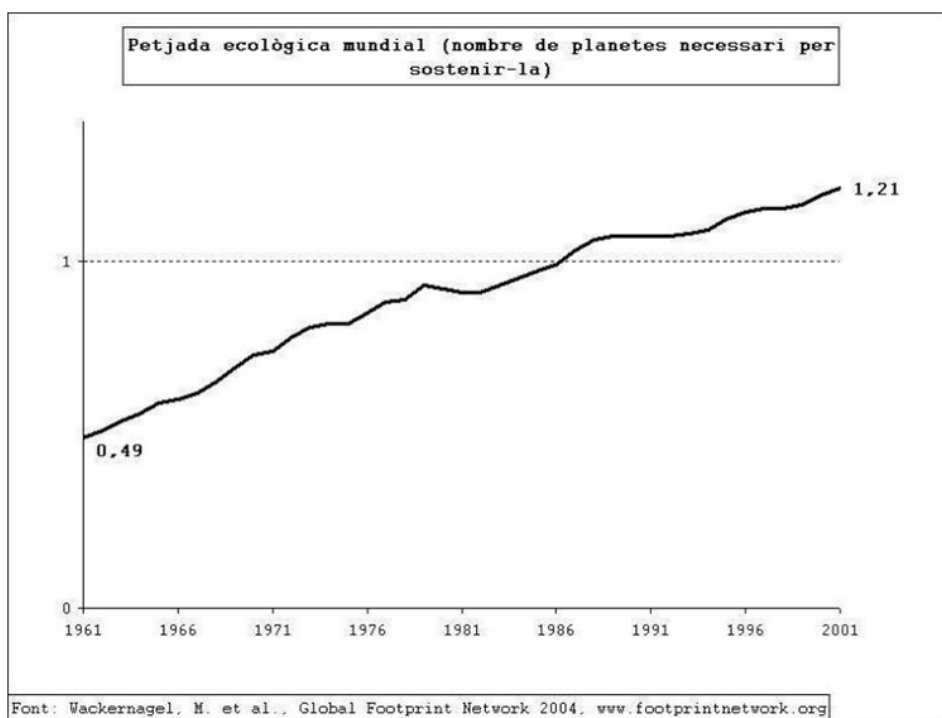


Fig. 1 Huella ecológica mundial (número de planetas necesarios para sustentarla). Fuente.: García, Ernest: "El món enllà dels límits" 30 de enero de 2005, Levante-El Mercantil Valenciano. Cfr. [http://www.terracritica.org/articles.php?idioma=\\_v&article\\_id=243](http://www.terracritica.org/articles.php?idioma=_v&article_id=243)

Aplicado al Urbanismo esto quiere decir que, al menos en el mundo rico (el Primer Mundo, el "Norte", los países hiperconsumidores, como acordemos en denominarlos), el crecimiento debe ser cuestionado, debe abandonarse e incluso prohibirse. La era de los planes de expansión, de extensión, de ensanche, de crecimiento, de desarrollo,... como se les quiera llamar, ha finalizado. El crecimiento es la hipoteca que nos deja el siglo XX. El problema del Urbanismo del futuro, de ahora, es el de como **transformar**, como *aprovechar*, como *hacer viables*, esas enormes extensiones de tejidos urbanos que innecesariamente hemos producido. O lo que es lo mismo, insistiendo en la idea central, ya que hemos superado los límites, ya que hemos ido demasiado lejos, ahora hay que pensar en cómo volver a ellos, como dar marcha atrás, como desandar un camino equívocamente recorrido.

Hay una operación matemática que conviene recordar. Es aquella que permite calcular el tiempo en que una magnitud sometida a un crecimiento de tasa constante (crecimiento exponencial) se duplica. Es fácil de traer a la memoria, es la regla del 69, que establece el tiempo de doblado en:  $T_2 \approx 69 / i$ ; donde "i" es la tasa o porcentaje anual de aumento, en tanto por cien<sup>2</sup>. Una inocente expresión que da mucho juego; p.e. si la vivienda aumentó en la década a caballo del cambio de siglo alrededor de un 14 % anual, eso significa que cada 5 años dobló su precio.

La palabra clave es pues **decrecimiento**, una expresión que admite pocas tergiversaciones, de término obús ha sido calificado, mucho más claro e inequívoco que el de sostenibilidad. En breve, el Urbanismo ecológico o sostenible, es el Urbanismo del decrecimiento. Ahora bien,

probablemente no podamos dejarnos caer directamente sobre el decrecimiento, y necesitemos un aterrizaje que hoy ya no puede ser “suave” sino forzoso, quizás con un estado intermedio, previo, de frenada: el Estado Estacionario.

## **1.2 El choque con una realidad (aparentemente) ciclópea**

Las realidades ciclópeas, monolíticas, a veces se desploman sin avisar (en Cálculo de Estructuras lo llaman rotura frágil). Aparentemente la estabilidad del edificio (económico, social e ideológico) es plena, y sólo un observador avezado puede percibir los síntomas del inminente colapso. Después, cuando el derrumbe se ha producido, todo el mundo es capaz de emitir profecías retrospectivas explicando perfectamente el hundimiento (algo así como el “*ya lo decía yo*” a propósito del pinchazo o desinflado, de la burbuja inmobiliaria a la que ahora se apuntan ahora analistas, comentaristas y tertulianos de todo tipo y pelaje). Estamos ante una situación análoga, en la que no podemos, o queremos, percibir las abundantes señales que el ecosistema planetario nos manda de que no puede más, que lo hemos literalmente agotado.

Vacas gordas, vacas magras. No estamos ante una crisis más, no se trata de un ciclo, de las vacas flacas que suceden a las gordas. La realidad puede ser mucho más cruda: llevamos más de 20 años comiéndonos las vacas, y como sigamos así, en el futuro no habrá vacas, ni hermosas ni chupadas.

## **2 Realidades: Paisajes urbanos después del boom**

Acaba una década larga de “expansión”, de desarrollismo sin freno, alentado por la conjunción sinérgica de factores económicos, financieros, legislativos, políticos, y urbanísticos. Toca hacer balance, inventario de daños, y pensar medidas paliativas, intentando hacer Ecourbanismo. Cómo frenar una dinámica autodestructiva, y cómo hacerlo con el menor coste social posible, sin que la salida del círculo vicioso desarrollista devenga una pesadilla.

### **2.1 Un parque edificado excesivo, inútil e insostenible**

A corto plazo tendremos que afrontar el problema de qué hacer con un inmenso parque edificado condenado a la subutilización; cómo reutilizarlo, si es que somos capaces. Es imposible que podamos ocupar toda la formidable extensión que hemos construido; es también casi imposible que podamos mantenerla. Agotada la era de la opulencia y el sobreconsumo, estamos entrando en una etapa de depleción<sup>3</sup>. A medida que avancemos, el encarecimiento de las materias primas se agravará (hace pocos años esta declaración habría sido percibida como un agorero vaticinio, hoy es ya desgraciadamente una realidad). Uno de los factores críticos lo será la energía. La era de la energía barata toca a su fin, y ello pondrá al descubierto que el modelo urbanístico actual sólo se ha podido implementar porque era muy, excesivamente, barata.

Quizás no seamos conscientes de la magnitud del parque de viviendas construidas en este Estado; por no hablar de la extensión y densidad de las infraestructuras, si bien en este caso el

carácter radial y centralizador introduce matices significativos<sup>4</sup>.

Censo de Población y Viviendas 2001 /1991	Estado español 1991	Estado español 2001	Variación %	País Valenciano 1991	País Valenciano 2001	Variación %
<b>Población</b>	38.872.268	40.847.371	+5,08	3.857.234	4.162.776	+7,92
<b>Viviendas Totales</b>	17.220.399	20.958.000	+21,70	2.094.033	2.548.611	+21,71
<b>Viviendas Principales (Ocupadas)</b>	11.736.376	14.187.169	+20,88	1.215.097	1.492.792	+22,85
<b>Viviendas Secundarias</b>	2.923.615	3.360.631	+14,95	543.967	564.086 (*)	+3,70
<b>Viviendas Vacías</b>	2.475.639	3.106.422	+25,47	328.984	444.823	+35,21

*Tabla 1. Variación de población y vivienda 1991-2001 en el Estado español y el País Valenciano.*

*Fuente: Elaboración propia a partir de las cifras suministradas por el INE. (\*) El dato aportado por el INE debe ser erróneo, o su escasa magnitud deberse a un cambio en el criterio de lo que se considera vivienda secundaria; en cualquier caso la cifra no se corresponde a la observación de la realidad del boom de la vivienda secundaria en el País Valenciano.*

Las cifras no precisan muchos comentarios: tanto a nivel estatal como al valenciano, el incremento del parque residencial ha ido muy delante del incremento demográfico (triplicando o cuadruplicando su aumento) una tendencia que con toda seguridad se habrá agravado en el lustro posterior al censo. En 2001, había en este Estado una vivienda por cada dos habitantes (1,95 habitantes), 513,08 viviendas/1000 habitantes, una cifra insólita en el contexto europeo<sup>5</sup>, y mundial (diez años antes la ratio era de 1 vivienda por 2,26 habitantes; 443,00 viviendas/1000 habitantes), de las que casi una tercera parte permanecían vacías o eran dedicadas a un uso parcial, secundarias; un despilfarro.

Con el incremento de la construcción entre 2002-2007 las cifras habrán empeorado; sin ningún género de dudas. Hasta el 2011 no dispondremos de un nuevo Censo que refleje fielmente la magnitud del tsunami y de sus efectos. El propio INE avanza un dato que puede ayudarnos a entenderlo: las viviendas para las que se concedió licencia municipal.

Padrones	2002	2003	2004	2005	2006	Acumulado 2002-2006
<b>Licencias</b>	403.789	471.455	544.578	604.345	737.186	2.761.353
<b>Población a 1 de enero</b>	41.837.894	42.717.064	43.197.684	44.108.530	44.708.964	
<b>Viv. Licencia / 1000 Habitantes</b>	9,65	11,04	12,61	13,70	16,49	61,76

El total de viviendas para las que se concedió licencias entre del 2002 al 2006 suman 2.761.353 (61,76 licencias o viviendas/1000 habitantes), lo que llevaría el parque edificado, suponiendo que todas se hubieran construido a 23.719.353 para una población de 44.708.964 habitantes, es decir una ratio de 574,84 viviendas /1000 habitantes. ¿Qué vamos a hacer con esta inmensa

cantidad de viviendas subutilizadas, situadas en su mayor parte en zonas de costoso acceso y mantenimiento, y cuyo uso permanente está descartado para la mayor parte de ellas, en el caso de las denominadas “secundarias”? Las posibilidades de su reutilización, y su evolución serán distintas en cada caso.

## **2.2 La resaca inmobiliaria, o balance de daños tras el tsunami: Escenarios urbanos**

En pocos meses la opinión pública está pasando de una insensata euforia a un profundo pesimismo; ha sido el despertar de una borrachera constructora que ha durado una década larga. El poder, el poder por excelencia, el económico, no pide, impone, al poder político nuevas reglas. “Se acabó la fiesta”, ahora hay que limpiar, recoger, arreglar los destrozos, porque con ellos nos va a tocar vivir. Pensemos en los escenarios de futuro para distintos ámbitos urbanos. Para todos los ámbitos o tejidos urbanos que vamos a considerar hay dos criterios fundamentales: reducir los consumos, junto a un criterio general, impedir el crecimiento.

### **2.2.1 Los cascos históricos**

Mientras la nueva periferia urbana y metropolitana está siendo ocupada, parcialmente (de forma plena y significativa es casi imposible) por una clase media “expulsada” de las zonas centrales por los altos precios, los centros históricos se deterioran y vacían. O se “recualifican” entrando en procesos de elitización (“gentrification”), ludificación o comercialización - terciarización. Son facetas diversas de una misma dinámica que saca habitantes del centro a la periferia, al tiempo que “recualifica” o remodela, transforma en definitiva, los antiguos barrios en “centros”, por procesos de vaciamiento y deterioro como guetos en fase previa a su renovación. Son etapas diferentes de un único proceso de revalorización de los centros históricos, de apropiación de las rentas derivadas de la centralidad, de sus valores simbólicos, colectivos.

### **2.2.2 La ciudad consolidada, no “histórica”**

Lo ocurrido con los cascos históricos puede ilustrarnos acerca de la dinámica a que se van enfrentar también otras zonas de la ciudad consolidada no tenidas por “históricas”<sup>6</sup>. Probablemente estos tejidos se verán sometidos al mismo doble proceso desarrollado en la ciudad premoderna: degradación y/o revalorización (en cualquiera de sus variantes: gentrificación, terciarización o ludificación). La decadencia, forzada o “espontánea”, es habitualmente el paso previo a una posterior revalorización, al permitir entre otras cosas la expulsión de la población menos solvente. La degradación social y económica, suele venir acompañada del deterioro físico o arquitectónico, que constituye una excelente coartada para las intervenciones de renovación quirúrgica. Una dinámica, sobradamente conocida, aplicada hasta ahora a los tejidos urbanos preindustriales (“históricos”), pero para la que ya se atisba su traslación a otros ámbitos, a los tejidos urbanos del XIX y principios del XX.

En estas áreas, especialmente en aquellas donde ya se advierten síntomas de declinación, los denominados “Ensanches menores”, se empiezan a proponer intervenciones urbanísticas de

recalificación, que como no podía ser menos, incluyen la supuesta sostenibilidad entre sus objetivos, llegando en los casos más osados a presentarse como actuaciones Eco-Urbanísticas. Un ejemplo, admitamos que bienintencionado, pero equivocado en sus planteamientos es el plan de intervención bautizado y presentado en sociedad recientemente como “Russafa Mosaic Sostenible” (Fig.2 y 3) para el barrio valenciano homónimo.



*Fig. 2 Russafa Mossaic Sostenible. Un plan que incluye piscinas y jardines en las cubiertas de edificios estructuralmente vulnerables.  
Fuente: Plan Especial de Reforma Interior de Russafa*



*Fig. 3 Eficiencia, ahorro, tecnología: ¿la paradoja de Jevons está servida? Fuente: Plan Especial de Reforma Interior de Russafa*

Y sin embargo, es en la ciudad consolidada donde las actuaciones a favor de un Ecourbanismo, de un modelo sostenible, son más viables, donde las condiciones de partida más lo permiten y favorecen. En la ciudad consolidada distinguiremos tres ámbitos de intervención prioritaria:



- **El Espacio social.** La potenciación del carácter social del espacio público, acertadamente rebautizado como *espacio social*, admitiendo como punto de partida que tal ámbito no es sólo el dominio de la circulación, ni siquiera de la movilidad. La mejora del espacio social debe favorecer las posibilidades de interrelación de la población: nada de lujosas obras de urbanización, de “autor”, cuyo único objetivo parece ser el de satisfacer el ego de algunos arquitectos, sino espacios amables, que inviten a la estancia, a la relación. Mobiliario utilizable, vegetación, condiciones ambientales de confort (ruido, contaminación, sombra o soleamiento,...), legibilidad, actividad, seguridad,... Y ligado a lo anterior, la pacificación del tráfico: su reducción, comenzando desde el principio por la disminución de su necesidad, de la demanda de transporte, y la potenciación de los modos de bajo impacto (caminando, bicicleta, transporte público)
- **Política pública de vivienda.** Con la constitución de un parque de viviendas de propiedad en alquiler. Sin vecinos, los cascos históricos, y las áreas centrales de la ciudad consolidada, entran inevitablemente en la vía de la elitización o de la terciarización (comercial, lúdica o de oficinas). La permanencia de la población, o su incremento en las áreas deshabitadas, es condición previa a toda intervención.
- **Dotación de equipamientos:** locales, sociales. No equipamientos-espectáculo que sólo buscan, como afirma el discurso dominante, *la competitividad en el marco de una economía globalizada*, y que conllevan enormes inversiones, públicas, con nulo beneficio social, en los casos considerados exitosos, empresarialmente. Equipamientos que creen “barrio”, convivencia, que potencien la participación, la actitud activa, no la de simple espectador, pasivo. Frente a tanto macro-museo de dudosa utilidad, equipamientos de uso cotidiano, social (puntos de encuentro y reunión, casales, centros deportivos, culturales, sociales,...)

### 2.2.3 La nueva periferia urbana

Pienso en la nueva periferia que más conozco las de las ciudades de mi país (valenciano): desproporcionadas extensiones construidas con niveles de calidad sólo aparente, al gusto de sus consumidores. Espacios con una carga gran ecológica, en cuya construcción no se ha tenido en cuenta ningún tipo de criterios, ni siquiera los de la simple eficiencia. Jamás podrán ocuparse completamente, pero, ¿qué podemos hacer con ese stock de viviendas adquiridas al socaire del espejismo inmobiliario, cuando la revalorización semejaba imparable, segura y permanente, y que hoy, o mañana, son o serán un lastre para sus propietarios-inversores?, ¿quién afrontará los costes en recursos, no solo monetarios, de su mantenimiento? En este ámbito hay un enorme parque de viviendas vacías, cuyo mantenimiento es muy gravoso social y particularmente.

### 2.2.4 La periferia metropolitana

¿Y qué podemos decir finalmente de la periferia metropolitana, el mundo de la fragmentación, del aislamiento, del “encerramiento”, de los enclaves, donde los problemas se agravarán en

paralelo al despilfarro que ha supuesto su construcción? Espacios monofuncionales, monosociales, con un grado de dependencia absoluto. Nada se produce en su interior, ningún servicio urbano está presente —algún colega lúcido y caustico, los ha tildado de “barrios marginales de lujo”—, espacios exclusivos, auto-excluidos y excluyentes. En el pecado llevan la penitencia. Imagino que optarán por encerrarse más, por enrocarse, por asumir cada vez más servicios urbanos (seguridad, limpieza, alumbrado,...) ante las dificultades de su prestación desde la Administración. Un modelo de asentamiento, el de la periferia metropolitana, que condena a sus moradores al *pendularismo*, al recorrido diario de distancias cada vez mayores, con el impacto y el coste ecológico que ello conlleva.

### **2.2.5 La periferia periurbana, el disperso.**

El sueño de una vida independiente, asocial, mostrará en ella su cara más amarga. El *sprawl* —la dispersión, el desbordamiento urbano— es el más insostenible de todos los modelos, el de mayor impacto ecológico, el más depredador de recursos, el más insolidario, y el más afectado por la depleción, por el encarecimiento de las materias primas. El deterioro general de las condiciones de vida que acompañará a la crisis ecológica golpeará con especial fuerza a esta forma de “urbanización”, de ocupación del territorio.

### **2.2.6 Las viviendas secundarias, las zonas turísticas.**

Gran parte de las zonas turísticas, de las áreas de baja densidad devendrán *Ghost Towns*, o *ciudades cementerio*. No hace falta echarle mucha imaginación, ni idear escenarios de ciencia ficción, quien conozca lo que es una ciudad de veraneo en invierno puede hacerse una idea. Un Canet de Berenguer (Camp de Morvedre) fuera de temporada pero todo el año: nadie en las calles, tiendas cerradas, ausencia de vida, en un espacio urbano por ahora bien conservado aunque sólo se ocupa unas pocas semanas al año. Las zonas de turismo masivo características de las sociedades opulentas del XX devendrán áreas *dismese*, en desuso.

### **2.2.7 Las áreas terciarias y productivas. Las grandes infraestructuras**

No puedo extenderme en la consideración de otros escenarios post-cénit, paisajes de la depleción. Tan sólo mencionaré, otros dos ámbitos en los que su impacto puede ser demoledor: las áreas terciarias y productivas, y las grandes infraestructuras. Recuerdo desleídas imágenes televisivas, en blanco y negro, propiciadas por la primera crisis energética de 1973: la circulación prohibida en fin de semana, las autopistas ocupadas, invadidas por ciclistas,... en la entonces lejana Holanda. ¿Qué haremos con las grandes infraestructuras de la movilidad cuyo mantenimiento exige el aporte de una energía de la que no vamos a disponer?, ¿qué usos daremos a esas áreas lúdico-comerciales distantes y accesibles sólo por medio motorizado privados?

### 3 Sueños: los simulacros del Eco-Urbanismo

En la práctica, el Urbanismo Ecológico es en gran medida una etiqueta que *vende*, retórica puesta al servicio del “*pensamiento único*”. Algo es algo, al menos revela una creciente preocupación por el entorno; pero poco más. Reducido a una preocupación superficial, biempensante, políticamente correcta, sin cuestionar el orden, ni la ideología dominante, va camino de convertirse en todo lo contrario: en doctrina oficial. Presionada por los movimientos críticos y alternativos, ha tomado algunos elementos de esa contestación, intentando, como siempre ha hecho, diluirla, asimilarla, digerirla, neutralizarla.

La búsqueda en Internet que antes mencionaba, me ha permitido identificar en el mundo angloamericano, tres opciones o vías para el eco-urbanismo, equiparado a las *environmentally friendly communities* (comunidades o vecindarios respetuosas o amigables con el entorno). El Eco Urbanismo se presenta con las siguientes tres tarjetas de visita:

- El “*Smart Growth*” o “Crecimiento Inteligente”. Un movimiento ciudadano nacido originalmente como reacción frente al *sprawl* (dispersión o desbordamiento). Pese a lo que su denominación pueda hacer creer, sus propuestas apuntan a la recuperación del patrimonio existente, considerando el crecimiento como la última opción: “*New smart growth is more town-centred, is transit and pedestrian oriented, and has a greater mix of housing, commercial and retail uses*”. Esta asociación ha aprobado un decálogo para la intervención desde el *Crecimiento Inteligente*, que se puede resumir en los siguientes puntos:
  - Diversificación tipológica residencial, que incluya una amplia de gama de precios
  - Creación de vecindarios caminables (peatonales)
  - Impulso a la colaboración de los vecinos y de los comerciantes
  - Fomento de una imagen del barrio, con la que los residentes se identifiquen
  - Decisiones de planeamiento claras, equitativas, y que incluyan al sector privado
  - Zonificación Plurifuncional (Mix Use Land)
  - Protección y Conservación de los espacios “abiertos”, áreas naturales o ecosistemas vulnerables
  - Provisión de diferentes opciones de modos de transporte
  - Redireccionamiento del crecimiento hacia los núcleos ya existentes, aprovechando sus infraestructuras
  - Aprovechamiento las ventajas de los modelos urbanos compactos

Una propuesta que no entra al fondo del problema, el sobreconsumo de recursos, y

que sigue proponiendo modelos propios de la era de la abundancia, aunque no del despilfarro.

- El “*New Urbanism*”, impulsado a partir de los congresos homólogos de 1998, es una asociación bastante conocida a nivel internacional, respaldada por un potente aparato mediático y comercial. Coincidentemente también ha plasmado sus principios en otro decálogo, que incluye los siguientes puntos:
  - **Walkability** (“Caminabilidad” o “Paseabilidad”). Como criterio general se señala que la mayor parte de las cosas deben estar a menos de 10 minutos caminando del lugar de residencia (a 5 km/h paso medio, unos 800 metros, una cifra superior al estándar habitual fijado en 400 o 500 metros).
  - **Connectivity** (Conectividad). Creación de tramas urbanas interconectadas y jerarquizadas, desde las calles estrechas y los callejones a las bulevares, con espacios públicos de calidad que alienten el paseo
  - **Mixed-Use and Diversity**. Zonificaciones mixtas, variadas y diversificadas, tanto funcionalmente (tiendas, oficinas, pisos, casas,...) como socialmente (mezcla de edades, razas, culturas, nacionalidades, ingresos,...)
  - **Mixed Housing**. Buscando la superposición espacial de una variedad tipológica, tamaños, precios...
  - **Quality Architecture and Urban Design**, que refuerce el sentido de lugar. Una arquitectura a escala humana, y un entorno bello que alimente el espíritu humano.
  - **Traditional Neighbourhood Structure**. Aunque este concepto no queda nítidamente definido, para lograr una estructura de vecindario tradicional, se recomiendan diversos criterios tales como legibilidad, diferenciabilidad y reconocimiento, del centro y la periferia; refuerzo del centro como contenedor del espacio público, así como la importancia de la calidad del dominio (espacio) público, de la calidad de su diseño, y finalmente el denominado “Transect planning”, o planeamiento en *transecto* o transeccional<sup>7</sup>, que se concreta en la propuesta de densidades decrecientes del centro a la periferia.
  - **Increased Density**, densidad incrementada, es decir una apuesta por los modelos de alta (¿o media?) densidad, con más edificios, viviendas, tiendas, servicios,... ubicados en un radio caminable
  - **Smart Transportation**: Transporte Lúcido o Listo, mediante la construcción de una red de trenes de *alta calidad* (sic) que conecten las ciudades, los pueblos y los barrios (llamativa adjetivación de los trenes como de *alta calidad*, reforzada por la imagen de unos AVEs) o el denominado *Pedestrian friendly design* (¿espacios urbanos deferentes con los peatones) que impulsen el uso de medios no motorizados

(bicicletas, patines,...o el caminar)<sup>8</sup>

- **Sustainability**, sostenibilidad o sustentabilidad, definida como la consecución del *mínimo impacto ambiental*, el uso de tecnologías respetuosas con los ecosistemas naturales, la eficiencia energética, la reducción en el consumo de combustibles fósiles, el incremento de la producción local, y el menor uso de transporte motorizado y mayores desplazamientos a pie
- **Quality of Life** (calidad de vida). A modo de síntesis, la suma de las anteriores medidas deben proporcionar una mayor calidad de vida, creando lugares que enriquezcan, eleven e inspiren el espíritu humano.

Una propuesta tan coincidente con la del Smart Growth que casi parece la misma.

- Los **Eco-villages** o **Eco-communities**. Con muchos elementos comunes con las propuestas del New Urbanism (densidad, caminabilidad,...), en esta iniciativa se refuerzan los aspectos “comunitarios” o sociales, la creación de vínculos vecinales, apostando por tipologías de vivienda semi-colectivas, que comparten servicios e infraestructuras (calefacción, lavandería, comedor, zonas de ocio comunes,...). El aspecto más destacables de estas colectividades, que recuerdan vagamente a las comunas de los sesenta, es su apuesta por la autosuficiencia en el suministro insumos (agua, energía, saneamiento,...) incluso algunas de ellas contienen granjas cooperativas. En Marzo de 2008 el Wall Street Journal estimaba su número en unas 1.000 en los EEUU.

Queda abierta una búsqueda, y una investigación, sobre las intervenciones Ecourbanísticas en Europa (y en otras regiones planetarias), apenas iniciada. De las primeras informaciones que he podido encontrar deduzco una idea: en el mundo angloamericano las propuestas Ecourbanísticas proceden de movimientos y colectivos organizados al margen de los aparatos del poder político, y plantean por lo general lo que podríamos denominar *modelos de sustitución*, barrios construidos ex novo, que traen a la memoria algunos de los planteamientos del Urbanismo Utópico de las primeras etapas de la sociedad industrial, aunque esta vez más centrados en lo ecológico, y no tanto en lo social, y menos aun en lo productivo. Por contra en Europa se ha optado por un modelo fomentado desde el poder político, y de transformación de lo existente. Es una generalización inicial, que, estoy seguro, puede ser contradicha por ejemplos de sentido contrario, pero como toda generalización atiende a los rasgos predominantes. Las transformaciones ecourbanísticas en Europa parecen ser más parciales, no tan globales, más limitadas, más institucionales, pero... precisamente por todo ello quizás más viables y realistas.

Volvamos a las experiencias analizadas, todas ellas angloamericanas. En síntesis: pese a que aportan elementos positivos, estas propuestas de Ecourbanismo no dejan de ser un simulacro<sup>9</sup>, una ensoñación o un sucedáneo, una idea para consumo y sedación de conciencias alarmadas por la cada vez más innegable crisis ecológica planetaria, o una fantasía bienintencionada, pero sin

base, porque no atacan el núcleo de la cuestión: el decrecimiento de los impactos, de los consumos, de la expansión urbana.

**De la descalificación a la clasificación.** Las formas en que se presenta el pseudo Ecurbanismo son, como mínimo, tres, la cosmética, la tecnológica y la conservacionista, limitadas, respectivamente, a:

- maquillar la imagen de los nuevos desarrollos con abundantes ajardinamientos, zonas peatonales, empleo de materiales con buen aspecto ambiental, “*eco-friendly*”, y muchas láminas de agua, con cisnes y nenúfares incluidos.
- postular la necesidad de la eficiencia, lo cual se supone debería redundar en un ahorro en el consumo de recursos
- conservar o proteger, indultar, aislándolos y preservándolos del desarrollo, algunos elementos valiosos, colocándolos en una especie gueto o museo (Diago, 2006a y b).

Existe una línea de frontera, un indicador fiable, para distinguir las mistificaciones ecurbanísticas de las propuestas realmente sostenibles. Tras evaluar la necesidad de tal proyecto, hay que preguntarse si no hay otra forma mejor, de resolverlo, y mejor quiere decir con menor nivel de consumo de recursos, con una menor destrucción de capital natural, con una menor generación de residuos.

### 3.1 El Eco-Urbanismo Cosmético

Esta falsificación se limita a los aspectos más estéticos, entendidos de la forma más banal, como pura apariencia. Mencionaré un caso real, el del Plan de Embellecimiento del circuito urbano de Formula I de València: mientras se eluden, con subterfugios legales, todas las exigencias de redacción de las obligatorias evaluaciones de impacto ambiental (ni tan siquiera el impacto acústico se calcula), se propone un *Plan de Embellecimiento*, que sólo intenta tapar las vergüenzas urbanas y sociales de la zona, a base de tender lonas y falsas fachadas, y plantar césped artificial (sic, el natural no aguantaría en plena canícula estival mediterránea). Pero este ecologismo cosmético no pasa las más de las veces de “*esconder el polvo debajo de la alfombra*”, o lo que es lo mismo a exportar los residuos, mientras sigue deglutiendo bulímicamente recursos que se toman y traen de tierras bien lejanas (Almenar y Bono, 2000).

### 3.2 El Eco-Urbanismo Tecnológico, la Eficiencia como bandera

Otra versión del pseudo Urbanismo ecológico opta por la técnica, por la tecnología como tabla de salvación. No se trata de cambiar nada, sino de mejorar técnicamente nuestro mundo: la tecnología tiene la llave, la varita mágica. Que agotamos los combustibles fósiles en un absurdo derroche: la fusión nuclear, la recreación del Sol en la Tierra, nos permitirá disponer ilimitadamente de energía, y quizás como paso previo, las pilas de hidrogeno o los biocombustibles suplirán la transición (aunque ello suponga condenar al hambre a millones de personas); que consumimos mucha más agua de la que la naturaleza en su proceso cíclico nos

puede suministrar: con desalinizadoras por doquier nuestra demanda no conocerá límites (ya veremos de donde sacamos la energía necesarias para su funcionamiento); que los alimentos y otras materias primas (minerales, maderas,...) no son suficientes para una demanda insaciable: la tecnología agraria o industrial podrá aumentar en paralelo su producción, reciclando infinitamente la disposición de bienes. Una utopía propia de los principios de la era industrial, pero insensata a principios de siglo XXI.

**La paradoja de la eficiencia, de Jevons.** Se ha constatado que todo avance, todo ahorro, venido de la mano de la eficiencia queda pronto anulado por el aumento del consumo. Es la denominada paradoja de la eficiencia o de Jevons, formulada en 1865 por este matemático inglés. Formalmente dice: al aumentar la eficiencia disminuye el consumo instantáneo pero se incrementa el uso, lo cual provoca a medio plazo un incremento del consumo global. Vale decir, que toda reducción en el consumo de un recurso por mejoras en la eficiencia se anula por el eufórico aumento en el consumo que tal ahorro provoca. Herman Daly también lo ha expresado de una forma muy lúcida cuando dijo *“La frugalidad induce eficiencia, pero la eficiencia no induce frugalidad sino que hace de la frugalidad algo menos necesario”*<sup>10</sup>. A medida que disminuyen los litros de gasolina que los automóviles consumen por kilometro, aumento el consumo global, porque los utilizamos más. Las bombillas de bajo consumo nos animan a poner más, y a ser menos cuidadosos en su encendido (¡total consumen tan poco!). Parece a simple vista una afirmación ilógica, incluso poco rigurosa, pero abundan ya los estudios que demuestran la veracidad de esta paradoja.

**La eterna insatisfacción de la demanda: gestionar la oferta.** Las estrategias que persiguen como objetivo la satisfacción de la demanda no pueden ser ni sostenibles, ni ecológicas, ni siquiera viables. Estamos ante un corolario del cambio de paradigma propuesto (del crecimiento a la finitud): no podemos pretender satisfacer la demanda, cualquier demanda, por insensata que sea. Frente al *“agua para todos”*, agua de trasvases, no podemos oponer otro *“agua para todos”*, el de las desaladoras, es decir no podemos aceptar la mayor: que seamos capaces de suministrar todo el agua que se demanda para todos los usos, para todas las actividades (campos de golf, piscinas privadas, regadíos en cualquier sitio,...), y sin límite. Si los recursos son limitados, y lo son, por más mejoras tecnológicas que introduzcamos, tendremos que gestionar lo que tenemos, la oferta de recursos.

Los planes deben dejar de calcular las demandas estimadas y en función de ellas, planear las actuaciones; tendrán que evaluar las ofertas disponibles (de suelo, de agua, de energía, de eliminación de residuos,...) por medios normales, sin recurrir a métodos y tecnologías extraordinarias de alto coste e impacto, económico, social, medioambiental,... y en función de ella calibrar las actuaciones posibles. Es una propuesta de inversión metodológica, que, en el fondo, es lo que hacemos cuando actuamos particularmente, como consumidores por ejemplo: ¿cuáles son mis posibilidades, mis “posibles” que decían nuestras abuelas? (salvo que estemos borrachos de consumo, y nos endeudemos más de lo sensato, cosa que han hecho una buena cantidad de los súbditos de este Estado). Y a partir de ahí actuar. Lo que hemos estado haciendo

en la últimos años del siglo XX es propio de derrochadores, de nuevos ricos. Retomo una palabra puesta en circulación por Campos Venutti hace ya unos cuantos años: austeridad, y la refuerzo con otra, sensatez.

### **3.3 El Eco-Urbanismo Ambientalismo, guetos o museos.**

La tercera falsificación, impostación, se presenta de la mano de la mano de un cierto ambientalismo, de la voluntad de conservar o proteger *algunos* espacios. Un fraude difícil de desenmascarar, porque el medioambientalismo parte de diagnósticos críticos y acertados del proceso de deterioro del ecosistema planetario, pero autolimita las medidas a ámbitos cada vez más acotados y reducidos. Fuera de ellos, de los Parques Naturales, de los espacios preservados a modo de santuarios, de los Suelos Protegidos, menguantes sin tregua, pareciera que todo está permitido. Los planes urbanísticos, oficiando un ritual litúrgico acotan ámbitos objetos de protección, reservas, zonas francas, parques, LICs, redes natura,... mientras fuera se permite casi todo. La tergiversación de esta estrategia llega al paroxismo en proyectos ejemplares como el de Sociópolis en València, donde se destruye so pretexto de proteger, donde se justifica la ocupación de la huerta, para salvaguardarla.

Las tres impostaciones del Eco-Urbanismo, pueden darse separada o conjuntamente. Resumiendo una intervención ecourbanística sólo es tal si fija límites al crecimiento, como paso previo y provisional al señalamiento del alcance del decrecimiento, asumiendo el final de la era de las grandes expansiones urbanas, y si supone una reducción absoluta, no relativa, del consumo de recursos, inputs o insumos urbanos

¿Cómo podemos plantear un cambio de referencias, que nos permita la evolución a ese estado de cosas?, dicho de otra forma (más directa): ¿podemos hacer algo más que prepararnos para la lucha por la supervivencia?<sup>11</sup> Creo que sí, aunque sólo sea para justificar la publicación de este texto.

## **4 Pesadillas: la transición al Estado estacionario**

Centrándonos en el Urbanismo, pero siendo consciente de que, sin negar la importancia de las ciudades en la situación de emergencia hacia la que vamos, el problema es estructural, social, y que su expresión urbanística no es el problema central, sino el de los patrones de producción y consumo. La primera pregunta que podemos plantearnos es acerca la posibilidad de una transición más o menos organizada y pacífica a la sociedad post-desarrollista a un modelo ecológico, sostenible, viable, perdurable o si nos estamos abocados al caos, a la barbarie. No soy capaz de contestar a este dilema, y mis opiniones más serían fruto de lo que los anglos llaman *wishful thinking*, aunque debo reconocer que visto lo que vemos día a día no soy nada optimista.

**Estrategias solidarias para la supervivencia (urbana).** La estrategia para la supervivencia pasa por el decrecimiento, por la reducción de los consumos en los “inputs” (insumos) urbanos. La aparente dificultad de establecer, de definir lo que podemos entender como un Eco-



Urbanismo, de definir las acciones concretar se rebaja ante la consideración de los modos actuales de producir ciudad, del Urbanismo actual; por negación de sus aspectos más insostenibles podemos empezar a construir una alternativa eco-urbanística concreta.

#### 4.1. Escenarios Generales, Urbanístico e Inmobiliario

Un escenario verosímil a corto plazo: el agravamiento de la crisis económica y la depleción de recursos básicos. Sus consecuencias más notorias serían:

- Escasez y Carestía de la energía, y de otros recursos básicos (agua p.e.), por depleción derivada del sobreconsumo.
- El pinchazo, o desinflado en las versiones menos negativas, de la Burbuja Inmobiliaria, con efectos generales sobre todo el sistema financiero (Roch, 2008). Una hipótesis especialmente preocupante en nuestro País (valenciano) y en todo el Estado. La magnitud de la crisis económica sería proporcional al peso del sector inmobiliario. En la opción más pesimista, la crisis llegaría al colapso económico, comprendiendo el hundimiento del sistema financiero.
- Consecuencias sociales: aumento del desempleo, malestar en una sociedad que ha estado viviendo por encima de lo razonable (y de lo justo),... con un endurecimiento de las medidas represivas por parte del poder político.

A medio plazo una hipótesis plausible, si no se adoptan medidas de emergencia es la del colapso ecológico planetario: el deterioro irreversible de ecosistemas vitales (selvas húmedas, océanos, casquetes polares,...), la alteración del clima, por calentamiento y destrucción de actuales equilibrios (dinámicos), el agotamiento de los recursos, tras su proceso de depleción,... nos conducirían a un escenario de suma inestabilidad social, con hambrunas generalizada, y eventualmente el desplome de la “civilización” moderna. Pero, ¿cómo nos preparamos para estas eventualidades? Con la estrategia del avestruz, escondiendo la cabeza debajo del ala, y negando o ridiculizando este tipo de escenarios. En realidad es peor: el avestruz se queda quieta, la sociedad desarrollista no, se ha lanzado con todo su ímpetu a rematar los recursos, hasta el último aliento. Como soy un optimista impenitente, no voy a dejar de proponer actuaciones, medidas urbanísticas, deducidas *a contrario sensu* de las anteriores disquisiciones.

#### 4.2 Medidas a corto plazo

Partamos de un hecho: el gobierno estatal no tiene competencia para definir la política urbanística, una competencia que ha sido transferida a las *nacionalidades y regiones* como denomina la Constitución de 1978 a los entes autonómicos por ella creados. Habrá a quien esta situación no le satisfaga, pero así es. Pero el Estado tiene algo más importante que la *potestas* (que no la tiene), que las competencias: tiene el presupuesto, la capacidad inversora; como mínimo el 50 %, mientras presta cada vez menos servicios. En todo caso, el Estado, las Comunidades Autónomas o los Municipios, deben adoptar una serie de medidas urgentes a corto

plazo, entre las que podrían citarse las siguientes.

#### **4.2.1 Limitación o prohibición de la expansión urbana**

Punto de partida: las ciudades ni deben crecer, ni van a poder crecer (si exceptuamos aquellas sociedades de menor índice de población urbana, donde los procesos de concentración todavía puedan prolongarse). En Europa, en las sociedades más ricas, la época de las grandes expansiones debe darse por cerrada. Algunos Estados ya lo han incorporado a su normativa, v.gr. Inglaterra donde la *Planning Policy Statement 6, Planning for Town Centres* (PPS6) limita el suelo que puede ser incorporado al crecimiento urbano (PPS6, 2005). En la PPS6 se establece que de la demanda estimada de techo residencial, el 60 %, como mínimo, deberá ubicarse en los denominados “*Brown Field Developments*”, literalmente *Desarrollos en Campo Marrón*, Reurbanización, pudiendo ejecutarse el resto mediante “*Green Field Development*” es decir Urbanización ex-novo, con ocupación de suelos rústicos.

#### **4.2.2 Reconversión del sector inmobiliario**

Una reducción de la capacidad productiva, tal y como se acometió en la década de los ochenta con el naval o la línea blanca. Entonces mediante intervenciones públicas se redujo la capacidad productiva de sectores sobredimensionados y en crisis, evitando que el desempleo, en aquel momento ya muy alto, se disparara. Pero las diferencias de esos sectores con el inmobiliario son notables. En primer lugar porque los productos inmobiliarios ya han sido puestos en el mercado. No se trata sólo de no producir tanto en el futuro, sino de ¿qué hacer con el parque edificado, con las enormes extensiones de suelo urbanizado que nunca podrán llenarse, ocuparse, ni utilizarse plenamente y que son una carga económica, ecológica y urbanística para las ciudades?

#### **4.2.3 La Rehabilitación sale de los Cascos Históricos**

Fomentar la rehabilitación, pero en serio. El primer paso es estimar las necesidades de rehabilitación. La opción de las fuerzas hegemónicas actuales, es la de continuar con el modelo desarrollista impulsando las viviendas de Protección Oficial o de Protección Pública (VPP). La existencia de una demanda incapaz de acceder a la propiedad de una vivienda a los precios actuales lleva a redescubrir este filón sin explotar. Una iniciativa que ha despertado más que recelos entre los promotores, que podrían quedar en muy mal lugar al permitir la comparación de costes y calidades, y lo que es peor (para ellos), presionar a la baja los precios de sus productos. Las asociaciones de promotores ya se han manifestado en contra de este impulso a las VPP, y abogan por la reconversión de sus viviendas “libres” en “protegidas”, manteniendo precios o reduciéndolos mínimamente, siempre compensados por desgravaciones, subvenciones y subsidios. ¿Qué tiene esta propuesta de ecológica? Nada, es simplemente la continuidad por la senda del desarrollismo, de la perpetuación de un modelo que agotado e imposible por más tiempo.

Faltan estudios y datos que pongan de relieve la obsolescencia del parque edificado. Una

rehabilitación cuyo objetivo central debe ser la reducción de los insumos de la edificación, del consumo de recursos, no sólo la mejora estética y arquitectónica. Pero, ¿cómo se va a sufragar esa rehabilitación de un parque residencial mayoritariamente en manos privadas, y que suele aunar la insolencia con la mayor necesidad de rehabilitación? Las subvenciones tienen un efecto muy limitado, y sólo son útiles para una demanda semisolvente, siendo ineficaces para la absolutamente insolvente. En todo caso cabría exigir condiciones:

- **Sostenibilidad básica.** La rehabilitación ha de devenir la primera estrategia, la primera política pública, en materia de vivienda, pero únicamente se debe subvencionar a quienes cumplan con requisitos de sostenibilidad, como ya ocurre en Austria p.e. Requisitos que parten de los más básicos (eficiencia en los consumos: aislamientos térmicos, acústicos, ...) y pueden llegar a la fijación o prohibición del empleo de algunos materiales (aquellos de alto impacto ecológico, ventanales de aluminio p.e.)
- **Sostenibilidad social.** Nunca subvencionar a quien ya tiene más de una vivienda, salvo que se comprometa a alquilarla a un precio tasado. En paralelo, la estrategia de rehabilitación debería procurar la creación de un parque público de vivienda en alquiler, una realidad en la mayor parte de los Estados europeos a los que siempre se menciona a la hora de imponer medidas impopulares.
- **Límites económicos.** Fijación de rentas máximas para quien acceda a ayudas, subvenciones, pero también en la renta derivada de un posterior alquiler, como ocurre de nuevo en Austria.

La experiencia de dos décadas de rehabilitación en los Cascos Históricos debería servir de guía y referencia, reflexionando sobre los errores y aciertos en ella cometidos.

#### ***4.2.4 Infraestructuras de la expansión***

Dejar de construir infraestructuras que alientan y fomentan la dispersión (autovías en entornos metropolitanos). Es más que previsible que un futuro próximo se instale lo que podríamos llamar un *keynesianismo perverso*, que en la realidad ya ha hecho aparición. Recientemente la revista *El Economista* (25 de abril de 2008, p.13-14) titulaba/proclamaba “*Las Obras Públicas como antídoto contra la crisis*”. Las Obras Públicas a diferencia del subsector de la edificación no dependen directamente del mercado, si no de los presupuestos públicos; son por tanto un refugio tradicional y habitual en épocas de crisis, y no van a dejar de serlo en ésta. Se oculta, sin embargo, que la creación de empleo derivado de las grandes obras públicas (AVE, autopistas,...) es muy bajo, mucho más bajo que la edificación, y que el antídoto sólo alivia o mitiga la cartera de pedidos de las grandes constructoras.

La construcción de infraestructuras es presentada permanentemente ante la opinión pública como el *factor crítico*, fundamental, impulsor y motor del desarrollo, la modernización y el crecimiento. Un consenso social incontestable se ha construido sobre estas afirmaciones. Quien ose oponerse a la construcción de cualquier infraestructura es poco menos que un troglodita, un

enemigo del “progreso”. Las grandes infraestructuras adicionalmente al insoportable consumo de recursos que ocasionan, tienen otros efectos igualmente nocivos:

- Fragmentan el territorio, lo cuarteán, dificultando la viabilidad de algunos ecosistemas especialmente sensibles o vulnerables. El caso de la huerta que rodea la Ciudad de València es representativo. Cada nueva gran infraestructura que se implanta (AVE, y una telaraña de autovías y autopistas que parece no tener fin) trocea más y más el territorio, empobreciendo la huerta como ecosistema, y poniendo en dificultades su futuro.
- Actúan como cabeza de puente de la urbanización. Las grandes infraestructuras son la cabeza de playa que permite el posterior desembarco de la urbanización, son la avanzadilla de la colonización urbana. La estructura contemporánea de los espacios terciarios, comerciales, de los parques empresariales, de los polígonos industriales sólo se explica y viabiliza en relación a las grandes infraestructuras de la movilidad y el transporte.
- Hipotecan los presupuestos públicos, detrayendo inversiones de otros rubros más sociales, más sostenibles, y creadores de más empleo.

### 4.3 Medidas a medio y largo plazo

Más difícil resulta pensar en medidas a largo plazo. Probablemente deban ir vinculadas a cambios generales en todo el modelo productivo. No se trataría ya de sustituir la hiperactividad de un determinado sector (el inmobiliario de expansión) por otro (la rehabilitación); ni siquiera de reducir el peso del sector de la construcción, sino de reducir en su conjunto la actividad económica, tomando como objeto inicial el avance hacia una economía del llamado *Estado Estacionario*, como paso previo al Decrecimiento absoluto<sup>12</sup>.

¿Demoliciones masivas? Podemos pensar en demoliciones masivas. En Francia lo han hecho, aunque por diferentes motivos. Y en ese caso, ¿quién paga los costes de todo tipo?, ¿podemos exigir responsabilidades a quienes se lucraron abusivamente y hoy nos dejan una hipoteca urbana que debemos extinguir?, ¿o como ha ocurrido con este tipo de crisis admitiremos la privatización de los beneficios, y la “*publificación*” (o socialización) de las pérdidas?

## 5 A modo de conclusiones

Hay expertos que afirman que ya es tarde, que hemos deteriorado tanto el planeta que hemos sobrepasado el punto de no retorno. El 1 de abril de 2006 Dennis Meadows, uno de los autores del conocido como Informe del Club de Roma (“Los límites del crecimiento”), visitó la Ciutat de València y sin eufemismos abogó por la toma de decisiones, sin más dilaciones, en el sentido de imponer límites al crecimiento: “*Ya no hablamos de un futuro lejano. Las posibilidades [de rectificar] son menores que si hubiésemos empezado hace 30 años*” (El País, 2 de abril de 2006)<sup>13</sup>. Personalmente quiero pensar que nunca es demasiado tarde para poder hacer algo, que tenemos la obligación de intentarlo. Creo haber expuesto medidas, tanto a corto, como a medio y

largo plazo, para una actuación que se me antoja de emergencia, tendentes a forjar un Ecourbanismo que yo preferiría llamar un Urbanismo para la supervivencia.

València, jueves, 07 de agosto de 2008

Revisado: València, lunes, 24 de noviembre de 2008

## Referencias Bibliográficas

- Almenar, Ricardo; García, Ernest; Bono, Emèrit. (2000). La sostenibilidad del desarrollo: el caso valenciano. València. Universitat de Valencia. Servei de Publicacions.
- Diago, María. (2006a). “Esto es un zoológico (I)”, Levante – El Mercantil Valenciano, 21 de mayo de 2006. Cfr. <http://www.terracritica.org/>
- Diago María. (2006b). “Esto es un zoológico (II)”, Levante – El Mercantil Valenciano, 29 de abril de 2007. Cfr. <http://www.terracritica.org/>
- Lendman, Stephen [2008]: “Global Food Crisis: Hunger Plagues Haiti and the World”. <<http://www.globalresearch.ca/index.php?context=va&aid=8754>> [Consulta 22/07/08]
- Life after the Oil Crash (2008). <<http://www.lifeaftertheoilcrash.net/>> [Consulta 21/07/08]
- New Urbanism (2008). <<http://www.newurbanism.org/newurbanism/principles.html>> [Consulta 21/07/08]
- Communities and Local Government (2005). Planning Policy Statement 6: Planning for Town Centres. Cfr. <<http://www.communities.gov.uk/publications/planningandbuilding/pps6>> [Consulta 22/07/08]
- Roch Peña, Fernando. “La deriva patológica del espacio social en el modelo inmobiliario neoliberal madrileño” en Diez años de cambios en el Mundo, en la Geografía y en las Ciencias Sociales, 1999-2008. Actas del X Coloquio Internacional de Geocrítica, Universidad de Barcelona, 26-30 de mayo de 2008 Cfr. <<http://www.ub.es/geocrit/-xcol/179.htm>>
- Smart Growth (2008). <<http://www.smartgrowth.org/about/principles/default.asp?res=1280>> [Consulta 21/07/08]
- Wall Street Journal (2008). <[http://online.wsj.com/article\\_email/SB120605534844453201-1MyQjAxMDI4MDI2NjAyNTY1Wj.html](http://online.wsj.com/article_email/SB120605534844453201-1MyQjAxMDI4MDI2NjAyNTY1Wj.html)> [Consulta 21/07/08]
- Petras, James. (2008). “Las raíces estructurales del hambre, las crisis alimentarias y los desórdenes”. Rebelión, 30/04/2008. <[http://www.rebelion.org/noticia\\_pdf.php?id=66755](http://www.rebelion.org/noticia_pdf.php?id=66755)> [Consulta 22/07/08]

- Si acotamos el sentido de la palabra “crecimiento” al mero incremento cuantitativo, y entendemos el “desarrollo” como la mejora en algún aspecto cualitativo, podremos entonces utilizar la expresión “desarrollismo” para describir el “mal desarrollo”, el crecimiento descontrolado, el acrecentamiento como finalidad en sí mismo. La contradicción en los términos, tantas veces denunciada, de la expresión “desarrollo sostenible” quedaría así estrictamente al limitada “desarrollismo”, es decir al puro crecimiento.
- Sea una magnitud  $M$  que se dobla en un  $t$  años con una tasa de porcentual de crecimiento  $i$  (expresada en tanto por uno)
 
$$M(1+i)^t = 2M$$
 Aplicando logaritmos neperianos  $t = \ln 2 / \ln(1+i) = 0'6931 / \ln(1+i)$   
 La función logarítmica puede desarrollarse por aproximación mediante una serie de Taylor:
 
$$\ln(1+i) \approx i - i^2/2 + i^3/3 - i^4/4 + \dots + (-1)^{n-1} i^n/n \quad \text{para } -1 < i < +1$$
 para valores de  $i$  bajos podemos aproximarla a:  $\ln(1+i) \approx i$  para  $-1 < i < +1$   
 y por tanto  $t \approx 0'6931 / i$   
 Si queremos expresar  $i$  en tantos por cien, como es habitual, quedaría como:
 
$$t \approx 69'31 / i \approx 69 / i$$
- El término depleción (o deplección) procede de la terminología petrolera, donde describe la baja o extinción de la producción posterior a un pico o cénit, es decir el agotamiento de un recurso por sobreexplotación.

- 
- 4 Todos los AVE, por ahora, y p.e., parten y/o se dirigen a Madrid, reforzando un centralismo que no concuerda con la descentralización que proclama el denominado Estado de las Autonomías. Como dice el lema con que Madrid juega al marketing urbano: *Madrid la suma de todos...* de todos los impuestos, de todas las infraestructuras, de todos los equipamientos culturales. Sumatorio es centralización, justificada por la necesidad de impulsar la participación de la capital del Estado en la liga de las ciudades globales.
  - 5 La comparación con otros Estados europeos es elocuente: Francia 447 viviendas/1000 habitantes, Reino Unido 379.
  - 6 El concepto, y el término, de ciudad histórica muestra ahora su profunda indefinición. Histórico es todo aquello que nos precede. Cuando hablamos de “ciudad histórica” nos referimos en realidad a los tejidos urbanos formados inicialmente en la etapa preindustrial o agraria, aunque casi siempre transformados posteriormente. Históricos son también hoy ya los “Ensanches” paradigmas de la urbanística de la modernidad decimonónica (y vigesimonónica) en este Estado.
  - 7 El término ni siquiera figura en los mejores diccionarios de la lengua inglesa. Se supone que la palabra “*transecto*” existe también en castellano. Es un segmento obtenido por un corte imaginario, es decir un corte transversal o sección, pero la entrada “*transect*” existente en la Wikipedia inglesa introduce un sentido dinámico, impresión que se confirma en la versión castellana, donde se define *transecto* como un recorrido lineal imaginario sobre una parcela o terreno, sobre el cual se realiza un muestreo de algún organismo.
  - 8 Mientras las propuestas en pro de un Urbanismo Ecológico apuestan por la movilidad no motorizada, el Ayuntamiento de València, encabezada por Doña Rita Barberá i Nolla, inicia una cruzada contra ellos, prohibiendo su circulación fuera de los escasos y mal diseñados carriles bici, e instaurando un régimen de multas desmesurado. Cfr. <<http://www.adn.es/local/valencia/20080428/NWS-0338-Prohibidos-patines-bicis.html>> [Consulta 21/07/08]
  - 9 Un simulacro es una copia perfecta de algo que nunca existió, una ficción; como acepción también está admitida la de “una idea que forma la fantasía”, una ensoñación.
  - 10 “A policy of frugality first will induce efficiency as a secondary response: our currently favoured policy of efficiency first does not induce frugality second, and in fact makes it less necessary, as often documented in the so-called “rebound ” or “Jevons effect.” Daly, Herman E. Daly “The Steady-State Economy and Peak Oil” at Peak Oil Conference, Washington, DC, 9<sup>th</sup> May 2006, [http://www.precaution.org/lib/steady\\_state\\_economy\\_and\\_peak\\_oil.060509.txt](http://www.precaution.org/lib/steady_state_economy_and_peak_oil.060509.txt) [Consulta 21/07/08]
  - 11 Proverbiales en este sentido algunos sitios en Internet: <http://www.lifeaftertheoilcrash.net/> o <http://thegermainetruth.net/ecosurvival/> donde se asume la disolución de la civilización y la entrada en una etapa de barbarie, con consejos para la eco-supervivencia, *eco-survival*, una supervivencia insolidaria que llega a proponer la construcción de bunkers autosuficientes (¿por cuánto tiempo?). Unos textos cuya lectura me han traído a la memoria el viejo, pero actual, lema acuñado por Rosa de Luxemburgo en 1916: *Socialismo o barbarie*.
  - 12 La web pionera en la difusión de este concepto es la francesa <http://www.decroissance.org/> del Institut d'Études Économiques et Sociales pour la Décroissance Soutenable. También pueden consultarse la italiana <http://www.decrecita.it/>, la catalana <http://www.decreixement.net/> y la reciente incorporación de la castellana <http://decrecimiento.blogspot.com/>
  - 13 Meadows llegó a proponer el aumento del precio de la energía para equilibrar la demanda y los recursos. *El País*, 2 de abril de 2006.

## **Human-Centred Design: sustainable ideas and scenarios for the development of projects and products based on knowledge and human abilities**

**Maria Antonietta Sbordone**

Researcher at Seconda Università di Napoli, (SUN), ITALY  
Faculty of Architecture, Department of Industrial Design Environment and History, (IDEAS)  
Monastero di S. Lorenzo ad Septimum - via S. Lorenzo - 81031 Aversa (CE), Italy  
e-mail: [masbordone@hotmail.com](mailto:masbordone@hotmail.com)  
web page: <http://www.architettura.unina2.it>

### **Summary**

Human-Centred Design is defined as the discipline relating to products and services that, in different ways, takes into account the psycho-physical wellness of human beings, and is formulated according to an approach based on User-Centred Design (UCD). The User-Centred Design approach considers the relationships and the interactions users have with products while using them, and is developed within disciplines not properly belonging to the field of design. At the beginning of last century, with studies in psychology (1899) and semiotics (1913-16) the way was opened for the analysis of everyday objects from a systemic point of view. Within the production scenario, modern industry transforms any materials into working and functional objects, but later on, having crossed the absorption threshold, and with production surpluses, the trend will be to reconsider the objects, endowing them with deeper psychological meaning. Together with the psychological there is the semiotic analysis, which, with de Saussure, establishes the existence of a link between words and things, in such a way that human activities are structured like languages and the analysis sees the Linguistics as the basis of a general science of signs, whose purpose is to deepen the social use and the functionality of the objects. The semiotic theorization of Barthes and then Baudrillard, relating to the analysis of objects, follows Saussure's lead in thinking of the object as a sign or message. Within this area of

semiotic analysis, divergent positions from different thought' schools follow one after the other. Among these, we find Jean Baudrillard's (1968) and Charles Sanders Peirce's (2001); both, however, agree on various points: on the determination of the systemic and therefore relational character of the objects, and on the understanding of the mechanisms which are the basis of perceptive judgments, as well as the related elaborations which structure our consciousness (C.S. Peirce), and which come together as a frame of reference in the User-Centred Design approach. Psychology has recently found in Donald A. Norman - the director of the Cognitive Science Society at the University of California, a psychologist with an international reputation for his studies on "short term memory" and contemporary cognitive psychology - a supporter of the analysis of the learning processes. Moreover, his research on memory has a particular bearing on the creation and function of artificial intelligence, highlighted in a theory on the processes of elaboration of data by the brain known as "human information processing". He orients his studies within the area of "cognitive science" and hypothesizes on the errors due to the appearance incompatibility conditions between man and the environment. In addition to this, cognitive psychology, which has dealt with this subject for more than fifty years, has contributed decisively to the current ergonomic study on the man-machine relationship in terms of User-Centred Design.

**Keywords:** usability, pleasure in use, iterative design, user evaluation, user's needs

## **1 The objects at the core of the daily scene**

The nature of the interaction between humans and the world of objects which surround them has been widely investigated. The main characteristics on which research and planning seem to be based concern the mechanisms related to perception, judgment and knowledge. The semiotic analysis by Peirce establishes that objects are not just perceived, but also used, and therefore are part of interactive processes that derive from knowledge and action.

These interactive processes are the result of cognitive interpretation produced over various stages: from sensation, perceived by the brain the moment an object is touched, through the mechanisms related to interpretation, which derive from everyone's personal outlook on world and culture. It is obvious that our interpretation causes us to ignore some things and favour others.

Here an important transaction takes place in the perception and in the successive cognitive interpretation of objects, which Baudrillard, in his formulation of the "functional system of objects" ("The system of objects", 1968) analyzes through the interpretation of different dimensions which coexist in the object and seem to be consistent with the "infinite interpretations" discussed by Peirce. Meanwhile, a symbolic relationship exists between the function of needs and their fulfilment which represents the characteristic in agreement with the



origins of the pre-modern “traditional system of objects”.

With the advent of industrial production, “the coherence of the functional system” comes into question, with the loss of the inner value of the object, and the assumption of signs as the expression of “universal functions”.

The renewed functionality acts as a system of “universal signs”, causing, at the same time, the disappearance of the symbolic relationship between form, function and needs, since what comes to the surface through the signs, is a nature continuously elaborated, abstract; a “culturalized nature”, thanks to the signs, and organized in a sort of “naturalness” or culturality” (Baudrillard).

This makes clear how Baudrillard’s and Pierce’s theories agree, especially concerning the system of signs, both abstract and changeable and therefore subject to various interpretations of natural culture (naturalness). To Baudrillard, “naturalness” is the corollary to every kind of functionality, which represents the modern connotation of the environmental system that surrounds us.

To sum up, our biological basis allows us to be aware of things, stimulating in us the mechanism of sensation, transforming it subsequently, into conscious perception, through which cultural superstructures work to make us choose, thanks to a perceptive selection, according to perceptive judgements. After observation and judgment, there is the “doing” stage, that is to say, the phase of “judgments in terms of things that we can observe and use”.

Here quality and form are considered in order to make judgments of value and usability. This stage involves the definition of perception and use; understanding the difference between them is crucial. The microwave oven is a good example: electromagnetic waves warm the food. You cannot see them, but you can see their effects.

The effect makes the meaning of the term use clear. When you use an object you interact with it in order to get a specific purpose or result. Interaction is considered as a process in which the users, according to what they know about the object, act on it, get a result and repeat a process in a continuous cycle.

What identifies the object of use is its being at the centre of the interactive process of knowledge and actions, a process aided by the object itself either by offering help or defining limits deriving from its own composition and configuration.

In this way the object is characterized by a wide range of possible interactions, a feature defined by Pierce as “indicative” insofar as its relation to its “factuality” (materiality related to function). Perceptive qualities are independent, while the “indicative” ones exist in an object only if it relates to the others.

This theory agrees with Baudrillard’s, in which he brings to light a fundamental concept which is the basis of the meaning the objects assume in the different contexts in which they are used, that is to say the dimension of “functionality”. Apparently, it is a dimension objects exercise in relation to the function they carry out in virtue of their “existence” according to which their

destiny is accomplished in accordance to “a precise relationship with the real world and human needs”.

Baudrillard demolishes this assumption by stating that the term “functionality” does not signify that something has been “adapted” to a purpose, but rather that “has been adapted to an order or a system”. Therefore, functionality is the “ability to integrate into a whole”, in a context of action. In this way the object goes beyond its primary function (fulfilling a need), in order to support a “secondary function”, projecting it into another dimension, becoming “an element of play, of combination, of calculation in a universal system of signs” (“The system of objects”, 1968).

Moreover, the “indicative” characteristics are not always so clear. Sometimes they can only be seen after “a conscious or factual inference”; that is to say, after there has been a shift from one judgment to another.

In this case, from the selective perception, which allows us to focus on that and only that object, we pass, thanks to a perceptive judgment, to a judgment phase expressed in terms of observed things that can be used. “Indicative” characteristics are at the core of a dynamic process that explores the object from the point of view of the productive circumstances (past), the current configuration (present), and the possibilities for use (future).

In addition to this, “factual inference” helps us understand how that specific object can be used, and who is going to use it, creating the image of an “ideal user”. Materials, form, weight, dimension, refer to the physical features of the final user; therefore the object carries the inscription of the user.

This takes place according to an organization of the activities which occur between objects and users in a closed system; that is, structured in terms of performances and optimal use. At this point it would be useful to retrace Baudrillard’s thought concerning the main themes relative to techniques and automatisms which are dealt with in the User-Centred Design (UCD) approach.

According to Baudrillard, you can basically distinguish between two connotations of the object, the formal one and the technical one. For the latter you can use the term “automatism”, which determines a “special function” of the object that enables it to be considered as “absolute” and consequently a role “model”.

In this way it is established that this object, with its “special function”, will be known and assimilated as the “technical model”. Everything begins with the replacement of manual operations by automatic mechanisms, which represent an abstraction of the previous mechanisms and make the functional system more difficult.

Automatism has in itself the concept of “functional transcendence”, due to the belief that the degree of perfection of an object is proportional to the automatism that animates it. According to Baudrillard, this impoverishes the range of “functions” of the object itself.

In fact, in order to configure a practical object in an automatism, you must reduce it to a

“stereotype” of the given function, with the inevitable consequence of diminishing it and making it “fragile”.

Moreover, the automatism reduces the level of efficiency of the object, since you risk technical failure. One only has to consider that a non-automated object must be continuously adjusted and moved in a broader functional group. If the object is automated, its function is carried out and concluded in the exact moment in which it materializes, because it is exclusive.

Furthermore, in terms of the human–object relationship, automatism is perceived as a closure, a functional redundancy, that induces humans to behave like spectators free of any responsibility. Following this path, Baudrillard interprets the contemporary technological thought, which goes in the opposite direction. Nowadays, the degree of perfection of a machine or object is not measured by the performance of some given automatism, but instead on a certain margin of “indetermination”, which allows the machine to be sensitive to information that comes from outside”. This assertion recasts the man-machine interaction as a relation in which humans become the “living interpreters” of a machine at a very high technical level, because it is conceived as an open structure. But, if the high level of technicality implies the organizational intervention of the humans, this trend leads, in the long run, to a total abstraction of the objects.

This abstraction fascinates us, because it is not perceived as “technical rationality”, but as “basic desire, as the imaginary truth of the object”, which leads to the lack of interest in the structure and in the function. Baudrillard’s “imaginary truth” represents the human wish that “everything functions by itself”, without any effort. This contradiction resides in the limit that every type of automation contains in itself and in its “materiality”, which defines a form.

Formal completeness does not predict the open structuring of technologies and their corresponding needs, and if the myth of automation is anchored in a certain formalization it possesses, it existed prior to every other specific characteristic of the object, because it impresses the reflection of the image of the humans on the objects themselves. On the other hand, the automated object in order to work by itself must necessarily resemble the humans.

Commonplace objects (a table, chair, bed, etc...) clearly evidence the presence of the man, since they satisfy his primary needs.

Symmetrically, in highly technical objects, you can see the so called “super-structural functions”. They refer to what the “man projects on them”, that is to say “the autonomy of his conscience, his power to control, his individuality, and the image of himself”. Therefore, automatism, the “transcendence of function”, transfers the super-functionality of the human conscience to the equivalent “formal transcendence of the man”.

According to Baudrillard, super-functionality is the representation of the autonomy of the individualistic conscience of the modern man, who is not interested in “naive animism or too human meanings” of the objects anymore. This super-functionality is close to the technical essence of the objects, by which the “modern man” is inspired in order to “change his life”.

In reality, humans, instead of pursuing this desire, trying to get fluid structures and open operational experience, consider their own finiteness within a society founded on technology, as “the most beautiful general object” and give it the importance of an original instrumental model (prototype).

In conformity with this vision, automatism and personalization are not completely contradictory, automatism being the personification of the man’s desire at object level.

For Baudrillard it represents the best example,” the “most complete form, the most sublime of the inessential, of the marginal differentiation through which the personalized relationship between the man and his objects works”.

### **1.1 The objects speak and act**

From what has been said, in order to make the technical object have a purpose and a function, it must be part of a system of objects, based on the same logic, and it must provide capable users with instructions on how to use it.

This constitutes the relational system in which the technical object states the different kinds and degrees of inter-relations between object-object/s and object-user/s. Provided that this is true, we must verify it by increasing the quantity and the typologies of new objects which depend on different productive and design logics and which include the technical objects.

The technological innovation has brought about changes such as to influence the nature of the materials themselves.

The so called “silent revolution” of new materials, which are determined by the technical invention of the composite-materials, modifies the perception of the world, especially with respect to its material composition. This material aspect is independent of technical–functional supports, and sets up a landscape of forms and surfaces that are separated from their content.

Naturally, this transfers to the objects, where this new condition is interpreted in terms of greater efficiencies or services, which tend to become behaviours, creating levels of interaction and relations previously unimaginable.

Thanks to the materials that become lighter and more transparent, - in both visibility and functionality - the surfaces, the textures, that idea tends more and more toward dematerialization and comes out in the conception of interfaces.

These interfaces open up to virtual worlds, where images that transmit content and information in real time prevail over the support material which generated them. A non-material density of information appears, which owes nothing more to form but its complex technological content.

The substance mixes with the electronic and computer micro-technologies and conquers unexpected dimensions leading to considerable new properties. The miniaturization of the components, the circuits, the energetic streams, is not immediately perceivable and consequently not immediately understandable.

Moreover, the components have not been through the process of “naturalness” discussed by Baudrillard, and since they are carriers of other meanings, they cause the objects to lose their identities, simply because underneath the surface there is nothing to understand.

From a psychological point of view, virtuality only relates to the cognitive phase, with the result that it skips the lower phases of perception and interpretation besides those of valuation and selection. Recent technological developments favour an approach to the artificial as complex as the organic world to which it aspires.

The world-machine metaphor of modernity substitutes the living world-organism, which is based on information and its processes.

So, we have machines that create a dialogue between subjects and objects based on a net configuration, where the objects themselves are both the connections and the centres of activity. As a result of this scenario, it is clear that the choices relative to the use of logic, relational strategies, and managerial strategies of users’ nets become more consistent.

This revolution involves also traditional objects of daily use, still linked to mechanical technologies, but revamped with electricity (e.g. electrical household appliances). These objects are made intelligent, thanks to the introduction of automated and computerized managerial programs. At the same time, new typologies and especially new concepts of objects are on the market with all their innovative power, which feature greater autonomy for the user, and the promise of constant interaction. They are not just intelligent, but are also “sensitive”.

All they react to the environmental stimuli and are above all designed for dialogue with the user. They are Information and Communication Technology (ITC) oriented objects; their main characteristic is the communicative interface where the information exchange (which acts as an actual space of action) takes place.

On the one hand, this leads to the introduction, in the consolidated typology of objects (electrical household appliances) of new use functions. On the other hand, a new concept of objects spreads: objects which perform many diverse functions.

The distance between multi-use and multi-function objects becomes ever clearer. In fact, if the multi-use object, even with its finiteness, can be continuously reinterpreted and adapted to unforeseen uses, the multi-function object has different functions working on the same level, integrated in the same object, among them those connected to interaction.

Therefore, they are not only objects that carry out more diverse functions, but an interaction with the user as well. Here we reconnect to what Baudrillard asserts regarding objects conceived as “open structures” based on a certain margin of indetermination, and therefore of interpretation, allowing the objects to be sensitive to information coming from the environment.

Of course, the intervention of man was based on an idea of organization that later on turned into the ability of programming the so called hi-tech machines.

But the idea remains of “open structure” with “open technologies” that reconnects to the configuration of the objects as a concept, and which, even in their formal finiteness, is not completely defined by their use and content. Baudrillard’s states that objects express their functionality not by carrying out their task in the best or worst way possible, but by being an integral part of a system that “considers them part of a combination or of a play...”, even if in the semiotic meaning of adherence to a system of universal signs.

Even in the progressive loss of the function’s adhesion to form, and of the definitive passage of objects to an interpretative system of signs (universal functions) which demolishes the coherence of the previous system (Baudrillard). For Pierce, the object is infinitely interpretable (even if through infinite signs), thanks to a culture that keeps renewing the contents of the naturality which has taken the place of nature.

Today, as the signs do not make clear the certainty and the substance hidden in the objects, because they are with difficulty ascribable to a particular category, what we have defined as concept takes over: open communicative structures that function on the basis of processes that appropriate the unexpectedly appearing variable.

If the surface is the repository of the senses, since there is no more correspondence between the inside and the outside, this is the place where the greatest innovation tends to recover the sensorial characteristics that are the main feature of the system of pre-modern objects.

## **2. New paradigms. The New Human Factors**

The new interpretative paradigms of reality give rise to systems of thought and action able to reconfigure and reorient themselves in a strategic way. The previous economic model was characterized by possession, keeping and conservation of goods, but contemporary modernity makes space for immediacy, understood as acquisition, that is the use and the immediate understanding of things and processes that are behind them.

Actions overlap and mix. They are carried out with the purpose of boosting the satisfaction of individual needs in close connection with collective ones. In this way, new planning references are generated: rational technological systems, behaviour flexibility and recognisability of artefacts.

Applied research, to make innovative technologies immediately available for industry, has filled the world of human activity with cross-reference sophisticated relational visions. Solutions like bus networks allow for a new type of technology and control of installations.

Computer and communicative systems become ever more necessary for organization needs in action contexts, conferring a degree of external connection and access to services once not imaginable. Fertile territory, like the area of household activities, is pervaded by technology and high connectivity with domotics (home automation), which spreads very easily.

This sets the user free from the tasks of organizing, planning, carrying out and understanding

household activities, delegating these tasks to a central computer system, which, of course, can be programmed and managed at a distance thanks to the network of services provided by the enterprise. In this scenario, the goal consists in making the processes that are behind the activities of the environment more transparent. Up to now, these processes had only had the aim of satisfying in an average, neutral way, the needs they are meant to fulfil.

But by directly involving users in choices, by making them willing to understand and spot the processes between outgoing and ingoing actions in the system, better results can be obtained, both on an emotional and a strictly functional level.

Active involvement has a double meaning, “educational” and “playful” (Gilmore & Pine, 2000), in reference to managerial choices regarding the surrounding environment. It leads to the complete modification of the role of the users, no longer doomed to be passive, lacking interest in the processes and activities that surround them, largely self-generated to fulfil or foresee their requests. Starting with these considerations, the object is to focus on the use of the product by the user, in order to analyze the user’s performance, rather than that of the product itself. The quality of the industrial products has, up to now, taken into account safety, durability, reliability, design of the object, and, when it is put on the market, the right price/quality ratio. All these qualities mainly refer to the services provided by a given product to the people who buy it. The main feature is founded on objective parameters that are valuable for everyone, not offering specific services requested by individual users.

The characteristics taken into account in order to assure the above mentioned qualities derive from the Human Factors (which originally were the basis of ergonomics).

They are founded on the interaction human-system and include physical, social, cognitive, organizational and environmental characteristics. Later on, because of markets saturation, consumers’ movements and environmental awareness, the marketing re-orientes its strategies.

It focuses on the consumer and creates the so called “silent designer”. Meanwhile the consumers request changes; from passive users, they become active and aware users, like silent designers.

The usability of a product corresponds to the kind of interaction that the person establishes with it and its context. It depends on the kind and degree of relationship that the user creates with the product and the system of activities.

Once the users have acquired knowledge on characteristics, ways and terms of use, they move to the following stage, the stage of the perception of the product and its wide and shared use.

The features of the usability of a product are, above all, connected to the performances provided, and consequently to the ones typical of the cognitive usage: effectiveness, efficiency and satisfaction related to use and usability perception - traits of the psychological perception.

Usability is defined by ISO regulation 9241-11, as “(...) the possibility that a specific user uses a specific tool in order to meet specific targets in terms of effectiveness, efficiency, satisfaction, in

a specific use context”. Effectiveness means accuracy and completeness through which the user meets specific targets. Efficacy means resources related to accuracy and completeness through which the user gets a specific target. Satisfaction means a use context which is easy and acceptable to the users.

The User-Centred Design approach, a recent development of ergonomics that relates to the design approach, takes into account the relationships and the interactions that the users create with the products while they use them, according to the following criteria: usability of the system (effectiveness, efficacy and user satisfaction), understandability of the information available (including the language used), easiness of the programming and operativity of command and dialogue procedures, possibility of interactive dialogue after each and every procedure.

The overcoming of usability as functionality, use and performances, takes place when you think of the more individual and subjective features of the user-product relationship, especially in relation to the pleasure in use, which deals with psychological-emotional features of the relationship user-product. These features gather in the research and experimentation of the New Human Factors. Users’ intentions and expectations are the basis of this research. Obviously, the system must be easy to spot and understand, so that it can highlight the results in the communicative-interactive space of the relationships that stretch out from one user to the whole system of users.

## **2.1 User-Centred Design (UCD), the Usability-based Approach**

The User-Centred Design is defined as designing products (and services) which the users can use both for a specific purpose and to carry out other operations and the tasks they request, with very little effort and great efficiency (Rubin, 1994). In addition to this, the UCD represents all the theoretical and practical tools available in order to get information about the users’ needs and requests in a systemic and structured way. The latter are taken into account from the design phase up to the making of the product itself. More specifically, all the choices made in the design phase try adapt the development and the realization of the product to the users and the use it is addressed to. Moreover, the UCD doesn’t focus only on the user – putting him or her at the core of the design and production process – but also on the procedures, the methods and the processes that check products’ and services’ usability (usability defined by norm ISO 9241:1998, Appendix 1). According to this norm, usability is defined as “the effectiveness, the efficacy and the satisfaction of a certain user with the purpose of getting certain targets within a certain use context”. This norm refers mainly to software use, but it can also generally refer to every context in which a user interacts with a product or service in order to get a specific target. The content of the norm ISO 9241 is the core of the UCD in terms of content and of analysis of usability.

The usability of products and services has recently opened up to the whole cycle of products, not being linked just to the specific use of the product anymore (norm ISO 13407, Appendix 6). The lifecycle of the product or service includes the following phases: design, pre-production, production, sale and supply, maintenance, dismantling and recycle.



The user is neither the only one who uses the product nor the only one who the UCD process is addressed to. The UCD process includes the designer, the supplier of raw materials, the producer, the seller and supplier, the user and the ones who dismantle and recycle it (norm ISO/TR 16982:2002, Appendix 7).

In order to get the best results while interacting with the product, the UCD plans a cycling check of the theory and the choices made. This cycle helps both improve information and reorient the design process in every phase of the production and development of the product or service.

## **2.2 Methods and approaches in design working teams**

Models of a UCD process help product and services designers offer advice with the purpose of sharing practice, including the users' needs in the designing process. In these models, user requirements are considered important since the very beginning and are included into the whole product life-cycle. Their main characteristics are the active participation of real users, and an iteration of design solutions.

The three main approaches of the UCD are based on well established schools.

- Since 1970, the Scandinavian tradition of IT design has developed the “Cooperative design: involving designers and users on an equal footing”;
- Since 1990, the North American school has developed the “Participatory design (PD)” inspired by Cooperative Design, which focuses on the participation of users. In this approach, we have the users involved in the design working group, rather than gathering their feedback through observation and testing;
- “Contextual design or inquiry”. A set of formal techniques to gather and analyze information from observation, developed in 1995/6. It is now widely adopted by the US software industry.

All these approaches follow the ISO standard Human-Centred Design processes for interactive systems included in the ISO 13407 Model, (1999), in the group of ISO 20282 (2006/07) and in the ISO/TR 16982 (2002) (Appendix: Standards and Regulations)

The UCD activities consist of four phases: Research and Analysis, Design Process, Implementation and Deployment. Each phase includes a wide range of activities.

### ***Research and Analysis***

This phase includes several stages. In the first stage the key stakeholders choose the action set that starts the project plan, which includes the usability tasks carried out by a multidisciplinary team of experts who spot the usability goals. The next phase focuses on determining the field studies, mainly by taking into account the products and by creating user profiles. The task analysis analyzes the user scenarios in order to document user performance requirements. The user scenarios show how people are likely to use (or misuse) new products and services.

This approach is useful to know practical, emotional and social aspects of use for final evaluation. One of its tools is the bodystorming that captures the intuitive responses coming out of interactions. The user performance requirements (user needs) are based on observation, as latent needs, but the users can also directly express their needs.

### ***Design Process***

Brainstorming design, concepts and metaphors are at the core of this phase. In order to find a range of published information about customers, competitor and political, social and economics trends, *Research and information* are used.

There are different research methods: the “Cultural probes” is a research technique which probes attitudes and inspirations among different cultural groups; the “Diary studies”, are completed by user groups - usually according to a format - and cover topics specified by its usefulness to provide context for interviews and observation; the “Observation” is an immersive research, where the designer observe people carrying out tasks in their own environments and asks about their actions, thoughts and feeling; the “Ethnographic” is an observational research developed in a context of people and tasks targeted in a design project (the design concepts are improved by working with paper and pencil to get to the first step of the low-fidelity prototypes); and “Prototyping of simulations of design concepts” is a technique which moves from written scenarios through sketches, on-screen demonstrations or physical models, to fully interactive working simulations.

Prototypes are essential for user feedback: people are allowed to reflect on their appropriateness or try them out so that their ease of use may be evaluated.

The usability testing on low-fidelity prototypes includes the “User evaluation or user testing”. Prototypes of new products and services (or the products and services themselves) are tested by the people who will use them to check how much they fulfil the users’ needs, and how usable they are. If good results are obtained, the next step is the creation of the high-fidelity detailed design and prototypes. In this case, the Iterative Design may be a User-Centred approach that iterates through prototyping and user evaluation (or testing) to deliver products and services that are tailored to the users’ needs.

After usability testing, finally, a Standards and Guidelines Document including *the design specifications* is written.

### *Implementation Phase*

This phase includes the ongoing heuristic evaluations, which are, the evaluation of a user interface by a set of expert evaluators who judge its compliance with an agreed set of usability principles or heuristics.

The last phase mainly relates to the delivery team as design is implemented. The conduct usability testing is carried out as soon as possible.

### *Deployment Phase*

Surveys get users' feedback and field studies get info about the real use of the product. Finally, the real object's usability is tested.

## **3 Conclusions**

The acquisition of the users' needs can be analyzed from two points of view: the objective point of view, by using only measurable parameters, and the UCD approach, by taking into account also the users' expectations, preferences, feeling and judgments. Needs are identified by their priority to human's needs, related to a scale of values. On top of it there are the basic needs linked to surviving, and down on the scale we find the needs linked to safety, socializing and pleasure or gratification. Naturally, the product or service must fulfil specific requests.

They must either be useful for specific purposes which are coherent with basic needs, or, if they take into account the feelings involved in using a product, create the "pleasure in use". This last hypothesis is still at an early stage, so, for now, the attention is paid only to the UCD.

Since the '80s – the birth of the UCD – it has become more and more important among the tools available for the designers and for research on users. In the past, these investigations were a kind of test to the design solutions in terms of product/service, and this phase was the final stage of the design process. Later on, the user research was used since the very beginning of the real design phase, in order to organize the whole process.

This gives the designers more tools, in order to enhance the awareness of the opinions about products and services. The recent development of the UCD provides the designers with effective research and development tools to search for enquiry techniques that suit best the design process. From the users' point of view, these enquiry techniques boost people to express their wishes, thoughts and feelings that, up to the birth of the UCD, hadn't been taken into any account by classic market researches.

## **References**

- Atkin, A.(2006). Peirce's Theory of Signs in the Stanford Encyclopedia of Philosophy
- Adlin, T., Pruitt, J. (2005). The Persona Lifecycle. Morgan Kaufmann
- Baudrillard, J. (1968, 78). Le Système des Objets. Poche. Tel Gallimard, Paris
- Cooper, A. (1999). The Inmates are Running the Asylum. Sams, Publishers

- Courage, C. et Baxter, K. (2005). *Understanding your User*. Morgan Kaufmann
- Eisenberg, Bryan et Jeffrey (2005). *Call to Actions*. WA Press
- Garrett, Jesse J. (2002). *The Elements of User Experience*. New Riders
- Kuniavsky, M. (2003). *Observing the User Experience*. Morgan Kaufmann
- Lindholm, C. et Keinonen, T. et Kiljander, H. (2003). *Mobile Usability*. McGraw Hill
- Molotch, H. (2003). *Where stuff comes from*. Routledge
- Mulder, S. et Yaar, Z. (2006). *The User is always right*. New Riders
- Norman, Donald A. (2002). *The Design of Everyday Things*. Basic Books
- Norman, Donald A. (2005). *Emotional Design: why we love (or hate) Everyday Things*. Basic Books Paperback
- Pine, J. and Gilmore, J. (1999). *The Experience Economy*. Harvard Business School Press
- Rifkin, J. (2000). *The Age of Access: The New Culture of Hypercapitalism*. Where all of life is a paid for experience. Putnam Publishing Group
- Rubin, J. (1994). *Handbook of usability testing: how to plan, design and conduct effective test*. John Wiley & Sons
- Thackara, J. (2005). *In the Bubble*. MIT
- Vink, P. (ed), (2005). *Comfort and Design*. CRC Press

## Appendix

### Standards and Regulations

1. ISO 9241:1998 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs). Guidance on usability.
2. ISO 20282:2006 Ease of operation of everyday products

This new standard for product usability is currently being developed. It is currently a draft technical specification. Once it is finalised it will be tested as a technical specification for three years before being finalised as a standard.

ISO 20282-1 explains how to identify the aspects of the context of use that should be taken into account in the design and evaluation of daily products.

ISO 20282-1 provides requirements and recommendations for the design of easy-to-operate daily products, where ease of operation addresses a subset of the concept of usability concerned with the user's interface by taking account the main user's characteristics and the context of use.

ISO 20282-1 is intended to be used in the development of daily products, for which it defines ease of operation, explains which aspects of the context of use are relevant, and describes the characteristics of the intended user population that may influence usability.

The intended users of this part of ISO 20282-1:2006 are usability specialists, ergonomists, product designers, interaction designers, product manufacturers and others who are involved in the design and development of daily products.

ISO 20282-1 is applicable to mechanical and/or electrical products with an interface that a user can operate directly or remotely to gain access to the functions provided. These products fall into at least one of the following categories: consumer products intended for some or all of the general public which are bought, rented or used, and which may be owned by individuals, public organizations, or private companies; consumer products intended to be acquired and used by an individual for personal rather than professional use (e.g. alarm clocks, electric kettles, telephones, electric drills); walk-up-and-use products that provide a service to the general public (such as ticket-vending machines, photocopying machines, fitness equipment); products used in a work environment, but not as part of professional activities (e.g. a coffee machine in an office); products including software that supports the main goals of use of the product (e.g. a CD player).

1-This part of ISO 20282 is not applicable to the following: purely physical products without an interactive user interface (such as a jug or a hammer); products where appearance or fashion is the main goal (such as a watch with no markings); products requiring specialist training, specific skills and/or professional knowledge (such as a musical instrument or a car); standalone software products; products intended to be used for professional activities only.

### 3. ISO/TS 20282-2:2006 Ease of operation of everyday products - Part 2: Test method for walk-up-and-use products

ISO 20282-2 specifies a test method for measuring the ease of operation of "walk-up-and-use" products. The purpose of the test is to provide a basis for predicting the ease of operation of a walk-up-and-use product, including measures of its effectiveness and efficiency of operation, and the satisfaction of the intended user population in its expected context of use.

The intended users of ISO 20282-2 are people with human factors expertise in the design and management of appropriate tests, including manufacturers, suppliers, purchasing organizations or third parties (such as consumer organizations).

### 4. ISO/PAS 20282-3:2007 Ease of operation of daily products - Part 3: Test method for consumer products

ISO/PAS 20282-3 specifies a *test method* for measuring the ease of operation of consumer products. The purpose of the test is to provide a basis for predicting the ease of operation of a consumer product, including measures of its effectiveness and efficiency of operation, and the satisfaction of the intended user population in the intended context of its use.

The intended users of ISO/PAS 20282-3 are people with human factors expertise in the design and management of appropriate tests, including manufacturers, suppliers, purchasing organizations and third parties such as consumer organizations.

5. ISO/PAS 20282-4:2007 specifies a *test method* for measuring the ease of installation of consumer products. The purpose of the test is to provide a basis for predicting the ease of installation of a consumer product, including measures of its effectiveness and efficiency of installation, and the satisfaction of the intended user population in the intended context of its use. The method could also be applied to maintenance tasks.

The intended users of ISO/PAS 20282-4 are people with human factors expertise in the design and management of appropriate tests, including manufacturers, suppliers, purchasing organizations and third parties such as consumer organizations.

#### 6. ISO 13407:1999 Human-centred design process (for interactive systems)

There is an international standard that is the basis for many UCD methodologies. This standard defines a general process for including human-centred activities throughout a development life-cycle, but does not specify exact methods.

In this model, once the need to use a human-centred design process has been identified, four activities form the main cycle of work:

- Specify the context of use. Identify the people who will use the product, what they will use it for, and under what conditions they will use it.
- Specify requirements. Identify any business requirements or user goals that must be met for the product to be successful.
- Create design solutions. This part of the process may be done in stages, building from a rough concept to a complete design.
- Evaluate designs. The most important part of this process is that evaluation - ideally through usability testing with actual users - is as integral as quality testing is to good software development.

#### 7. ISO/TR 16982:2002 Ergonomics of human-system interaction. Usability methods supporting human-centred design

This standard provides information on human-centred usability methods which can be used for design and evaluation. It details the advantages, disadvantages and other factors relevant to using each usability method. It explains the implications of the stage of the life cycle and the individual project characteristics for the selection of usability methods and provides examples of usability methods in context. The main users of ISO/TR 16982:2002 will be project managers. It therefore addresses technical human factors and ergonomics issues only to the extent necessary to allow managers to understand their relevance and importance in the design process as a whole. The guidance in ISO/TR 16982:2002 can be tailored for specific design situations by using the lists of issues characterizing the context of use of the product to be delivered. Selection of appropriate usability methods should also take account of the relevant *life-cycle process*. ISO/TR 16982:2002 is restricted to methods that are widely used by usability specialists and project managers. ISO/TR 16982:2002 does not specify the details of how to implement or carry out the

usability methods described.

## **Testing methods**

### *Remote usability testing*

Remote usability testing is a technique that exploits users' environment (e.g. home or office), turning it into a usability laboratory where user observation can be done with screen sharing applications.

### *Thinking Aloud*

The Think aloud protocol is a method of gathering data which is used in both usability and psychology studies. It involves having a user verbalize his or her thought processes while they perform a task or set of tasks. Often an instructor is present to make sure the user is more vocal as he or she works. Similar to the Subjects-in-Tandem method, it is useful in pinpointing problems and is relatively simple to set up. In addition to this, it can provide insight into the user's attitude, which can not usually be got from a survey or questionnaire.

### *Subjects-in-Tandem*

Subjects-in-tandem is based on pairing subjects in a usability test to get important information on the ease of use of a product. Subjects tend to think out loud and through their verbalized thoughts designers learn where the problem areas of a design are. Subjects very often provide solutions to the problem areas to make the product easier to use.

### *Cognitive walkthrough*

Cognitive walkthrough is a method of evaluating the user interaction of a working prototype or final product. It is used to evaluate the system's ease of learning. Cognitive walkthrough is useful to understand the user's thought processes and decision making when interacting with a system, specially for first-time or infrequent users.

### *Benchmarking*

Benchmarking creates standardized test materials for a specific type of design. Four key characteristics are considered when establishing a benchmark: time to do the core task, time to fix errors, time to learn applications, and the functionality of the system. Once there is a benchmark, other designs can be compared to it to determine the usability of the system.

### *Meta-Analysis*

Meta-Analysis is a statistical procedure to combine results across studies to integrate the findings. This phrase was coined in 1976 as a quantitative literature review. This type of evaluation is very important to determine the usability of a device because it combines multiple studies in order to provide very accurate quantitative support.

### *Persona*

Personas are fictitious characters that are created to represent the different user types within a targeted demographic that might use a site or product. Alan Cooper introduced the concept of

using personas as a part of interactive design in 1998 in his book “The Inmates Are Running the Asylum”. He had used this concept, though, since 1975. Personas are a usability evaluation method that can be used at various design stages. The most typical time to create personas is at the beginning of designing in order to allow designers to get an idea of who the users of their product will be. Personas are the archetypes that represent actual groups of users and their needs, which can be a general description of person, context, or usage scenario. This technique turns marketing data on target user population into a few physical concepts of users to create empathy among the design team.



## **The second Copernican revolution in the Anthropocene: an overview**

**Ignacio Ayestaran**

Department of Philosophy, University of the Basque Country (UPV/EHU)  
Avenida Tolosa, 70  
20018 - Donostia/San Sebastián (Spain)  
E-mail: ignacio.ayestaran@ehu.es

### **Abstract**

This article explores three recent courses in the global study of sustainability on the Earth. The first section is an overview of the *Global Environment Outlook 4: Environment for Development (GEO-4)* report, which summarizes the radical and unsustainable transformations developed in the interaction between the biosphere and the noosphere during the last twenty years. The second section presents the Hilbertian program of the Earth System Science proposed by Paul J. Crutzen and Hans Joachim Schellnhuber. They have explained that, due to the human action, we are living in an emerging geological and historical epoch: the Anthropocene. This presupposes a methodological challenge, called by the authors “the second Copernican revolution”. Finally, the third section links this challenge to environmental ethics through the description of the work of Hans Jonas and Tongjin Yang.

**Keywords:** Anthropocene, Copernican Revolution, Earth System Science, Environmental Ethics

## **1 A global outlook from the noosphere: from the Brundtland Commission to the GEO-4 report**

In the 1920s Vladimir Ivanovich Vernadsky noted that humankind taken as a whole is becoming a mighty geological force (Samson and Pitt 1999). According to the Russian geochemist, the biosphere became a real geological force that is changing the face of the Earth, and the biosphere is changing into the noosphere. ‘This new state of the biosphere, which we approach without our noticing, is the noosphere’ (Vernadsky 2005, p. 19). In Vernadsky’s interpretation, the noosphere is a new evolutionary stage of the biosphere, when human reason will provide further sustainable development both of humanity and the global environment. Owing to the technology and scientific thought, the noosphere has developed a new point of view on Earth. In Vernadsky’s terms: “All this is the result of ‘cephalisation’, the growth of man’s brain and the work directed by his brain” (Vernadsky 2005, p. 19). As a result of the emerging and technological noosphere, human brains and hands have altered the surface of the Earth:

«We are living in a brand new, bright geological epoch. Man, through his labour -and his conscious relationship to life- is transforming the envelope of the Earth, the geological region of life, the biosphere. Man is shifting it into a new geological state: Through his labour and his consciousness, the biosphere is in a process of transition to the noosphere» (Vernadsky 2000-2001, p. 22).

In this new planetary phase, the modern human being accelerates certain geological processes and changes the morphological composition on Earth. For the first time in the history of the Earth, the human being colonized its whole surface and humankind became a single totality in the life of the Earth. Humankind taken as a whole ‘is becoming a mighty geological force’ (Vernadsky 2005, p. 19), where the noosphere is the last of many stages in the evolution of the biosphere in geological history.

In 1987 the noosphere made an international call for the sustainable development, when the World Commission on Environment and Development (the Brundtland Commission) published a global report -*Our Common Future*- that analysed the links between development and environment, and challenged policy-makers to consider the global interrelationships among environment, economic and social issues. The report examined emerging global challenges in six issues: population and human resources, food security, species and ecosystems, energy, industry, and urbanization. The Brundtland Commission recommended institutional and legal changes in six broad areas to address these challenges: getting at the sources, dealing with the effects, assessing global risks, making informed choices, providing the legal means, and investing in our future. The report of the Brundtland Commission defined sustainable development internationally as “development that meets the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their own needs” (World Commission on Environment and Development 1987, p. 8). The commission further explained that, “the concept of sustainable development implies limits – not absolute limits but limitations imposed by the present state of technology and social organization on environmental resources and by the ability

of the biosphere to absorb the effects of human activities”.

In 2007 the United Nations Environment Programme published the *Global Environment Outlook 4: Environment for Development (GEO-4)* report 20 years after the Brundtland Commission produced its seminal work. This work is the most comprehensive UN report on the environment, prepared by about 390 experts and reviewed by more than 1,000 others across the world. The GEO-4 report assesses the current state of the global atmosphere, land, water and biodiversity, describes the changes since 1987, and identifies priorities for action. It examines institutional developments and changes in thought since the mid-1980s, and explores the relationships involving environment, development and human well-being. This inquiry reviews major environmental, social and economic trends, and their impacts on environment and human well-being, and provides options to help achieve sustainable development.

According to GEO-4, over the past 20 years, the international community has cut, by 95 per cent, the production of ozone-layer damaging chemicals; created a greenhouse gas emission reduction treaty along with innovative carbon trading and carbon offset markets; supported a rise in terrestrial protected areas to cover roughly 12 per cent of the Earth, and devised numerous important instruments covering issues from biodiversity and desertification to the trade in hazardous wastes and living modified organisms. But today humanity uses the equivalent of 1.3 planets to provide the resources we use and absorb our waste. This means it now takes the Earth one year and four months to regenerate what we use in a year. Moderate UN scenarios suggest that if current population and consumption trends continue, by the mid 2030s we will need the equivalent of two Earths to support us. And of course, we only have one: one planet and many people. One world and many issues: GEO-4 recalls the Brundtland Commission’s statement that the world does not face separate crises: the environmental crisis, the development crisis and the energy crisis are all one. In this way, among the critical points that GEO-4 identifies are:

1- Atmosphere and energy:

There is now visible evidence of the impacts of climate change, and consensus that human activities have been decisive in the warming observed so far: global average temperatures have risen by about 0.74°C since 1906. A best estimate for this century’s rise is expected to be between a further 1.8°C and 4°C. Feedbacks such as permafrost melting and increased water vapour may increase that range. Some scientists believe a 2°C increase would be a threshold beyond which the threat of major and irreversible damage becomes more plausible.

Ice cores show that the levels of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and methane (CH<sub>4</sub>) are now far outside their ranges of natural variability over the last 500,000 years: the Earth’s climate has entered a state unparalleled in recent prehistory. The average temperatures in the Arctic are rising twice as rapidly as in the rest of the world. Sea-level rise caused by thermal expansion of water and the melting of glaciers and ice sheets will continue for the foreseeable future, with potentially huge consequences: over 60 per cent of people worldwide live within 100 kilometres of the coast, and millions will have to move elsewhere.

Energy patterns and mass transport are not sustainable. While energy use per unit of wealth created has fallen in the developed world since Brundtland by an average of 1.3 per cent annually, economic growth has outpaced this improvement. Shipping and aviation are increasing globally and the present trends do not favour greenhouse gas stabilisation. Aviation saw an 80 per cent increase in distances flown between 1990 and 2003, while shipping rose from 4 billion tonnes of goods loaded in 1990 to 7.1 billion tonnes in 2005: each sector makes huge and increasing energy demands.

## 2- Water:

Climate change, human use of water and aquatic ecosystems, and persistent overfishing are all influencing the world's water and aquatic resources. The oceans are the main regulator of the climate and absorb massive quantities of greenhouse gases. But, the changes they are now undergoing are affecting Arctic temperatures and ice (in this region the temperature rise is 2.5 times the global average), ocean salinity, precipitation (rain, sleet and snow) and extreme weather, including droughts, floods and cyclones. More intense and longer periods of droughts have been observed in the Mediterranean, Southern Africa and parts of Southern Asia. The reduced rainfall in the Sahel has been attributed to ocean surface temperature changes. For several decades the Greenland ice sheet has been melting faster than new ice is being formed, permafrost is thawing faster and Arctic rivers freeze for shorter periods in winter.

Available freshwater resources are declining: by 2025, 1.8 billion people will live in countries with absolute water scarcity. Irrigation already takes 70-80 per cent of water from streams and groundwater, yet meeting the Millennium Development Goal on hunger will mean doubling food production -and therefore water use by crops- by 2050. Of the world's major rivers, 10 per cent fail to reach the sea for part of each year because of upstream demands for irrigation. Aquatic ecosystems are losing their capacity to provide fresh water, food and other services. Human activities mean water quality is declining too, polluted by microbial pathogens and excessive nutrients. There is rising concern about the potential impacts, on aquatic ecosystems, of personal care products and pharmaceuticals like painkillers and antibiotics. In developing countries three million people die annually from water-borne diseases, most of them under five years old. An estimated 2.6 billion people today lack improved sanitation facilities. By 2025, water withdrawals are predicted to have risen by 50 per cent in developing countries and by 18 per cent in the developed world. Globally, contaminated water remains the greatest single cause of human disease and death. Controlling sediments, pesticides and endocrine disruptors is proving increasingly difficult.

Marine fish catches are being maintained only by fishing ever further offshore and at deeper levels (devastating some species very quickly), and increasingly further down the food chain. Fish consumption has been more than tripled from 1961 to 2001. The demand for fish, to meet population growth, is expected to increase by about 1.5 per cent annually in the coming decade. Subsidies have created excess fishing capacity, estimated at 250 per cent more than is needed to catch the oceans' sustainable production. Exploitation of West Africa's fish by Russian, Asian

and European Union fleets increased six fold from the 1960s to the 1990s. The license fees paid to the countries concerned is only 7.5 per cent of the value of their fish once it has been processed. Due to this over-exploitation, which affects livelihoods, many coastal West African artisanal fishers are now migrating to some of the regions that are exploiting their resources.

### 3.- Land, food and pollution:

Population growth, economic development and global markets are driving land use change at an unprecedented rate. Since 1987, the expansion of cropland has slackened, but land-use intensity has increased dramatically. The average farmer then produced 1 tonne: output is now 1.4 tonnes. A hectare of cropland, which then yielded on average 1.8 tonnes, now produces 2.5 tonnes. Unsustainable land use is causing degradation, a threat as serious as climate change and biodiversity loss. It affects human well-being, through pollution, soil erosion, nutrient depletion, water scarcity, salinity, and disruption of biological cycles. The food security of two-thirds of the world's people depends on fertilisers, especially nitrogen. Poor people suffer disproportionately from the effects of land degradation, especially in the drylands (which support some 2 billion people). Damaged soils release organic carbon: land use change has caused about a third of the increase in atmospheric CO<sub>2</sub> over the last 150 years. Loss of nutrients means less productive soils in many tropical and sub-tropical uplands, endangering food security.

Chemical contamination takes many forms, and is likely to increase: more than 50,000 compounds are used commercially, hundreds more are added annually. Global chemical production is projected to increase by 85 per cent over the next 20 years. The food security of two-thirds of the world's people depends on fertilizers, especially nitrogen. Nutrients running off farmland increasingly cause algal blooms, and sometimes affect whole ecosystems (such as in the Gulf of Mexico and the Baltic Sea) through hypoxia (dead zones without oxygen). Likewise, acid rain is now much less a problem in Europe and North America, but more challenging in such countries as Mexico, India and China.

A third of Mediterranean Europe is susceptible to desertification, along with 85 per cent of US rangelands. Degradation and poverty reinforce one another. Dryland developing countries lag in human development terms. For example, their average infant mortality rate (54 per thousand) is 23 per cent above that in other developing countries and 10 times that of industrialized countries. There are competing claims for land. Water scarcity undermines development, health and ecosystems. By 2030 developing countries will probably need 120 million more hectares to feed themselves. Population growth and the continued shift from cereal to meat consumption mean food demand will increase to 2.5-3.5 times the present scenario.

### 4.- Biodiversity and unequal world:

Current biodiversity changes are the fastest in human history. Species are becoming extinct a hundred times faster than the rate shown in the fossil record. It is feasible that extinction rates will increase to the order of 1,000-10,000 times background rates over the coming decades. Of the major vertebrate groups that have been assessed comprehensively, over 30 per cent of

amphibians, 23 per cent of mammals and 12 per cent of birds are threatened. Populations of freshwater vertebrates declined on average by nearly 50 per cent from 1987 to 2003, much faster than terrestrial or marine species. Of some 270,000 known species of higher plants about 10,000-15,000 are edible, and about 7,000 of them are used in agriculture. However, increased globalization threatens to diminish the varieties that are traditionally used in most agricultural systems. For example, only 14 animal species currently account for 90 per cent of all livestock production, and only 30 crops dominate global agriculture, providing an estimated 90 per cent of the calories consumed by the world's population. Of the ecosystem services examined by the Millennium Ecosystem Assessment, 60 per cent are being degraded or used unsustainably. With biological diversity, cultural diversity is rapidly being lost, mainly for the same reasons. Over half the world's 6,000 languages are endangered, and some believe up to 90 per cent of all languages may not survive this century.

The world has changed radically since 1987, economically, environmentally, socially and politically. Population has increased by almost 34 per cent, trade is almost three times greater, and average income per head has gone up by about 40 per cent. In developing countries, extreme poverty (those living on less than US\$1/day) fell from 28 per cent in 1990 to 19 per cent in 2002: actual numbers decreased from 1.2 billion to just over 1 billion in 2002. Consumption has been growing faster than population, but unequally: the total annual income of nearly 1 billion people, the population of the richest countries, is almost 15 times that of the 2.3 billion people in the poorest countries. The world is shrinking and there are fewer resources to share: the amount of land per capita is about a quarter of what it was a century ago, and is expected to fall to about one-fifth of the 1900 level by 2050. Urbanization is another significant pressure: by 2025 coastal populations alone are expected to reach six billion. The year 2007 is the first in human history when more than half of all people live in cities.

## **2 The Anthropocene and the Hilbertian program for Earth System Science**

The GEO-4 report presents an assessment of the interlinkages within and between the biophysical components of the Earth system. Our planet functions as a system: atmosphere, land, water, biodiversity and human society are all linked in a complex web of interactions and feedbacks. Environment and development challenges are interlinked across thematic, institutional and geographic boundaries through social and environmental processes. Environmental change and development challenges are caused by the same sets of drivers. They include population change, economic processes, scientific and technological innovations, distribution patterns, and cultural, social, political and institutional processes -all elements of the noosphere-. Due to the complexity of human-ecological systems, one form of human activity can cause several reinforcing environmental effects and affect human well-being in many ways. Emissions of carbon dioxide, for example, contribute both to climate change and to acidification of oceans. In addition, land, water and atmosphere are linked in many ways, particularly through the carbon, nutrient and water cycles, so that one form of change leads to another. Examining

these interlinkages, biophysical and social systems are dynamic, and characterized by thresholds, time-lags and feedback loops. Thresholds are common in the Earth system, and represent the point of sudden, abrupt, or accelerating and potentially irreversible change triggered by natural events or human activities. Owing to the complexity of this web of interactions and feedbacks, the biophysical and social systems also have the tendency to continue to change, even if the forces that caused the initial change are removed (United Nations Environment Programme 2007, pp. 362-375).

In this interplay between the biosphere and the noosphere, it is clear that the global metabolism and the global anatomy are changing on the Earth. The global metabolism (the cycling of essential elements, including carbon, nitrogen, phosphorus and sulphur) and the global anatomy (the landscape textures of the habitable continents) are largely a product of socioeconomic action. This can be perceived as the latest step on the grand co-evolutionary ladder of entwined transitions of information and environment, since global industrialization has induced the transition into the “Anthropocene” (Lenton, Schellnhuber and Szathmary 2004). Some scientists have employed this term to describe the most recent period in the Earth’s history, because of the anthropogenic disturbances.

The term was coined in 2000 by the scientist Paul Crutzen (Crutzen and Stoermer 2000, Crutzen 2002), a Nobel Prize winner for his work on the ozone layer. In this task, he has explored Vernadsky’s noosphere -the world of thought- “to mark the growing role of human brain-power in shaping its own future and environment” (Crutzen 2002). Thus, Crutzen has assigned the word “Anthropocene” to the present, in many ways human-dominated, geological epoch, supplementing the Holocene, the warm period of the past 10-12 millennia. The Anthropocene started in the latter part of the eighteenth century, when analyses of air trapped in polar ice show the beginning of growing global concentrations of carbon dioxide and methane. This date also coincides with James Watt’s design of the steam engine in 1784. Recently, a group of 21 researchers from the Stratigraphy Commission of the Geological Society of London has applied Crutzen’s criteria. They have concluded that, since the start of the Industrial Revolution, sufficient global evidence has emerged of stratigraphically significant change for recognition of the Anthropocene as a new geological epoch, distinct from that of the Holocene (Zalasiewicz et al. 2008).

All these facts and data imply a new science paradigm. The study of the Earth system and the Anthropocene needs a new and global scientific program to develop a sustainable noosphere. In 1900 David Hilbert proposed a monumental program for the advancement of mathematics in the twentieth century at the World Conference for Mathematics in Paris. This program basically consisted of a rather eclectic list of 23 problems to be solved by the scientific community. Few years ago, the international Earth system science community has formulated their own Hilbertian program (Schellnhuber and Sahagian 2002, p. 21; Clark, Crutzen and Schellnhuber 2004, pp. 8-14; Schellnhuber, Crutzen, Clark and Hunt 2005), which lists 23 crucial questions that need to be addressed for global sustainability. The Hilbertian program for the advancement of Earth

system understanding in the (first decades of the) twenty-first century emerged from an extended email conference organized in 2001 by GAIM (Sahagian and Schellnhuber 2002) -the transdisciplinary think-tank of the International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP). The list of questions was arranged in four blocks emphasizing analytical, methodological, normative, and strategic questions, respectively:

A- Analytical questions:

1. What are the vital organs of the ecosphere in view of operation and evolution?
2. What are the major dynamical patterns, teleconnections, and feedback loops in the planetary machinery?
3. What are the critical elements (thresholds, bottlenecks, switches) in the Earth System?
4. What are the characteristic regimes and timescales of natural planetary variability?
5. What are the anthropogenic disturbance regimes and teleperturbations that matter at the Earth-system level?
6. Which are the vital ecosphere organs and critical planetary elements that can actually be transformed by human action?
7. Which are the most vulnerable regions under global change?
8. How are abrupt and extreme events processed through nature-society interactions?

B- Operational questions:

9. What are the principles for constructing “macroscopes”, i.e., representations of the Earth system that aggregate away the details while retaining all systems-order items?
10. What levels of complexity and resolution have to be achieved in Earth System modelling?
11. Is it possible to describe the Earth System as a composition of weakly coupled organs and regions, and to reconstruct the planetary machinery from these parts?
12. What might be the most effective global strategy for generating, processing and integrating relevant Earth System data sets?
13. What are the best techniques for analyzing and possibly predicting irregular events?
14. What are the most appropriate methodologies for integrating natural science and social science knowledge?

C- Normative questions:

15. What are the general criteria and principles for distinguishing non-sustainable and sustainable futures?
16. What is the carrying capacity of the Earth?



17. What are the accessible but intolerable domains in the co-evolution space of nature and humanity?
18. What kind of nature do modern societies want?
19. What are the equity principles that should govern global environmental management?

D- Strategic questions:

20. What is the optimal mix of adaptation and mitigation measures to respond to global change?
21. What is the optimal decomposition of the planetary surface into nature reserves and managed areas?
22. What are the options and caveats for technological fixes like geoengineering and genetic modification?
23. What is the structure of an effective and efficient system of global environment and development institutions?

### **3 The second Copernican revolution and post-Kantian environmental ethics**

The Hilbertian program for Earth System Science reflects an emerging paradigm: the second Copernican revolution. In 2001, delegates from more than 100 countries participating in the four major international research programs on global environmental change endorsed the “Amsterdam Declaration”, which formally established the “Earth System Science Partnership” and set the stage for a second Copernican revolution (Clark, Crutzen and Schellnhuber 2004).

Optical magnification instruments once brought about the Copernican revolution that put the Earth in its correct astronomical place. Today, some 500 years after Nikolaus Copernicus, sophisticated information-compression techniques including simulation modelling are now ushering in a second Copernican revolution (Schellnhuber 1999). The latter revolution is in a way a reversal of the first: it enables us to look back on our planet to perceive one single, complex, dissipative, dynamic entity, far from thermodynamic equilibrium. Such revolution strives to understand the Earth system as a whole and to develop, on this cognitive basis, concepts for global environmental management. From this new perspective, our planet is a global network of living information, provided by real, virtual, and global interfaces between the biosphere and the noosphere. In this geopolitical interplay toward a sustainable scenario, we, women and men, should not use the *global* (world-teletechnologies) to exploit the *real* (raw materials, environmental resources) to obtain the *virtual* (financial speculation). We must use the *virtual* (mathematics, software, biocomputing, Internet) to measure the *real* (biogeochemical-physical) to obtain the *global* (ecological economics and human ecology in Gaia, our planet) (Ayestaran 2005, 2006 and 2007).

The concept of this novel Copernican revolution is rooted in the original one, yet transcends it in

several crucial ways (Clark, Crutzen and Schellnhuber 2004, p. 7):

1. The scientific eye is re-directed from outer space to our “living Earth”, which operates as one single dynamical system far from the thermodynamic equilibrium characterizing “dead” planets like Venus.
2. Scientific ambition is re-qualified by fully acknowledging the limits of understanding as highlighted by the notorious uncertainties associated with nonlinearity, complexity, and irreproducibility.
3. The scientific ethos is re-balanced by accepting that knowledge generation is inextricably embedded in the cultural-historical context. The research community becomes part of its own riddles, the research specimens become part of their own explanations, and co-production becomes the normal way of coping with the cognitive challenges of a changing Earth.

The first Copernican revolution placed our planet in its correct astrophysical context. A second Copernican revolution is underway that places humanity in its appropriate environmental nexus (Miller 2003). The sustainability of the geobiosphere now is seen to be inseparably bound up with human development in a global and symbiotic system -as Lynn Margulis (1998) has put it, we live on a symbiotic planet. The essence of a second Copernican revolution, therefore, is the recognition of and respect for the unalterable symbiotic relationship between humanity’s future well-being and the integrity of those environmental processes that are requisite for sustaining the future. This presupposes an epistemic and cognitive challenge, both in science and philosophy, because it implies a revolution for the sustainability of the noosphere.

The second Copernican revolution entails a second Enlightenment with regard to sustainable noosphere. To illustrate this, let us choose a normative consideration directly related to the Question 15 of the Hilbertian program (“What are the general criteria and principles for distinguishing non-sustainable and sustainable futures?”) and partially related to the Question 19 (“What are the equity principles that should govern global environmental management?”), and let us apply to the realm of the old Copernican ethics, for instance, the case of Immanuel Kant. The thinker of Königsberg has been read, often inadvertently, as a kind of Copernican revolution or hypothesis in modern philosophy (Miles 2006). The preface to the second edition of the *Critique of the Pure Reason (Kritik der reinen Vernunft)* contains a reference to the “original thought” of Copernicus -“der erste Gedanke des Copernicus”- (KrV, B XVI). He himself described his philosophy as “analogisch” to that of Copernicus (KrV, B XXII). In the last third of the eighteenth century, Kant placed the human subject in the enlightened centre of the epistemic and moral universe, and formulated his universal categorical imperatives in a Galilean or Newtonian-like way. Later, in the last third of the twentieth century, Hans Jonas revisited the formulation of the categorical imperatives, especially when Kant said in the *Groundwork for the Metaphysics of Morals*: “Act so that you *can* will that the maxim of your action be made the principle of a universal law” (Jonas 1984, pp. 10-11).

Jonas examined the Kantian imperative in the context of ecology and the future of the Earth. The “can” invoked by Kant is that of actual reason and its consistency with itself. The “I *can* will” or “I *cannot* will” expresses logical compatibility or incompatibility imagined as a general practice of a community of human agents (acting rational beings), where the action must be such that it can without self-contradiction be imagined for that community. But there is no self-contradiction in the thought that the present generations would be bought with the unhappiness or even non-existence of later ones. From the Kantian formulation, the non-existence or unhappiness of the later generations may be bought with the existence or happiness of the present generations, against the aim of the sustainable development. Kant’s categorical imperative is for the present logic, but it is unable to speak about the future Earth system and the next generations. For that reason Jonas proposed a new kind of categorical imperative:

“An imperative responding to the new type of human action and addressed to the new type of agency that operates it might run thus: ‘Act so that the effects of your action are compatible with the permanence of genuine human life’; or expressed negatively: ‘Act so that the effects of your action are not destructive of the future possibility of such life’; or simply: ‘Do not compromise the conditions for an infinite continuation of humanity on Earth’; or, again turned positive: ‘In your present choices, include the future wholeness of Man among the objects of your will’” (Jonas 1984, p. 11).

Jonas’ imperatives replenish the Kantian ethical vacuum taking a long-term perspective with regard to intergenerational equity. This sort of sustainable ethics includes in origin the philosophy of the second Copernican revolution and the Hilbertian program for Earth System Science. The first Copernican-Kantian revolution was for the present transcendental subjects, but not for the future vulnerable subjects on Earth. Beyond Kant, Jonas has placed the subject of ethics in the interlinkage between the biosphere and the noosphere, and has gone further into biophysical and societal interlinkages that offer opportunities for more effective policy responses, according to the Question 15. Therefore, this incipient ethics proposes new dimensions for the imperative of human responsibility in the search of the future of humankind and nature. Moreover, we may extend Jonas’ proposal related to the sustainable future regarding three ethical demands: the need for environmental justice among the present generation (especially to eliminate absolute poverty), the need to care for future generations, and the need to live harmoniously with nature (Yang 2000 and 2006). Though there are many debates about the philosophical foundations of this sort of global environmental ethics, there is much consensus at three normative areas (Yang 2000):

1. *Principle of environmental justice*: Environmental justice is the minimum ethical stance of environmental ethics. There are two dimensions to environmental justice. Distributive environmental justice concerns the equal distribution of environmental benefits and burdens, whereas participatory environmental justice focuses on opportunities to participate in decision-making.
2. *Principle of intergenerational equality*: The principle of intergenerational equality is an

extension of that of equality. Equal rights constitute the core of the principle of equality. The rights to life, liberty and happiness are basic human rights shared by everyone, future generations as well as the present generation.

3. *Principle of respect for nature*: We have a duty to conserve and protect the integrity of the ecosystem and its biodiversity. The prosperity of human beings depends on the prosperity of nature. Human beings are part of nature, and the human economy is a sub-system of nature's economy; the former must fit into the latter and abide by the laws of the latter.

Thus, we have a call for Jonas' imperative of responsibility through three principles: the principle of environmental justice, the principle of intergenerational justice, and the principle of respect for nature. These ethical principles offer a partial answer to normative Question 19. In order to address a complete answer, they require an implementation within a "triple bottom (or top) line" framework, besides the democratic appeal of including all stakeholders in the light of the Hilbertian program and the second Copernican revolution, in the spirit of the sustainable noosphere, in the matter of the future biosphere. Likewise, in the eighteenth century the Age of the Enlightenment was *Aufklärung, le siècle des Lumières*, the century of the lights, but, today, in the century of the electric and electronic lights, the Age of the Anthropocene requires a second Enlightenment, a renewed and renewable Enlightenment highlighting sustainability. Kant brought to light an idea for a universal history from a cosmopolitan point of view. Now an idea for a planetary history from a sustainable point of view comes to light in the noosphere of the Anthropocene.

## **Bibliographical references**

- Avestaran, Ignacio 2005: "The Living Republic. From genetic information to globalising symbiotic planet". In: Gerhard Banse (ed.), *Neue Kultur(en) durch Neue Medien(?) Das Beispiel Internet*. Berlin: Trafo, 2005, pp. 167-174.
- Avestaran, Ignacio 2006: "Homo Complex - Information and community in a global ecology". In: Nicanor Ursua and Andreas Metzner-Szigeth (eds.), *Netzbasierte Kommunikation, Identität und Gemeinschaft / Net-Based Communication, Identity and Community*. Berlin: Trafo, 2006, pp. 145-158.
- Avestaran, Ignacio 2007: "Die Ethik der globalen Nachhaltigkeit". In: *Generation Gerechtigkeit - Stiftung für die Rechte zukünftiger Generationen*, Vol. 1 (2007), pp. 22-29.
- Clark, William C.; Crutzen, Paul J.; and Schellnhuber, Hans Joachim 2004: "Science for global sustainability. Toward a new paradigm". In: Hans Joachim Schellnhuber, Paul J. Crutzen, William C. Clark, Martin Claussen and Hermann Held (eds.), *Earth System Analysis for Sustainability: Report on the 91st Dahlem Workshop*. Cambridge, Mass., & London: The Massachusetts Institute of Technology Press & Dahlem University Press, 2004, pp. 1-25.
- Crutzen, Paul J. 2002: "Geology of Mankind". In: *Nature*, Vol. 415 (2002), p. 23.
- Crutzen, Paul J. and Stoermer, Eugen F. 2000: "The 'Anthropocene'". In: *IGBP Newsletter*, Vol. 41 (2002), pp. 12-13.
- Kant, Immanuel 1998: *Critique of Pure Reason*. Translated by Paul Guyer and Allen W. Wood. Cambridge, U.K.:

- Cambridge Univ. Press.
- Kant, Immanuel 2002: *Groundwork for the Metaphysics of Morals*. Translated by Arnulf Zweig. Oxford & New York: Oxford University Press.
- Jonas, Hans 1984: *The Imperative of Responsibility: In Search of an Ethics for the Technological Age*. Translated by Hans Jonas and David Herr. Chicago & London: The Chicago University Press.
- Lenton, Timothy M.; Schellnhuber, Hans Joachim; and Szathmáry, Eörs 2004. "Climbing the co-evolutionary ladder". In: *Nature*, Vol. 431 (2004), p. 913.
- Margulis, Lynn 1998: *Symbiotic Planet. A New Look at Evolution*. New York: Basic Books.
- Miles, Murray 2006: "Kant's 'Copernican Revolution': toward rehabilitation of a concept and provision of a framework for the interpretation of the Critique of Pure Reason". In: *Kant Studien*, Vol. 97, Issue 1 (2006), pp. 1-32.
- Miller, Fred P. 2003: "Natural resources management and the Second Copernican Revolution". In: *Journal of Natural Resources and Life Sciences Education*, Vol. 32 (2003), pp. 43-51.
- Samson, Paul R.; and Pitt, David (eds.) 1999: *The Biosphere and Noosphere Reader: Global Environment, Society and Change*. London & New York: Routledge.
- Schellnhuber, Hans Joachim 1999. "'Earth system' analysis and the Second Copernican Revolution". In: *Nature*, Vol. 402 (1999), pp. C19-C23.
- Schellnhuber Hans Joachim; Crutzen, Paul J.; Clark, William C. and Hunt, Julian 2005: "Earth system analysis for sustainability". In: *Environment*, Vol. 47, Issue 8 (2005), pp. 10-25.
- Schellnhuber, Hans Joachim, and Sahagian, Dork 2002: "The twenty-three GAIM questions". In: *Global Change Newsletter*, Vol. 49 (2002), pp. 20-21.
- United Nations Environment Programme 2007: *Global Environment Outlook 4 - Environment for Development (GEO-4)*. Valletta, Malta: UNEP/Progress Press Ltd.
- Vernadsky, Vladimir Ivanovich 2000-2001: "Problems of biogeochemistry II: The fundamental matter-energy difference between the living and the inert natural bodies of the biosphere". Translated from the Russian by Jonathan Tennenbaum and Rachel Douglas. In: *21st Century. Science & Technology*, Vol. 13, Issue 4 (2000-2001), pp. 20-39.
- Vernadsky, Vladimir Ivanovich 2005: "Some words about the noosphere". Translated from the Russian by Rachel Douglas. In: *21st Century. Science & Technology*, Vol. 18, Issue 1 (2005), pp. 16-21.
- World Commission on Environment and Development 1987: *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press.
- Yang, Tongjin 2000: *Toward a Deep Environmentalism: the Basic Ideas of Environmental Ethics*. Chengdu: Sichuan People's Press.
- Yang, Tongjin 2006: "Towards an egalitarian global environmental ethics". In: Henk A. M. J. ten Have (ed.), *Environmental Ethics and International Policy*. Paris: UNESCO, pp. 23-45.
- Zalasiewicz, Jan; et al. 2008: "Are we now living in the Anthropocene?". In: *GSA Today*, Vol. 18, Issue 2 (2008), pp. 4-8.