

Innovación y Ciencia

Volumen XV • N° 3 • 2008 • Tarifa postal reducida 2008-194 • Colombia \$12.000

Año internacional del planeta Tierra

Contexto: planeta Tierra
Cultura y medio ambiente
Investigación
Nuevas tecnologías



[*áce-áce*]

Es una entidad sin ánimo de lucro,
fundada el 9 de octubre de 1970,
que trabaja por el fomento de la
Ciencia y la Tecnología como base
del desarrollo social.

ACAC desarrolla diversos programas
cuyos fines son

integrar a la comunidad científica

y reforzar su compromiso con el
estudio de los problemas del país,

difundir el conocimiento científico,

promover y apoyar la

investigación Científica y Tecnológica

e impulsar programas de apropiación social
de Ciencia y tecnología.

Correo electrónico acac@acac.org.co

www.acac.org.co

REVISTA INNOVACIÓN Y CIENCIA
VOLUMEN XV N° 3

PUBLICACIÓN DE:

Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia - ACAC

JUNTA DIRECTIVA ACAC

Eduardo Posada Flórez

Raúl Joya O.

Rubén Ardila A.

Guillermo Hoyos V.

Carlos Corredor P.

Marcelo Riveros R.

Elena Stanshenko

Horacio Torres S.

Helena Groot

Centro Internacional de Entrenamiento e Investigaciones Médicas - CIDIM

Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - Accefyn

Centro Interactivo Maloka

PRESIDENTE

Eduardo Posada F.

DIRECTORA EJECUTIVA

Carmen Helena Carvajal López

COORDINACIÓN EDITORIAL

Germán Cubillos Alonso

ASISTENTE EDITORIAL

María Carolina Suárez S.

COMITÉ EDITORIAL

Eduardo Posada F.

Carmen Helena Carvajal

Carlos Corredor P.

Guillermo Hoyos

Andrés Pérez

Horacio Torres S.

Elizabeth Castañeda

CONSEJO EDITORIAL INTERNACIONAL

León Lederman

Isabel Llano

Rodolfo Llinás

PRODUCCIÓN DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Editorial El Malpensante

CORRECCIÓN DE ESTILO

Guillermo Díez

FOTOGRAFÍA

Eduardo Carvajal

Autores y Banco de Imágenes

IMPRESIÓN

Panamericana Formas e Impresos

COMERCIALIZACIÓN

Departamento de Mercadeo de ACAC

DISTRIBUCIÓN

Distribuidora Unidas



CARÁTULA

Moléculas • Vjeran Lisjak

Innovación y Ciencia es la revista de divulgación científica y tecnológica de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, ACAC.

DERECHOS RESERVADOS

Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización expresa del Comité Editorial. La publicación no es responsable legal del contenido de la publicidad de cada edición.

Los conceptos expresados en los artículos no reflejan necesariamente la opinión de los editores.

Resolución Ministerio de Gobierno No. 5447 del 9 de octubre de 1992

ISSN 0121-5140

Tarifa postal reducida No. 2008- 194 de Servicios Postales Nacionales

Vence: 31 de diciembre de 2008

ACAC Calle 44 N° 45-67, Unidad Camilo Torres Bloque C, Módulo 3

Teléfonos: 3150734 – 3155900

Fax: 2216950

Email: innovacionyciencia@acac.org.co

Bogotá, D.C. – Colombia

Precio de venta al público: \$12.000

Suscripción (4 números al año): \$45.000 para Bogotá,

\$50.000 fuera de Bogotá

EDITORIAL

8

CONTEXTO: PLANETA TIERRA



Manifiesto sobre el papel de la ciencia y el arte ante el cambio global

12

I Foro Internacional "Saberes para el Cambio", enero de 2008, Universidad Internacional de Andalucía, Sevilla, España. Fuente: Disponible en: www.tendencias21.net/Manifiesto-sobre-el-papel-de-la-Ciencia-y-el-arte-ante-el-cambio-global_a2077.html



La Tierra es un invernadero

16

ALBERTO MENDOZA MORALES

El planeta Tierra es un invernadero. Administrarlo es un problema humano, geográfico y ecológico. El tema es científico-empresarial y académico-pedagógico. Manejarlo corresponde a la noosfera, a la inteligencia humana.



El huracán

19

DANIEL VIDART

Katrina y Rita, esas hermanas asesinas cuyo azote destruyó vidas y haciendas en el sur de EE. UU, no han llegado solas y de la mano, como airadas y aéreas mensajeras de la muerte. Son apenas dos eslabones de una larga cadena de catástrofes que vienen desde el fondo de los tiempos y caminan con una sola pierna en los espacios del mundo caribeño.

CULTURA Y MEDIO AMBIENTE

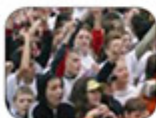


Relación de las culturas amazónicas con su territorio

26

FABIOLA MEJÍA BARRAGÁN

Este artículo está enfocado al análisis de la cultura y la importancia que ésta tiene en la visión y la manera de relacionarse del hombre con la naturaleza. Siendo el impacto ambiental de magnitud global, las alternativas a este fenómeno deben buscarse no sólo en la tecnología sino en las diferentes perspectivas culturales que han permitido de una u otra forma generar estos cambios. A partir del análisis de la cultura amazónica Makuna en especial, se tratarán de identificar las diferentes percepciones y formas de relación hacia la naturaleza, con el fin de buscar en ellas nuevas opciones y, por que no, nuevos paradigmas que permitan aportar una real solución del problema ambiental que hoy enfrenta la humanidad a lo largo del planeta.



Desarrollo: ¿sostenible o no?

32

GUNTER TRAPP

Se analizan las causas, características y consecuencias del actual desarrollo, basado en el crecimiento. Su continuación precipitará en nuestro siglo XXI una profunda crisis global. Evitar el colapso requiere una nueva revolución, acaso más profunda que el invento de la agricultura y la Revolución Industrial: cambiar el paradigma del crecimiento por el del equilibrio.



Gaia: la quinta piel. Una metáfora ambiental

PABLO GARZÓN

CELSO ROMÁN

La Fundación Taller de la Tierra presenta un ejemplo de su perspectiva pedagógica, dirigida a docentes de Básica Primaria. Se propone una visión integral del entorno, a partir de la hipótesis Gaia –nombre de la diosa griega de la Tierra–, del científico inglés James Lovelock, según la cual el planeta se comporta como un organismo viviente, donde los seres humanos somos la conciencia planetaria. A esta aproximación se suma la metáfora de las Cinco Pielés, del artista austriaco Friedrich Hundertwasser, quien propone una relación del ser humano desde la epidermis, el vestido, la casa y el entorno inmediato, hasta el planeta. Esta propuesta se apoya en el arte, la literatura, la ciencia y el juego como elementos integradores para la construcción de conocimiento escolar. A partir del cuento se sugieren actividades que propicien la afinación de los sentidos y la percepción, el desarrollo del lenguaje y la argumentación, en la perspectiva de la apropiación amorosa de los entornos naturales, sociales y culturales.

42



Naturalmente humano: los ecosistemas emergentes y la gestión de una nueva naturaleza

GERMÁN IGNACIO ANDRADE

La amplia irrupción planetaria de nuevos arreglos de especies y configuraciones de ecosistemas conlleva enormes retos para la conservación de la biodiversidad. Una vez la humanización del planeta ha alcanzado límites insospechados, surge la pregunta de si podrán los nuevos ecosistemas ser gestionados con base en los anteriores paradigmas de la conservación. El limitado control humano sobre las consecuencias de su propia acción, manifiesto en la nueva dinámica de los ecosistemas, disminuye el potencial creador de la cultura y la capacidad para mantener los servicios de la naturaleza. En medio del cambio surge además una nueva idea de naturaleza, recreada en un contexto de extinción de especies, homogeneización ecológica y pérdida de diversidad cultural. La preservación de la memoria viva en los arreglos naturales y en el conocimiento resulta esencial para renaturalizar el mundo que heredaremos.

50



Tierra, agricultura y ambiente: ¿es el desarrollo una categoría de la dimensión ambiental, o viceversa?

TOMÁS LEÓN SICARD

Desde los informes al Club de Roma, famosos reportes que se originaron en el Instituto Tecnológico de Massachusetts en la década de los años setenta del siglo pasado, los pensadores ambientales auguraban que el siglo XXI estaría signado por graves problemas de contaminación, escasez de recursos y degradación ambiental en general, si el planeta continuaba viviendo de la manera en que el famoso “Sueño Americano” había prometido, esto es, sin considerar los límites y efectos del crecimiento económico, derrochando recursos y generando masas cada vez más voluminosas de desechos.

60



Reflexiones sobre la ciudad colombiana del siglo XXI _____

CARLOS ALBERTO TORRES TOVAR

Este artículo hace una breve lectura, lo más objetiva posible, de lo que son la ciudad colombiana y el modelo que se desarrolla en los inicios del siglo XXI, exponiendo de manera ordenada tres cuestiones principales. Un breve contexto del proceso de urbanización en Colombia, una reflexión sobre el modelo de desarrollo propuesto sobre el cual se configura la ciudad.

70

INVESTIGACIÓN



Nanopartículas: ¿una nueva fuente de contaminación? _____

LUCERO ÁLVAREZ MIÑO

La nanotecnología parece destinada, inevitablemente, a introducir en nuestra vida cotidiana nuevos productos como las nanopartículas que, como su nombre lo indica, se caracterizan por su tamaño extremadamente pequeño, invisible para el ojo humano. Dado que ya se encuentran nanopartículas manufacturadas en cosméticos, electrodomésticos, textiles, es obvio preguntarnos cuáles, aparte de los beneficios, pueden ser los riesgos que ellas representan para la salud y el medio ambiente.

80

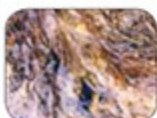


El futuro de los arrecifes coralinos según el cambio climático _____

VALERIA PIZARRO

Este año, 2008, fue declarado como el año mundial de los arrecifes coralinos (www.iyor.org). El objetivo de esta declaración fue crear conciencia sobre el valor y la importancia de los arrecifes coralinos y, consecuentemente, desarrollar estrategias sostenibles (cubrir las necesidades actuales sin comprometer los recursos de las siguientes generaciones y sin acabar los recursos), y motivar a la gente para que comience a tomar acciones en pro de su protección. En los siguientes párrafos los introduciré a los temas de cambio climático y arrecifes coralinos.

87



Los manglares de Colombia: magníficos ecosistemas y su constante vulnerabilidad en la Costa Caribe _____

HELIODORO SÁNCHEZ

Los manglares son ecosistemas de formaciones arbóreas y arbustivas, que se desarrollan de forma natural, en las franjas intermareales de las costas tropicales y subtropicales del mundo (fase entre la tierra firme y el mar abierto, zonas entre mareas que decrecen en bajamar y aumentan su nivel en plena mar). En estos ecosistemas interactúan cientos de especies de muchos niveles taxonómicos, formando complejas comunidades vivientes de animales y plantas características, en donde participan desde especies microscópicas hasta grandes y vistosas de la biota, todas ellas con funciones determinadas, las cuales son vitales para la dinámica y funcionamiento integral.

94

NUEVAS TECNOLOGÍAS



La teledetección en la observación, estudio y monitoreo de la Tierra

GERMÁN VARGAS CUERVO

Los sensores remotos, teledetección o percepción remota son una técnica que permite detectar a distancia, bajo la forma de fotografías, registros eléctricos, magnéticos, electromagnéticos, u otras formas de datos (altura, temperatura, etc.), las características físicas o biológicas de los objetos o elemento de la atmosfera, la superficie terrestre y el subsuelo. Los elementos que constituyen la superficie terrestre, como rocas, suelos desnudos, vegetación, agua, etc., así como los de origen antrópico (construcciones urbanas, vías, etc.), absorben, reflejan o emiten una cantidad de energía que depende de la longitud de onda, la intensidad del rayo electromagnético, las características de absorción de los objetos y la orientación de los objetos respecto al Sol o el origen del rayo incidente. Esta iteración hace que los objetos presenten diferentes valores radiométricos que se reflejan en tonalidades de gris en imágenes monocromáticas o coloraciones diversas en composiciones en falso color o RGB, permitiendo su diferenciación y caracterización.

106



Química verde y desarrollo sostenible

JULIÁN PINO FAJARDO

La Tierra ha estado sometida a importantes procesos de cambio y transformación desde sus inicios, y en los últimos doscientos años se han presentado cambios debido a la intervención humana.

118



Aportes significativos del derecho al medio ambiente

ÓMAR HUERTAS DÍAZ

El medio ambiente es de vital importancia para los seres humanos, pues comprende no sólo los elementos naturales, sino también los sociales y culturales, con los que mantiene una constante relación. El artículo que se presenta a continuación pretende dar a conocer el sistema jurídico internacional y nacional de protección del medio ambiente como derecho humano fundamental que aboga por la salvaguarda de la dignidad del ser humano.

130



VER PARA CONOCER... CONOCER PARA PRESERVAR

138

Educación, ciencia y cultura para salvarnos de la catástrofe

Con gran satisfacción presentamos a nuestros lectores este número especial de la revista *Innovación y Ciencia*, que busca contribuir a la reflexión generada alrededor de la celebración del Año Internacional del Planeta Tierra. Los autores analizan el problema ambiental, tanto en sus aspectos globales como desde el ángulo de nuestro país y de los retos específicos que estamos enfrentando y de las soluciones que podemos aportar.

Gracias a la ciencia, hoy sabemos con bastante certeza que en el pasado han tenido lugar cambios climáticos de gran envergadura, de los cuales los más protuberantes han sido las Épocas Glaciales, debidas muy probablemente a factores astronómicos y a erupciones volcánicas o colisiones con objetos extraterrestres. Sin embargo, para nadie es un secreto que nuestro planeta enfrenta en la actualidad una situación muy crítica que, por primera vez en la historia, está directamente asociada con la actividad humana.

Hace apenas veinticinco años, los climatólogos tendían a pensar que no estábamos lejos de una nueva era del hielo, teniendo en cuenta que ya habían transcurrido once mil años desde la terminación de la anterior. En este momento, gracias a mediciones precisas efectuadas con ayuda de satélites, no cabe la menor duda de que la temperatura media de la Tierra se está incrementando, lo cual tiene un efecto directo en la fusión de los glaciares y en la lenta elevación del nivel del mar. La causa de lo anterior es el incremento de los gases de invernadero, esencialmente el CO₂ y el metano asociados con la actividad humana, y el remedio, bien conocido, está en el uso racional de los combustibles fósiles y el empleo de energías alternativas mucho más amigables con el medio ambiente.

El calentamiento global y sus efectos potencialmente catastróficos no son los únicos temas que analiza este número. Problemas tan importantes como el manejo adecuado de los ecosistemas, la preservación de la biodiversidad, de tanta importancia para Colombia, o la contaminación de las fuentes hídricas, son abordados por los autores con competencia y objetividad.

Esperamos de esta manera contribuir a crear conciencia acerca de la gravedad del problema ambiental y de la urgencia de aplicar soluciones urgentes que, para ser eficaces, requieren la colaboración concertada de todas las naciones.



Hace unos días en sesión plenaria, la Cámara de Representantes aprobó el Proyecto de Ley 028 de 2007 que crea el Departamento Administrativo de Ciencia y Tecnología y el Fondo de Financiamiento para la Ciencia y Tecnología. Es indispensable que toda la comunidad científica y académica brinde su apoyo a una iniciativa tan importante para el país, durante su discusión en el Senado de la República.

EDUARDO POSADA FLÓREZ
Presidente

CARMEN HELENA CARVAJAL
Directora ejecutiva



Innovación y Ciencia

TEMAS

Ciencias naturales, físicas y sociales, tecnología, política científica y tecnológica, historia de la ciencia.

LENGUAJE

- Claro, ágil y de fácil comprensión para el lector no especializado. Es importante que el título sea atractivo además de significativo.
- Los términos técnicos deben ir seguidos de una definición sencilla entre paréntesis o entre comas; ejemplo: "... en general se registra taquipnea (respiración rápida), cianosis (coloración azulosa de mucosas y partes más claras de piel)...".
- Cuando se incluyan siglas o símbolos, la primera mención debe decodificarse; ejemplo: "En medicina humana se ha acuñado la expresión síndrome de dificultad respiratoria del adulto (SDRA)".
- Sólo deben usarse abreviaturas y expresiones matemáticas en casos estrictamente necesarios.

EXTENSIÓN

Máximo 10 páginas tamaño carta en letra Arial 12, a doble espacio (excluyendo ilustraciones y cuadros).

FORMATO

Texto impreso y copia en CD o disquete, preferiblemente en formato Word.

MATERIAL GRÁFICO

Es importante anexar el mayor número posible de ilustraciones, fotografías y diapositivas, acompañadas de notas explicativas (pie de fotos) y sugerencias de ubicación dentro del texto. Este material puede incluir:

- Fotografías originales en papel fotográfico o diapositivas.
- Fotografías en versión digital de alta resolución (300 DPI) en formato .tif, .jpg o .eps.
- Esquemas gráficos explicativos (versión impresa o digital).
- Tablas o recuadros sin demasiadas columnas.
- El material fotográfico no debe ser tomado de libros, revistas ni internet y debe indicarse su autoría o fuente, si es necesario.
- Del material recibido se seleccionará el de mayor calidad para su publicación y una vez editada la revista el material será devuelto al autor.

REFERENCIAS

En el texto, las referencias se deben citar con el apellido del primer autor y la fecha de publicación. El listado de referencias se debe organizar en orden alfabético, con el siguiente formato:

1. Artículo de revista científica:

Lee, M. R.; Ho, D. D.; Gurney, M. E. (1987), Functional Interaction and Partial Homology Between Human Immunodeficiency Virus and Neuroleukin, *Science* 237, 1987: 1047-1051.

2. Artículo de libro:

Day, R. A. (1990), *Cómo escribir y publicar trabajos científicos*, Washington, Organización Panamericana de la Salud.

RESUMEN

Descripción breve (5 oraciones cortas) del tópico central del artículo, para su inclusión en el índice de la revista.

IDENTIFICACIÓN DEL AUTOR

- Nombre
- Títulos
- Cargo actual
- Correo electrónico
- Dirección postal

RECOMENDACIONES

Los artículos que hayan aparecido en otras publicaciones, los informes de investigación en curso y aquellos textos cuyos temas sean muy especializados y de interés exclusivamente local no serán considerados para publicación.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA —ACAC—

Calle 44 N° 45-67 Unidad Camilo Torres
Bloque C, Módulo 3. Bogotá, D.C., Colombia
Teléfonos: 3155898 - 3150734 Fax: 2216950
innovacionyciencia@acac.org.co





**Contexto:
planeta Tierra**

The background is a deep blue with a subtle grid pattern. A prominent feature is a glowing, white, ribbon-like structure that curves across the frame, appearing to be made of many fine, parallel lines. The overall aesthetic is futuristic and scientific.

**Manifiesto sobre el papel
de la ciencia y el arte
ante el cambio global**

Al terminar el I Foro Internacional "Saberes para el Cambio", celebrado a finales de enero de 2008 en la Universidad Internacional de Andalucía, en Sevilla, los asistentes firmaron el siguiente Manifiesto:

Vivimos un momento histórico de transformaciones graves y cada vez más aceleradas. Un mundo en crisis genera el cambio global, con altas cotas de azar e incertidumbre. Ni siquiera un colapso socioecológico de dimensiones mundiales está excluido. Atravesamos una problemática que es ecológica, pero también política, económica, cultural y social; y que afecta directamente al bienestar humano. Los modelos de desarrollo inadecuados son en gran parte causantes de esta crisis: corresponde a la humanidad ser artífice de las soluciones. Se está viendo mermada la diversidad biológica y cultural que constituye la garantía más robusta de nuestras perspectivas de futuro: las lenguas y las palabras desaparecen incluso a un ritmo superior a la extinción de especies. Prácticas humanas como la ciencia y el arte, que no son neutrales, pueden y deben contribuir a una transición a la sostenibilidad.

Pese a los avances en la concienciación ambiental, que han sido desiguales y, por desgracia, quizá más superficiales de lo que creemos, seguimos sin afrontar el conflicto básico entre finitud de la biosfera y nuestros sistemas socioeconómicos en expansión continua, impulsados por la dinámica de la acumulación del capital. Este asunto constituye el elemento central de la crítica ecologista desde hace decenios.

Afrontar el cambio requiere la construcción de nuevas miradas sobre el mundo. Miradas creativas que nos permitan interpretar lo que vemos y reconstruir los lazos que unen a las personas entre sí y con la naturaleza.

Miradas integradoras que superen la percepción atomizada de la realidad y que vayan más allá de las soluciones a corto plazo, concebidas en términos lineales de causa-efecto.

Nuevas miradas

Las nuevas miradas, y las prácticas coherentes con ellas, tienen el reto de asumir el conflicto y abordar con valentía el antagonismo que actualmente existe entre la economía y la ecología; entre la cultura occidental, que se autopercibe como universal, y otras culturas invisibilizadas; entre la lógica de la acumulación y la lógica de los cuidados; entre los tiempos de la vida y la velocidad de los negocios. Las nuevas ópticas se nutren de visiones científicas y artísticas complementarias, capaces de mostrar y alumbrar nuevos esquemas de pensamiento mestizo que nos enseñen a vivir enraizados en la tierra, respetándola y pisando ligeramente sobre ella.

Hay que cambiar para afrontar el cambio: y cambiar siempre cuesta. Hemos de superar los modelos que fragmentan y simplifican la complejidad del entramado ecológico y social. No hay un solo mundo. En este momento de crisis se hace urgente celebrar la diversidad de todo lo vivo y de la rica red de relaciones que lo constituye, para retejer vínculos sociales entre el ser humano y la naturaleza y entre el individuo y la colectividad.

Las sociedades humanas no pueden adaptarse a los cambios que ocasiona la crisis ambiental y social sin renunciar a nada. No es posible cambiar la vida sin cambiar de vida. Tenemos que soñar un futuro que nos permita avanzar hacia la sostenibilidad ecológica y la equidad social. Todos podemos ganar, pero para ello es preciso caminar hacia la autocontención y dejar atrás insostenibles prácticas consumistas. Es necesario también trabajar con la memoria y los saberes de los pueblos.

Desde ellos, imaginar un futuro diferente será el primer paso para construirlo.

Muchas dimensiones

¿Qué pueden aportar el pensamiento científico, la creación artística y el diálogo entre ambos en la construcción de esta nueva mirada? La transformación necesaria tiene muchas dimensiones, y entre ellas, una ineludible dimensión cultural. Nuestras formas de conocer, interpretar, investigar, dar sentido y celebrar el mundo han de cambiar. La creatividad cultural que se plasma en las ciencias y las artes puede ser parte del problema o parte de la solución. Un arte que fomente el consumismo irresponsable, por ejemplo, o una ciencia subordinada al proyecto tecnocientífico de incremento de la dominación formarían más bien parte del problema. Pero un arte que alumbrase las dimensiones de la finitud humana, o una ciencia de la sostenibilidad que contribuya a incrementar la resiliencia socioecológica y oriente nuestras prácticas hacia una gestión adaptativa de los cambios, formarían parte de la solución.

La ciencia y la tecnología tienen amplias posibilidades pero también límites. Para aprender a habitar la tierra con sabiduría debemos aplicar el principio de precaución en cuestiones como los organismos transgénicos, la introducción de sustancias químicas en las cadenas tróficas y tantas otras... La conciencia de nuestra ignorancia es importante, porque nos indica lo que no sabemos y nos obliga a aprender desde la incertidumbre. Aprender haciendo, hacer aprendiendo, supone no alterar irreversiblemente la dinámica de la vida natural y social.

La ciencia del siglo XXI debe volver a unir hechos y valores, superando las ilusiones de neutralidad, restituyendo los principios éticos e incentivando el control social como pautas de las políticas científicas y tecnológicas. Una

ciencia sin conciencia resulta indeseable y peligrosa. Del mismo modo, necesitamos un arte comprometido con la vida y la sostenibilidad, más que una espectacularización de las prácticas culturales. Los procesos culturales inspirados por criterios éticos, que surgen de algunos científicos y artistas, así como de las redes ciudadanas, son, a la larga, y a pesar de su complejidad, mucho más eficaces para el desarrollo humano y la igualdad de oportunidades, base de la construcción de una ciudadanía responsable.

Otras economías son posibles

Necesitamos superar los enfoques de la ciencia económica convencional. Su mecanicismo unidimensional reduce los valores de la vida a términos monetarios. Desde esta óptica, los principios que sirven de fundamento a este sistema están

En un mundo en el que el acceso al conocimiento está cada vez más comercializado y dominado por las grandes empresas globales, la cuestión del poder institucional, el dominio público y la libertad de decisión resultan más importantes que nunca. Los líderes políticos y sociales tienen una responsabilidad especial a la hora de romper la mercantilización y privatización de la vida y de los bienes y saberes colectivos, y nosotros se la exigimos. Frente a las prácticas depredadoras e injustas, es preciso recuperar, desde la ciencia y el arte, el valor intrínseco de la vida, los bienes comunes, los nexos de reciprocidad, la gratuidad de los intercambios, las múltiples formas de resolver problemas sin pasar por el mercado...

Todas las culturas tradicionales saben que demasiado de lo bueno puede convertirse en malo: pero a la cultura occidental, aquejada de tecnolatría y

común, dando acogida a los saberes científicos y artísticos junto con los saberes tradicionales. La educación es una herramienta de emancipación que contribuye a la resistencia frente a la dominación y el pensamiento único.

En cada situación, aquí y ahora, al vivir nuestro presente estamos creando futuros: individuales y colectivos. El "aquí y ahora" es el lugar de nuestra responsabilidad. Somos constructores de futuro, conscientes hoy de las graves amenazas que pesan sobre el porvenir humano. Este futuro nos compromete, no sólo socialmente sino también de forma individual. Los grandes cambios comienzan con un paso, y ese paso puede ser la propia vida. Sociedad e individuo deben realimentarse dinámicamente, para dar a luz una forma de vivir sostenible y esperanzada.

Firmantes:

Narciso Barrera Bassols. Instituto de Geografía de la UNAM. México.

Manuel Delgado Cabeza. Universidad de Sevilla. España.

Santiago Eraso. Proyecto "Arte y Pensamiento" de la UNIA. España.

Sagrario Herrero. Ecologistas en Acción. España.

Ezequiel Martínez. Canal Sur Televisión. España.

Michela Mayer. Universidad de Roma. Italia.

Federico Mayor Zaragoza. Fundación Cultura de Paz. España.

Carlos Montes del Olmo. Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez. Scope. España.

María Novo Villaverde. Cátedra Unesco de Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible. UNED. España.

Jorge Riechman. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud. España.

Disponible en: www.tendencias21.net/Manifiesto-sobre-el-papel-de-la-Ciencia-y-el-arte-ante-el-cambio-global_a2077.html

La ciencia del siglo XXI debe volver a unir hechos y valores, restituyendo los principios éticos e incentivando el control social.

en contraposición con los que utiliza la biosfera para autoorganizarse. Otras economías son posibles a partir del análisis del intercambio biofísico entre sociedad y naturaleza, del reconocimiento de los límites de la biosfera y del respeto a los procesos que la regulan. Otras economías son posibles si se abordan las relaciones socioeconómicas teniendo en cuenta la especificidad de los contextos, de los sistemas socioculturales y de los sujetos.

No podemos olvidar que la cultura, entendida como experiencia elaborada y compartida, se está convirtiendo en un bien escaso de carácter especulativo, frente al valor de uso que debería tener. La diversidad de las prácticas culturales se ve amenazada por la mercantilización de la cultura.

mercadolatría, le falta ese conocimiento básico. Unas ciencias y artes reorientadas hacia la sostenibilidad contribuirán a redescubrir el camino medio, apreciar el tamaño óptimo de cada proyecto y situar el reconocimiento de la alteridad en el corazón de nuestra cultura.

Cambios en la educación

Los cambios hasta ahora evocados implican también cambios en la idea misma de educación. Es necesario practicar un aprendizaje a lo largo de toda la vida, que nos conecte con los valores de la naturaleza sintiéndonos como parte de ella y no como dominadores. La educación debe superar la barrera entre conocimiento experto y conocimiento

El **pensamiento** produce cosas sencillamente **maravillosas**.



En el año 300 a. C. sin recursos diferentes a la creatividad y al pensamiento, el hombre inventó el tornillo, un elemento realmente extraordinario.

Imagina todo lo que podrás hacer con laboratorios en diferentes áreas de la ciencia, biblioteca con miles de títulos, clínica propia -Clínica Universitaria Teletón-, centro de producción de medios audiovisuales, docentes altamente calificados, varios grupos de investigación reconocidos por Colciencias y más de 55 hectáreas de **ZONA DE PENSAMIENTO ACREDITADA***



**Universidad
de La Sabana**

www.unisabana.edu.co

| efecto invernadero



Visión renovada
La Tierra
es un invernadero

Alberto Mendoza Morales
Presidente de la Sociedad Geográfica
de Colombia



El planeta Tierra es un invernadero. Tiene piso, la litósfera; tiene atmósfera con bióxido de carbono (CO₂), metano, vapor de agua y óxidos de nitrógeno y tiene techo, formado por la capa de ozono, protector traslúcido. El conjunto es apto para la existencia de seres vivos.

Los gases del invernadero reciben y retienen calor solar. Sin ellos la Tierra sería un planeta helado, de -16° centígrados de temperatura. El aumento del CO₂ ha ocasionado la elevación de la temperatura en el invernadero. La deforestación planetaria ha limitado la capacidad regenerativa de su atmósfera.

El Sol, una de las mil estrellas de la Vía Láctea, en la mitad de la vida, trabaja como un horno nuclear. Su energía viene de convertir hidrógeno en helio. Su temperatura es de 15 millones de grados centígrados en el centro y 6 mil en la periferia. Produce luz, calor y energía. Es lo que llega a la Tierra.

El invernadero está sobrepoblado. Hace 70 mil años el grupo humano lo formaban unas 2.000 personas (Stanford y Academia de Ciencias de Rusia). Hace unos ocho mil años, pasada la glaciación, contaba con 1,5 millones de habitantes. Con el Imperio romano, llegó a 300 millones. A principios del siglo xx, a 1.600 millones. A principios del siglo xxi, a 6.600 millones. Si el ritmo de crecimiento se mantiene, la

población llegará a 10 mil millones en el año 2050. Los ecólogos estiman que el planeta puede sostener bien a 3 mil millones de habitantes.

La actividad humana deja huellas en el planeta: ecológicas, urbanísticas, industriales. La huella ecológica tiene cinco variables medibles en hectáreas: 1. Urbanización; 2. Producción de alimentos; 3. Pastos y ganadería; 4. Espacio marino para producir pescado, mariscos y algas; 5. Selvas y bosques. Divididas entre el número de habitantes, dan la biocapacidad para atender la población mundial per cápita. Esa capacidad es de 1,7 hectáreas por habitante. El área actual es de 2,8. La diferencia muestra que "estamos consumiendo más recursos y generando más residuos de los que el planeta es capaz de ofrecer".

La huella ecológica en €. uu. es de 9,6 ha/habitante. Si todos consumiéramos así, necesitaríamos tres planetas.

La huella urbanística se ve en las ciudades. La mitad de la población mundial (47%) vive en ellas. Habitamos metrópolis, megápolis, necrópolis. Cada una es una losa radiante de suelo cemento calentada por el sol. Las megápolis parecen amibas terrófagas, invaden el espacio, contaminan ríos, secan humedales, son depósitos de combustibles, recintos de contaminación atmosférica. Quinientos millones

de vehículos rodantes calientan el ambiente. Los exhostos son microchimeneas. Los basureros envenenan el aire. Respirar en las necrópolis es malo para la salud. La huella industrial la marcan las fábricas, la minería, la petroquímica, los depósitos de combustibles. Entre todos enrarecen y dañan la atmósfera.

Hornos, refinerías, minas de carbón, motores de explosión, basureros,

y calentamiento ambiental. La sobrepoblación nos enfrenta al control de la natalidad, asunto de extrema complejidad. Nos remite a Malthus. Ha sido discutido durante largo tiempo, sin resultados positivos. Queda apenas enunciado. El calentamiento ambiental nos enfrenta a bajar la temperatura del invernadero cuando menos en $0,8^{\circ}\text{C}$, mantenerla en un promedio global de 22°C . El quehacer compromete a

Los científicos son desafiados a investigar y encontrar modelos de máquinas y motores accionados por energías limpias, no contaminantes.

plantas termoeléctricas, vehículos en marcha, alumbrado eléctrico, público y privado, calientan el invernadero. Los rayos solares penetran en la atmósfera por los huecos de la capa de ozono. Desiertos y áreas erosionadas de la Tierra producen calor. Las corrientes marinas influyen en el clima; trasladan masas de aire sobre los océanos, enfrían o calientan el aire de las regiones, producen devastadores huracanes y tifones.

¿Qué hacer? Hay que resolver dos problemas globales: sobrepoblación

dos grupos humanos concurrentes, el científico-industrial y el académico-pedagógico.

Los científicos son desafiados a investigar y encontrar modelos de máquinas y motores accionados por energías limpias y, por tanto, no contaminantes. Los industriales son desafiados a financiar a los científicos y a incorporar en sus industrias los cambios que resulten de la investigación. En parte lo están haciendo, sobre todo en el campo automotor.

A académicos y profesores compete enseñar el planeta (geografía); las huellas humanas sobre el planeta (ecología); la moral y las obligaciones frente al planeta y a la población (ética); las estructuras básicas de la nación (sociología-economía-política); la instrucción-educación (pedagogía); los mensajes a hogares, escuelas, universidades, medios (difusión).

Colombia puede ser un modelo mundial del quehacer ambiental. El modelo implica: contribuir a arborizar el planeta; diferenciar selvas y bosques; aprobar una Ley Forestal basada en la inviolabilidad de la selva ecuatorial; su conservación intacta según un principio, no talar selvas, cosecharlas; proteger bosques naturales; sembrar bosques nuevos; sembrar bosques maderables; decretar la propiedad pública de los territorios sobre 3.500 msnm, donde hay páramos y nevados; elaborar el Plan Nacional de Reasentamientos Humanos que distribuya la población en el territorio asumido como totalidad; sustituir metrópolis y ciudades-región, por agrópolis, simbiosis estructural de campo y ciudad. Existen modelos para el caso; tratar industrialmente las basuras; organizar a Colombia como un Estado Regional Unitario.



El huracán

Daniel Vidart

Antropólogo y sociólogo uruguayo

Investigador y profesor universitario en varios países de América Latina y España

Académico de la Real Academia Gallega. Coruña, Galicia, España

Asesor de la Unesco durante varios períodos en cuestiones ambientales

Director del Centro de Estudios Antropológicos Paul Rivet

Miembro de la Cátedra Unesco de Derechos Humanos.

Universidad de la República, a partir del año 2003.

Katrina y Rita, esas hermanas asesinas cuyo azote destruyó vidas y haciendas en el sur de EE. UU., no han llegado solas y de la mano, como airadas y aéreas mensajeras de la muerte. Son apenas dos eslabones de una larga cadena de catástrofes que vienen desde el fondo de los tiempos y caminan con una sola pierna en los espacios del mundo caribeño.

Tenemos antiguas noticias acerca de esos huracanes que se manifiestan con todo su poderío entre los meses de mayo y noviembre. Unas provienen de las fuentes indígenas, cuya mitología vincula el furor del huracán con los espíritus infernales, en el caso de los arahuacos y caribes isleños, al par que los mayas-quiché lo identificaban en la relación primera del *Popol Vuh*, la que trata del Génesis, con el “corazón del

huracán quedó como tal, preservado por la dialéctica sagrada del *denotatum*, que a la vez mienta la creación y la destrucción, el principio y el fin de los destinos terrenales.

El huracán en el mundo indígena caribeño

Los antropólogos e historiadores no coinciden ni en la etimología de la voz huracán ni en el pueblo indígena que así lo designó por vez primera. Unos sostienen que fueron los indios antillanos quienes le dieron el nombre al dios de las tormentas; otros suponen que a partir del panteón maya-quiché el nombre de este dios de un solo pie, o sea unípede, se difundió por todo el Caribe. En quiché el nombre huracán significa “una pierna”, pues de tal manera se concibió, desde las metáfo-

y tradujeron las lenguas indígenas. Ximénez, fiel a la etimología maya-quiché, sostiene que quiere decir “una pierna”; Brasseur de Bourbourg se inclina por “una voz que muge”; Recinos opina que corresponde considerarla como equivalente a “grande o largo”, dado que en quiché, según él traduce, eso es lo que expresa la palabra *rakán*, y para confirmar tal interpretación se remite al padre Coto, quien otorga al término el significado de cosa larga, cordel, etc. (*Popol Vuh*: 80-81)

Dios de las tempestades, bestia unípede que arrastra su espiral sembrando la destrucción, reminiscencia del caos primario, donde todo se confundía en un abismo convulso, síntesis de las lejanas divinidades indostánicas Vishnú y Siva, que reinan en las antípodas, el huracán, para el indio que padece y teme su perverso poderío, se viste con los atributos del Demonio, del diablo, del Espíritu del Mal, y así lo expresa Schuller al enumerar los términos que utilizan para designar a las potestades satánicas las tribus residentes en la zona circun-caribe de América. En tal sentido los galibi dicen *yuracán*; los garibisi, *yerucán*; los ipurocoto, *yureca*; los chayma, *yorocan*, etc. (Ortiz, 1947: 98)

Todo cuanto se refiere al universo simbólico sigmoidal engendrado en el área del Caribe por este aterrador fenómeno atmosférico puede leerse en el famoso libro de Fernando Ortiz dedicado al tema (Ortiz, 1947: 98) pero como interesa ahora el grano y no la cáscara, vamos a las descripciones de este azote realizadas por los españoles invasores del Nuevo Mundo.

Qué cuentan los antiguos cronistas españoles

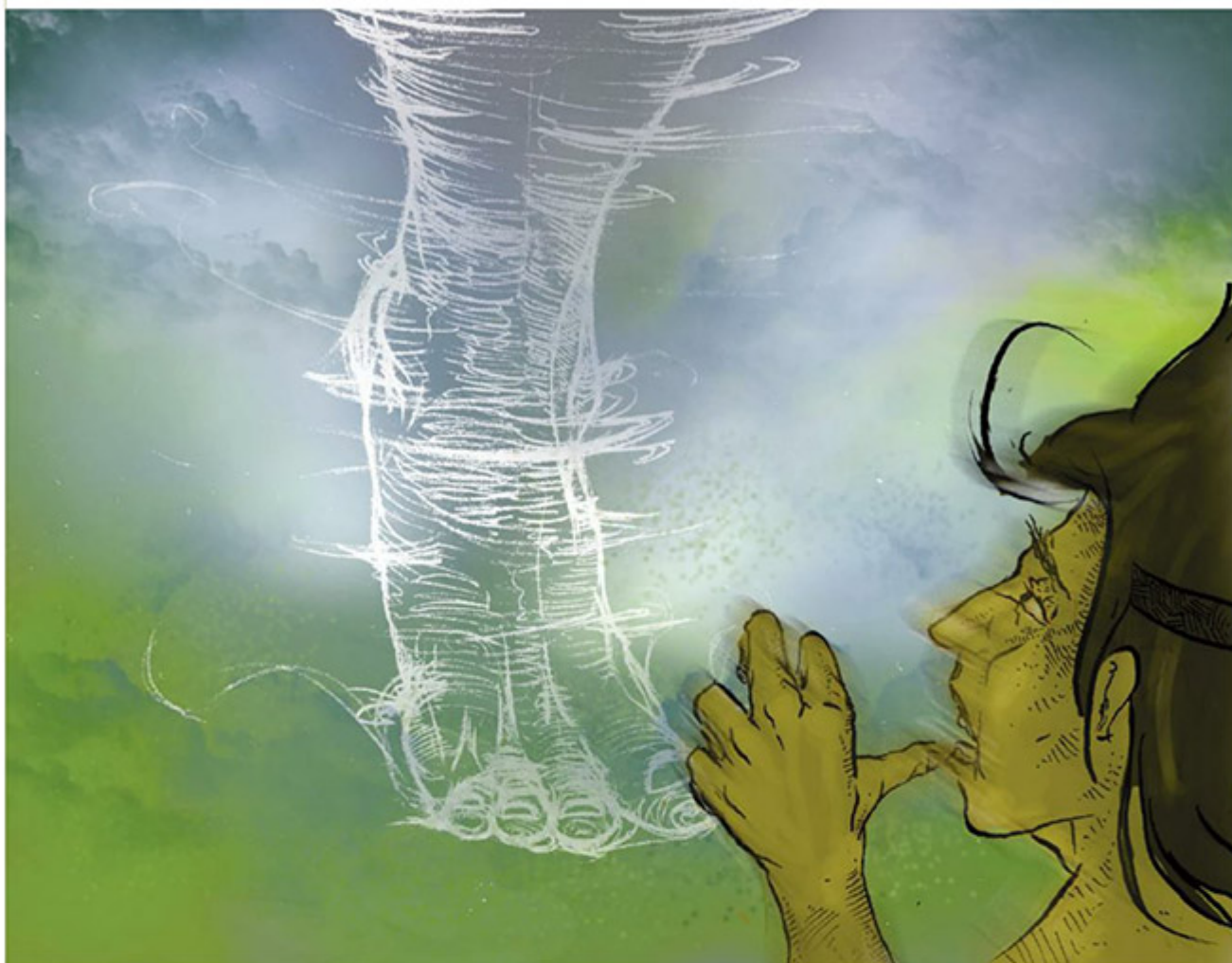
Quien por vez primera dio noticias acerca del huracán fue Pietro Martire D'Anghiera, humanista italiano residente en la Corte de los Reyes Católicos, donde no sólo españolizó su nombre

Dios de las tempestades, bestia unípede que arrastra su espiral sembrando la destrucción, reminiscencia del caos primario, donde todo se confundía en un abismo convulso.

cielo”, divinidad creadora del hombre y de la vida. Otras informaciones son proporcionadas por los cronistas e historiadores españoles de la Conquista. Éstos, que recurrían a comparaciones para nombrar con voces de su idioma a cosas o fenómenos desconocidos en Europa, llamaron trigo turco al maíz, turma (testículo en latín) a la papa, vaca corcovada al bisonte, carnero de la tierra a la llama, chancho de monte al pecaí o saíno, y la lista sigue. Pero ante la grandiosidad aterradora del huracán, que por vez primera conocieron en el arco isleño de las Antillas, se atuvieron a la voz indígena, cargada con una tradición de terribles mortandades y desastres, y, a la vez, portadora de mitos y de símbolos. De tal modo el *designatum*

ras del pánico sagrado, a ese monstruo que caminaba despacio y pisaba fuerte con su pata de agua diluvial y viento enloquecido. En el *Popol Vuh* se dice que “... de esta manera existía el cielo y también el Corazón del Cielo, que este es el nombre de Dios, y así es como se llama” [...] Entonces se manifestó con claridad [...] que cuando amaneciera debía aparecer el hombre. Entonces dispusieron la creación y crecimiento de los árboles y los bejucos y el nacimiento de la vida y la creación del hombre. Se dispuso así en las tinieblas y en la noche por el Corazón del Cielo, que se llama Huracán” (*Popol Vuh*, 1947: 80).

Esta sonora palabra ha sido dotada de diferentes significados por los filólogos de Occidente que aprendieron



—Pedro Mártir de Anglería— sino que se convirtió, además de educador de nobles, en algo así como el primer periodista de la conquista de las Indias Occidentales (Mártir de Anglería, 1992) Pero como no fue un testigo presencial de los hechos que narra, sino un esculcador de memorias de marinos y viajeros en las tabernas portuarias, solamente lo cito para ir directamente a quienes contemplaron y sufrieron los efectos de los huracanes caribeños.

Consultemos entonces a Fernández de Oviedo, quien como buen cristiano había leído en su Vulgata que san Pablo consideraba a Satán como *Principem potestatis aeris huius*, y, quizá por ello, con temor y temblor describe en tres capítulos de sus libros los diabólicos efectos de los huracanes caribeños. En el *Sumario de la Natural Historia de*

las Indias, escrito en 1526 en Toledo, sin otro auxiliar que la memoria, pues Carlos V le había pedido que sintetizara lo que llevaba escrito en América, nos ofrece una visión primeriza de aquel viento asesino, preñado de lluvia, que giraba sobre sí mismo embistiendo primero desde un cuadrante, serenándose al llegar al ojo de la tormenta y empujando luego desde el cuadrante opuesto. He aquí sus palabras: “Asimismo, cuando el demonio los quiere espantar, promételes el huracán, que quiere decir tempestad; la cual hace tan grande, que derriba casas y arranca muchos y muy grandes árboles; y yo he visto en montes muy espesos y de grandísimos árboles, en espacio de media legua, y de un cuarto de legua continuado, estar todo el monte trastornado, y derribados todos los árboles chicos y grandes, y las

raíces de muchos de ellos para arriba, y tan espantosa cosa de ver, que sin duda parecía cosa del diablo, y de no poderse mirar sin mucho espanto. En este caso deben contemplar los cristianos con mucha razón que en todas las partes donde el Santo Sacramento se ha puesto, nunca ha habido los dichos huracanes y tempestades grandes con grandísima cantidad, ni que sean peligrosos como solía” (Fernández de Oviedo, 1950: 130) No obstante su estilo machacón y desaliñado, Oviedo se hace entender bien y, por añadidura, se las ingenia para ponderar el exorcismo con que el Espíritu Santo conjuró a las turbonadas ciclónicas, espantándolas o achicándolas.

Fernández de Oviedo residía en la antillana isla de La Española, hoy bipartida entre Haití y República Dominicana.



Allí pudo recoger el testimonio de quienes sufrieron los embates del huracán del 3 de agosto de 1508. Este meteoro desbocado derribó “todos los buhíos o casas de paja” y muchas construcciones de materiales sólidos “quedaron muy dannificadas y atormentadas”. Tan feroz era su empuje “que no aprovechó ninguna industria ni prudencia de los hombres”, pues se precipitó sobre las naves, donde “todo se rompió”, llevándolas primero mar adentro con el viento norte y luego haciéndolas dar de través en la costa con el viento sur. Por ello se ahogaron muchos hombres, y para colmo de males la tormenta duró veinticuatro horas, desde el mediodía del miércoles hasta el mediodía del jueves. “Llevó a muchas personas el viento en peso, sin tocar ni poderse tener en tierra” y a “muchos descalabró e lastimó malamente”. Casas, navíos,

arboles, gentes, todo fue doblegado, removido, segado, empapado y arrastrado por aquel letal torbellino que espantó y diezmó por igual a los indios y a los españoles. Los sobrevivientes de este tremendo episodio narraron año tras año, sin olvido de sus destrucciones, los horrores padecidos durante el huracán y las secuelas de muerte, heridas, hambre, enfermedades y pestes que sobrevivieron luego de su paso (Fernández de Oviedo, 1959: 146-149).

La narración relacionada con el huracán de 1509 insiste en los aspectos náuticos de las pérdidas, pues se hundieron alrededor de veinte carabelas, cuyos cargamentos valían más que la obra muerta de los navíos. Pero no agrega mucho a la vívida descripción del siniestro anterior, y de paso conviene expresar que en el hemisferio norte estos tornillos aéreos giran de derecha

a izquierda, o sea *sinistorum*, mientras que en el hemisferio sur se invierte su marcha, y todo por efecto de la rotación de la Tierra (Fernández de Oviedo, 1959: 146-149).

La tercera vez que el huracán concita su asamblea de calamidades toca de cerca al historiador Fernández de Oviedo, quien es testigo de los gravísimos daños provocados por las tormentas de agosto y septiembre, “de mill e quinientos e cuarenta y cinco años”, las que atropellaron “con tanto ímpetu que muchos buenos ánimos de hombres enflaquecieron, viendo que todo iba de mal en peor”. A la consabida secuela de naufragios, casas destruidas, bosques derribados, gentes transportadas a la copa de los árboles, ganado perdido y demás desastres concomitantes, don Gonzalo Fernández de Oviedo agrega, refiriéndose a sus bienes, que “a mí me

derribó en el campo en mi heredad siete u ocho buhíos o casas, e perdí toda la labranza e arboledas” (Fernández de Oviedo, 407-410).

De ayer a hoy

No vale la pena seguir con estas reseñas de antepasadas catástrofes. Lo sufrido desde hace milenios por las tierras y hombres indígenas del área caribeña, y vuelto a experimentar por los españoles de la Conquista o viajeros que narraron de primera o segunda mano esos nunca vistos meteoros (Bartolomé de las Casas, Du Terte, Charlevoix y otros testigos presenciales o curiosos preguntones), se debe a las condiciones naturales de una zona crítica donde el calor, la humedad, las depresiones atmosféricas, las superficies marinas y la rotación de la Tierra entran en alianza sistémica para dar vida y fuerza a esos espantosos meteoros que, según lo promete la actual crisis ambiental del planeta provocada por el hombre, serán cada vez más frecuentes, más violentos y más destructores.

Un geógrafo cubano, corroborando los desastres del pasado y las tragedias del presente, escribió en 1971: “Aunque los datos correspondientes a los primeros siglos coloniales no son muy precisos, ha sido posible recopilar noticias sobre ciclones que han afectado a Cuba. A partir de 1494 hasta 1941 sumaron 158 los que pasaron por la isla o tan cerca de ella que sus efectos fueron registrados”. Pero la presencia humana y las objetivaciones materiales de la cultura, que no siempre es un producto social constructivo, agregadas a los crecientes efectos del cambio atmosférico, modificaron estos guarismos: “en el área que incluye al Atlántico Occidental, Mar Caribe y Golfo de México el número de huracanes y tormentas anuales registrados desde 1874 han oscilado entre un mínimo de dos en 1929 a un máximo de 21 en 1933”. Cuenta luego

que el más costoso en vidas humanas fue el huracán que arrasó la población de Santa Cruz del Sur el 9 de noviembre de 1932, matando a raíz de una ola de cinco metros de altura, que penetró país adentro, la escalofriante cantidad de 2.500 personas (Marrero, 1993: 17). Hoy Cuba ha aprendido a luchar contra estos vientos endemoniados. Cuando soplan, matan poca gente. No ha sucedido lo mismo con la desidia criminal de los administradores políticos y económicos de EE. UU., acaparadores del poder, la tecnología y la planificación mundiales. Allí quedó demostrado que al desdén por la negritud sureña, entre otras secuelas de la imprevisión y la soberbia, se aliaron la negligencia y el olvido, para condenar una vez más a los parias de la Tierra a sufrir muerte, hambre, miedo y enfermedad, al paso devastador del Katrina.

Referencias

Fernando Ortiz, F. (1947), *El huracán. Su mitología y sus símbolos*. Fondo de Cultura Económica, México.

Fernández de Oviedo, G. (1950), *Sumario de la Natural Historia de las Indias*. Fondo de Cultura Económica, México.

Fernández de Oviedo, G. (1959), *Historia general y natural de las Indias*. Atlas, Madrid, T. 1, Libro Sexto, cap. III.

Fernández de Oviedo, G. (1959), *Historia general y natural de las Indias*. Atlas, Madrid, T. 5, Libro L. Cap. XXVII.

Marrero, L. (1993), *Cuba: economía y sociedad. 1. Antecedentes. Siglo XVI: la presencia europea*. Playor, Madrid (segunda reimpression).

Mártir de Anglería, P. (1992), *Décadas del Nuevo Mundo*. Selección, prólogo y notas de Daniel Vidart. Colección Descubrimiento y Conquista. Vols. 8 y 9. La República, Montevideo.

Popol Vuh. *Las antiguas historias del Quiché*. Traducción, introducción y notas de Adrián Recinos. Fondo de Cultura Económica, México, 1947.

PREMIOS ALEJANDRO ÁNGEL ESCOBAR

Premios

Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Generación y transmisión de ruido en circuitos genéticos, Juan Manuel Pedraza Leal, Escuela de Medicina, Universidad de Harvard, Boston, Estados Unidos.

Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

Restauración Ecológica del Bosque Altoandino. Estudios diagnósticos y experimentales en los alrededores del Embalse de Chisacá y Guía Metodológica para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino, Orlando Vargas Ríos, director Grupo de Restauración Ecológica, Universidad Nacional de Colombia – GREUNAL, Bogotá D.C.

Ciencias Humanas y Sociales

Orden Natural y Orden Social. Ciencia Política en el Semanario del Nuevo Reino de Granada, Mauricio Nieto Olarte, Departamento de Historia, Universidad de los Andes, Bogotá D.C.

Solidaridad

Corporación Maestra Vida, El Tambo – Popayán (Cauca).
Corporación para la Investigación y el Ecodesarrollo Regional – CIER, Medellín.

Menciones de Honor

Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Descifrando los genomas del café *Coffea arabica*, su principal plaga la broca *Hypothenemus hampei* y el controlador biológico *Beauveria bassiana*, Gabriel Cadena Gómez, Director del Centro Nacional de Investigaciones de Café – CENICAFÉ, Chinchiná (Caldas).

Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

Estrategia de desarrollo sostenible del Corredor de Conservación Guantiva – La Rusia – Iguaque, Clara Ligia Solano Gutiérrez, María Carolina Roa Vásquez, Elsa Matilde Escobar y Nancy Vargas Tovar, Fundación Natura, Bogotá D.C.

Solidaridad

Asociación Campesina Agroecológica de la región de Boquerón – ACAB, Medellín.

Jurado Ciencias

Elizabeth Castañeda, Eugenia Ponce de León, Juan Camilo Cárdenas Campo, Eduardo Posada Flórez, Renán Silva Olarte.

Jurado Solidaridad

Soraya Montoya González, Juana Oberlander Rojas, Patricia Pinzón de Lewin.

FUNDACIÓN
ALEJANDRO ÁNGEL ESCOBAR
Calle 26 No. 4A – 45, Piso 10, Edificio
KLM, Bogotá D.C., Colombia
Teléfono: 281 8711 – Fax: 243 3104
info@foae.org.co, www.foae.org.co





Cultura y medio ambiente

etnoecología

Relación de las culturas amazónicas con su territorio

Fabiola Mejía Barragán

Ingeniera Mecánica Universidad Nacional de Colombia e Historiadora de la Universidad Santo Tomás. Experiencia en investigación sobre historia ambiental. Docente Cátedra Programas de Educación Superior Escuela Tecnológica ITC.
Correo electrónico: fabiolamejiab2000@yahoo.es

Introducción

Algunas de las culturas amazónicas tradicionales han tenido la “suerte” de permanecer abandonadas por el Estado y por la sociedad en la que se ven inmersos los países a los que pertenece la Amazonia. Este abandono les ha permitido de alguna manera mantener su cultura y su dinámica cultural sin mayor intervención de nuestra cultura occidental y brindándonos la posibilidad de conocer sus cosmovisiones y su forma de interactuar con el entorno.

Este artículo está enfocado en el análisis de la cultura y la importancia que ésta tiene en la visión y la manera de relacionarse el hombre con la naturaleza. Siendo el impacto ambiental de magnitud global, las alternativas a este fenómeno deben buscarse no sólo en la tecnología sino en las diferentes perspectivas culturales que han permitido, de una u otra forma, generar estos cambios. A partir del análisis de la cultura amazónica Makuna en especial, se tratará de identificar las diferentes percepciones y formas de relación hacia la naturaleza, con el fin de buscar en ellas nuevas opciones y, por qué no, nuevos paradigmas que permitan aportar una real solución al problema ambiental que hoy enfrenta la humanidad a lo largo y ancho del planeta.

Relación de las culturas amazónicas con su entorno

Es interesante analizar cómo es la relación con la naturaleza en otras culturas; tomemos el caso de los habitantes nativos de la Amazonia, quienes tienen una manera especial de interactuar y de manejar el ambiente, de acuerdo con las funciones naturales de los diversos ecosistemas; en estas culturas, en general, es importante tener en cuenta que su cosmovisión es holística y, por supuesto, no existe diferenciación entre naturaleza y sociedad. Adicionalmente, el estilo de vida de estas comunidades incluye dimensiones estéticas y espirituales dentro del manejo ambiental y de la sociedad como un todo, y se entiende la vida como un continuo. Las danzas y los rituales cumplen un papel primordial, pues recrean y hacen evidente un estilo de interacción particular entre todos los seres existentes y guardan una cercana relación con un conocimiento muy profundo de la naturaleza y de manejo del medio ambiente.

Tanto hombres como plantas y animales son sagrados, pues hacen parte de la naturaleza, son hermanos de la selva y cada uno posee su propio ketioka (conocimiento).

Estudio de caso: los makuna

Para analizar un poco más en detalle estas características, tomemos el caso de los makuna, una cultura aborigen que habita en la región suroriental de la Amazonia colombiana, en límites con Brasil.

Este grupo, que se llama a sí mismo *Ide Masa* (gente del agua), tiene su origen en un espacio subacuático llamado Maniatará, un raudal en el río Apaporis. Son descendientes de la anaconda de agua y muchos les llamaban también *Tabotijeja*, haciendo referencia a la piel carrasposa en las piernas; lo cual también se debe a su ascendencia de la anaconda, así como el color moreno de su piel, que hace referencia al color de la anaconda (Arhem *et al.*, 2004).

Para los makuna, el pensamiento, que está contenido tanto en los árboles como en todo lo que existe en la naturaleza, pertenece a *Kirüküjiño*, el viejo yuruparí que es el mismo *Je* en persona, esto es, el poder y el conocimiento unidos en uno solo. De esta forma, tanto hombres como plantas y animales son sagrados, pues hacen parte de la naturaleza, son hermanos de la selva y cada uno posee su propio *ketioka* (conocimiento), el cual comparten a través del pensamiento de los sabedores.

El mundo *ümüari* está compuesto de diferentes seres que constituyen distintos mundos de vida; la naturaleza tiene vida y por esto es que el pensamiento se extiende por todo el mundo: en ella no

existe nada que no esté relacionado con el hombre. Siendo el mundo formado por la naturaleza, los hombres constituyen un pequeño conjunto de ella. El hombre tiene el deber de aconsejar a la naturaleza, de decirle cómo son las cosas y cómo se deben proteger; en esta concepción de conocimiento, todo tiene vida, y existe un conjunto de poderes que establecen una relación de manejo del mundo: la naturaleza mantiene al hombre vivo y el hombre mantiene viva a la naturaleza; es una permanente relación de reciprocidad e interdependencia.

El conocimiento

El conocimiento adquiere toda su dimensión, en aras de proteger tanto al universo como al territorio; el territorio para los makuna les fue entregado por los *Ayawa* (héroes mitológicos) y comprende una gran maloca que pasa por Yuisi (raudal de La Libertad) en el Apaporis, cruza hasta el río Taraira, sube por su izquierda hasta su cabecera. De allí coge por las cabeceras del caño Taoka, bajando por ambos lados, y luego sube desde la bocana del caño Taoka hasta Ñajú Goje (Chorro de Casabe) en el río Pirá-Paraná. Cruza por el Apaporis hasta jasa judiro (raudal de Jirijirimo), que es por donde se oculta el sol, y baja por el territorio de sus vecinos, los kabiyarí, lutuama y tanimuka, hasta llegar nuevamente al raudal de La Libertad. En este espacio está encerrada su historia y nada les pertenece fuera de lo que contiene este círculo, por lo que consideran que el mundo es un pedazo de tierra que abarca toda su historia.

Estando la tierra llena de conocimientos, éstos, junto con los saberes y los poderes, se encuentran en sitios sagrados ubicados a todo lo largo y ancho de la selva. Estos sitios fueron creados por los *Ayawa* y representan malocas en el pensamiento; de estos sitios sagrados y de lo que les rodea no se debe tomar nada sin pedir antes permiso a través de negociaciones con sus dueños. Sin embargo, hay sitios sagrados de los que no se debe tomar nada, a riesgo de generar enfermedades y dolor. Los sitios sagrados, en general, corresponden a los cerros, raudales, salados o remansos, sitios de reproducción, ya sea de peces, de animales terrestres, o con una alta biodiversidad, siendo su función permitir que la gente crezca sana y que adquiera conocimiento de generación en generación. De acuerdo con su cosmología, si los sabedores no protegen los sitios sagrados ni los visitan, éstos se enferman y cosas malas vienen a las personas, comenzándose a perder parte de la vida y de la historia del sitio, y a partir de allí, enfermándose la cultura, pero si se protegen y respetan los sitios sagrados, si no se comen ni se tocan las cosas que están en ellos, se está dando vida al grupo mismo.

De acuerdo con la anterior, el territorio es un *territorio vivo*, un medio de interacción con los demás seres que en él habitan con unas normas claras de manejo y cuidado, que les fue dado con el fin de protegerlo. La única forma de proteger el territorio es a partir de las curaciones del sabedor en cada época del año, pues el tiempo trae diferentes tipos de enfermedades también. Para ello, aparte de cuidar a la gente, deben contarse las historias de diferente índole y vivir en el territorio; éstas son las bases principales para cuidar el territorio, y cuando se hace una curación grande por parte del sabedor, esto implica casi que volver a construir el mundo. Si se cuida el territorio, éste genera vida (Vieco, Franky y Echeverri, 2000).

Relación hombre-naturaleza

La relación del hombre y la naturaleza está mediada por los ciclos anuales, pues la naturaleza requiere de estas épocas y el hombre depende de ambas, pues se tiene una cadena de interrelaciones. Por ejemplo, la naturaleza y las épocas necesitan de las curaciones de los humanos, lo cual indica que si alguno de ellos llega a fallar, los otros se debilitan. Para los makuna cada época es una etapa larga y cada una por separado representa un año, pues la transición entre unas y otras desde el punto de vista de las curaciones es como pasar de un lugar a otro, ya que cada temporada tiene diferentes males y requiere diferentes curaciones. Quienes miden las diferentes épocas son las pepas, las frutas y algunos animales (Arhem *et al.*, 2004).



La época más importante es la *Je oka rodo*, y durante ella se debe arreglar el mundo. Es la época de hacer dieta y pensar en *ketioka*. Es el momento de contar historias, saberes, y de aprender a tejer. Éste es el período en que los *Ayawa* subieron creando el mundo *ketioka* y las historias de coca y tabaco. Durante esta época se pueden contrarrestar las enfermedades que se crean en el mundo. Es el tiempo del renacimiento espiritual de la gente por medio del *je gu* (curador de Yuruparí). Se da en los meses de febrero y marzo y coincide con el tiempo de apareamiento de diversas especies de animales. En este lapso, los makuna invitan a los animales a reproducirse a través de danzas rituales, como el baile del muñeco, con el fin de lograr los recursos necesarios para su supervivencia durante todo el ciclo anual y un equilibrio entre todas las especies que conforman el territorio.

Si no existieran las diferentes épocas del año, no existiría la vida humana, ya que hay una cadena entre los seres vivos.

Visto en términos de funcionamiento de los ecosistemas, queda claro que los procesos y los seres pertenecientes a cada ecosistemas se relacionan de manera tal que los unos dependen de los otros, y si alguno de ellos sufre una alteración, en general todo el ecosistema se verá alterado en mayor o menor grado; así que este modelo, aun cuando se presenta por medio de ritos, mitos y comportamientos determinados entre las culturas indígenas, indica un conocimiento profundo de la forma de actuar de los ecosistemas, y nosotros los occidentales nos hemos preocupado por estudiar este funcionamiento sólo a partir del siglo pasado.

Lo anterior aplica no sólo para los makuna sino para las comunidades indígenas asentadas en general en la región amazónica, vinculando de esta forma la herencia cultural de los antepasados o ancestros con las generaciones presentes a través de la historia oral recreada en los mitos.

Los animales en la cultura Makuna

Con respecto a los animales, éstos son semejantes a los hombres; en todas sus actividades están cuidando la selva, se relacionan con otros seres, especialmente con los humanos y los árboles. Ellos no andan por cualquier sitio sino por espacios que son considerados sus territorios o sus casas. Tampoco se consiguen con frecuencia en cualquier época; tienen su propio calendario ecológico, razón por la que se considera que los animales sí tienen su propio pensamiento, poder e inteligencia para actuar de acuerdo a sus propias reglas.

Por lo anterior, puede decirse que el concepto de conservación que tanto se menciona actualmente en nuestra cultura no existe como tal para estos grupos, pues es inherente a sus prácticas, y no ha sido necesaria su construcción simbólica dentro de la cultura étnica.

Los makuna en el contexto actual

Para los makuna, hay muy pocos que los conocen y saben quiénes son; por esto no los respetan. Ellos se consideran los dueños de su territorio, pues su territorio es como sus cuerpos, su alma y sus corazones, allí tienen su lugar de origen y sus conocimientos están allí y a éste pertenecen. Esto no significa que manejen un sentido de propiedad como el occidental; para ellos la tierra en general es de todos, y si ellos luchan por un territorio específico es porque se les ha dado por parte de sus ancestros la responsabilidad de cuidarlo y protegerlo, de tal manera que si todos cuidamos la Tierra, pues la Tierra es de todos y no se acabará.

De acuerdo con Maximiliano García, miembro del grupo Makuna, en entrevista realizada en Bogotá en 2005, para los makuna el manejo ambiental es “la curación que hacen los sabedores de acuerdo

con el calendario ecológico ambiental, pues al transcurrir el cambio de época vienen diferentes enfermedades de la naturaleza hacia los seres humanos. No es bueno que los sabedores no hagan curaciones pues por medio de estas curaciones contrarrestan estas enfermedades y le dan mas fuerza y

Si se mantiene el orden de la naturaleza, se estará asegurando el desarrollo del territorio, esto es, su permanencia y la de las especies que lo habitan.

equilibrio a la naturaleza para que todo esté en completo orden, para que no haya desequilibrio” (Mejía, 2005, entrevista personal)

Para los makuna, la explotación de recursos a gran escala no existe; por supuesto, hay formas determinadas de cazar cuando se realizan actividades, como las fiestas, para que la gente consuma, pero esto es controlado por el sabedor.

Al preguntársele por el concepto de desarrollo, la respuesta fue: “este tiene sentido desde la perspectiva ética de mantener el orden establecido por los Ayawas; si se mantiene el orden de la naturaleza, se estará asegurando el desarrollo del territorio, esto es, su permanencia y la de las especies que lo habitan” (Mejía, 2005, entrevista personal).

Esta cosmovisión particular –que genera lazos de dependencia y de reciprocidad directa entre todos los seres que se encuentran en un mismo territorio, con unas normas de comportamiento y de relación basadas en conductas éticas y en acciones directas entre los unos y los otros– es la que ha permitido que los territorios manejados por estos grupos se mantengan aún hoy en condiciones adecuadas no sólo para los habitantes de los diversos grupos indígenas sino para los habitantes en general de todo el ecosistema, que allí se mantiene integrado junto con todos sus elementos, entre los cuales el hombre pasa a ser una especie más.

En palabras de Carlos Gualinga Viteri, perteneciente al pueblo Kichwa de Pastaza, en la Amazonia ecuatoriana, “en la cosmovisión de las sociedades indígenas, en la comprensión del sentido que tiene y debe tener la vida de las personas no existe el concepto de desarrollo. Es decir, no existe la concepción

de un proceso lineal de la vida que establezca un estado anterior o posterior, a saber, de subdesarrollo y desarrollo, dicotomía por la que deben transitar las personas para la consecución de una vida deseable, como ocurre en el mundo occidental". www.cultydes.cult.cu/5/doc/91.doc

En contraste, existe una visión holística acerca de lo que debe ser el objetivo o la misión de todo esfuerzo humano (o lo que es o debe ser la vida), que consiste en buscar y crear las condiciones materiales y espirituales para construir y mantener el *Súmak káwsay* (buen vivir), que se define también como "vida armónica". Es decir, el objetivo no es desarrollarse ni evolucionar hacia algo mejor, sino que más bien el *Súmak káwsay* constituye una categoría en permanente construcción y adaptación a través de un presente continuo. www.cultydes.cult.cu/5/doc/91.doc

Al comparar nuestra cultura "occidental" con otras culturas que manejan sus relaciones con el ambiente de manera tan distinta a la nuestra, es posible detectar que las diferencias radican en los siguientes aspectos, entre otros:

Mirada de la naturaleza: en la cultura occidental esta mirada genera una dicotomía entre ambos, una división que busca el beneficio a partir del uso de la naturaleza. En la cultura Makuna, esta mirada es holística e implica la interdependencia entre todas las especies.

En cuanto al concepto de desarrollo: éste en la cultura occidental se ve en un contexto lineal y básicamente económico, mientras que entre los habitantes nativos de la Amazonia en general, el desarrollo tiene un sentido ético y cíclico de permanente adaptación y construcción, y se plantea desde el mantenimiento del orden establecido.

Finalmente, si nos enfocamos en el término propiedad, la diferencia es radical: dentro de la cultura occidental la propiedad se ve como algo individual, privado, en donde cada propietario tiene potestad para manejar su propiedad según su propia conveniencia, mientras que en la cultura Makuna el sentido de la propiedad no existe, el territorio es compartido y está allí para ser cuidado entre todos los que lo habitan.

Reflexión final

Para terminar este artículo es necesario plantear la siguiente reflexión: no podemos ignorar que la relación Hombre-Naturaleza tiene un trasfondo cultural, y desde allí debe buscarse una alternativa para la situación medioambiental actual. Debemos ser capaces de generar nuevos paradigmas, de cuestionar e identificar desde nuestra propia perspectiva qué significa una buena calidad de vida y si la sociedad de consumo, tal como se presenta en la actualidad, puede asegurarla, al menos para la mayoría de la población.

Los estudiosos del tema afirman que no es posible, en las condiciones de desarrollo actuales, generar esta alternativa, ¿entonces qué podemos hacer?

Si miramos hacia nuestra propia realidad, podríamos encontrar que otras formas de relación con la naturaleza son posibles y necesarias, y sólo desde un cambio cultural podremos generar alternativas reales de manejo adecuado y equitativo del medio ambiente, un manejo que puede plantearse en términos de reciprocidad, responsabilidad y respeto por la naturaleza, como lo plantean nuestras comunidades indígenas, con el fin de asegurar la existencia tanto de nuestra especie como de las otras especies.

Referencias

- Arhem, K., Cayón, L., Angulo, G. y García, M. (comp.) (2004), *Etnografía Makuna*. Bogotá, ICANH.
- Cañón, L. (2002), *En las aguas del Yuruparí. Cosmología y chamanismo Makuna*. Ed. Uniandes. Estudios Antropológicos N° 5.
- Mejía, F. (2005), Entrevista a Maximiliano García para la investigación "Impactos de la minería de oro artesanal en Taraira". Bogotá.
- Mejía, F. y Montero, C. L. (2008), "Notas de clase". Bogotá, Impacto Ambiental ET-ITC.
- Sin. Comunicado. La globalización del "medioambiente" y el "desarrollo sostenible". "Un mito para la cosmovisión de los Canelos Kichwa de Ecuador". En: www.cultydes.cult.cu/5/doc/91.doc
- Vieco, J. J., Franky, C. E. y Echeverri, J. A. (2000), *Territorialidad indígena y ordenamiento en la Amazonia*. Bogotá, Unibiblos.



medio ambiente y desarrollo

Desarrollo: ¿sostenible o no?

Gunter Trapp

Físico de la Universidad de Heidelberg
Doctor en Geofísica de la Universidad de Munich,
Alemania

Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades.

—Brundtland, 1987

La Tierra, nuestro hogar

“El hombre pertenece a la Tierra”: esta frase, más que un lugar común, es una constatación a la que nos obliga el saber científico contemporáneo: no hubo hombricitos verdes en la Luna; Marte combina un frío polar con la aridez del desierto, una atmósfera tóxica con la inclemente exposición a radiaciones letales. Los ambientes ofrecidos por los restantes planetas de nuestro sistema solar son todavía menos acogedores. Los hipotéticos planetas de otras estrellas están muy lejos: Alpha Centauri, la más cercana, está a cuatro años luz. Las leyes de la relatividad de Einstein, de un lado, y las limitaciones de la fisiología humana y su dependencia de la biosfera terrestre, por el otro, nos impiden llegar hasta esos distantes lugares con vida¹. No podremos elevarnos, cual enjambre de abejas, para instalarnos en otra parte, abandonando una Tierra demasiado pequeña y maltrecha. La “Conquista del Espacio” no resolverá nuestros problemas terrestres. Consolémonos con la idea de que no los habremos exportado a otros rincones del universo. Recordemos, en ocasión del quincuagésimo aniversario de la NASA, lo que sigue siendo la última finalidad y justificación de su programa espacial: “Mejorar la vida terrestre”.

Una de las características del hombre, desde su aparición en las sabanas africanas, ha sido el afán de mejorar su vida, de progresar, afán que lo ha llevado a cazar fieras, conquistar continentes, cultivar tierras, librar guerras, movilizar recursos. El *Homo sapiens* se ha emancipado del equilibrio que mantiene estables a las poblaciones de otras especies. Más que adaptarse a las variadas condiciones terrestres, él las ha adaptado a sus necesidades, transformando nuestra frase inicial en una nueva versión: “la Tierra pertenece al hombre”. Así lo encontramos en nuestra tradición bíblica².

Uso y cuidado de recursos

El concepto de pertenencia incluye dos aspectos importantes: el de uso (y abuso), que ya el niño conoce con sus juguetes, y el de conservación y cuidado, que se aprende más tarde en la vida, a menudo con base en las pérdidas sensibles o irreparables.

El hombre, como las otras especies, desde siempre ha hecho uso de los recursos naturales a su alcance pero ha jugado con ventaja frente a otras especies y ha ampliado su tajada a expensas de ellas. En una ola lenta pero irresistible se llevó por delante las especies vulnerables. Como cazador eliminó la megafauna de continentes, como agricultor desnudó paisajes enteros arrasando bosques y suelos. Dondequiera que encontraba un paraíso, lo echó a perder³. Pero casi siempre logró reemplazar los recursos perdidos por otros, en un mundo vasto y sin límites conocidos. Para el cuidado y la conservación de los recursos no había motivo ni necesidad en el mundo primitivo.

Esto ha cambiado. Desde hace siglos sabemos que la Tierra con sus recursos es finita y que es habitada hasta en sus últimos rincones vivibles. Aun así, la preocupación por la conservación de re-

1. Por razones similares, tampoco hay riesgo de invasiones por hipotéticos extraterrestres (Zuluaga 2008).

2. Génesis 1:28: “tened muchísimos hijos, llenad el mundo y gobernadlo. Dominad los peces, las aves y todos los animales que caminan”.

3. La idea de J. J. Rousseau (1762) del “salvaje noble” posteriormente corrompido por la sociedad es un mito.

Recuadro 1. Buchón de agua



El buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) es una planta acuática, invasora, que flota en las lagunas de Colombia. En condiciones favorables se multiplica rápidamente hasta cubrir completamente las lagunas, asfixiando la vida subacuática.

curso ha sido la excepción: han cuidado sus tierras los milenarios cultivadores del arroz, han evitado un exceso de caza los esquimales y los *bushmen* del Kalahari. Pero siempre que era posible, el hombre prefirió acceder a nuevos recursos, tierras cultivables, riquezas mineras, etc., mediante invasiones, anexiones y colonizaciones. Ejemplos históricos son la invasión del Viejo Mundo por los mongoles, y la de las Américas por los conquistadores europeos. Pero también muchos de los recientes cambios en la geografía política del mundo se deben a esta preferencia, desde la expansión alemana bajo Hitler hasta la guerra de Iraq. La práctica de suplir recursos faltantes a cuenta del prójimo nunca ha sido legítima,

El hombre desde siempre ha hecho uso de los recursos naturales a su alcance pero ha jugado con ventaja y ha ampliado su tajada a expensas de ellos.

pero sigue siendo una tentación para los poderosos y la última alternativa para los desamparados. A la conservación de los recursos, esta práctica nunca ha ayudado.

La preocupación por la conservación de los recursos sólo apareció y ha ganado fuerza en la segunda mitad del

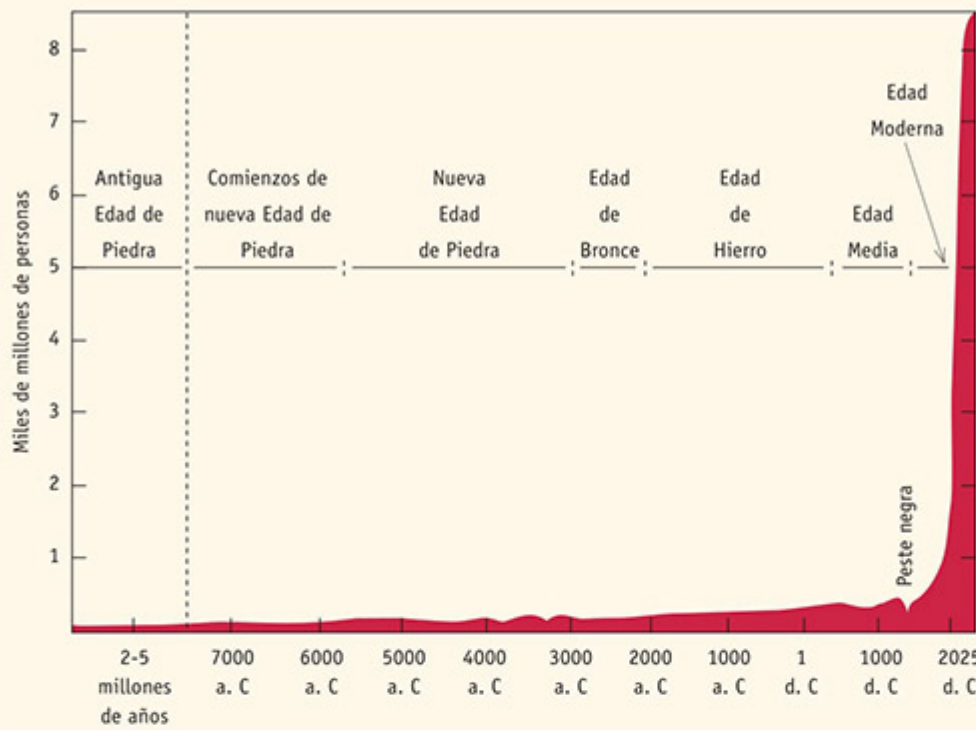
siglo xx, cuando ya existían suficientes motivos y razones para tal preocupación.

En retrospectiva, parece curioso que en más de 200 años de desarrollo científico, tecnológico e industrial este tema sólo ocasionalmente se hubiera planteado. Lo hizo Malthus (1798) cuando en su parroquia inglesa comparó el número de bautizos con el de entierros, identificó el crecimiento acelerado de la población y lo contrastó con la estancada producción de trigo. En términos generales, un eventual déficit o agotamiento de recursos naturales se ubicaba en un futuro suficientemente lejano como para no inquietarse. La explicación para el tardío despertar debe buscarse en dos hechos: la firme fe en un progreso continuo garantizado por el constante avance de la ciencia y la tecnología, y una errónea apreciación de las consecuencias del crecimiento exponencial. Estas consecuencias se pueden ilustrar con el ejemplo del buchón de agua (ver el recuadro 1 y la figura 3). Para el crecimiento demográfico en la segunda mitad del siglo xx significa que, durante estos 50 años, más seres humanos han pisado el planeta que en todos los 200.000 años anteriores. La demanda de recursos ha subido (y sigue subiendo) al mismo paso.

Tres patrones de cambio poblacional

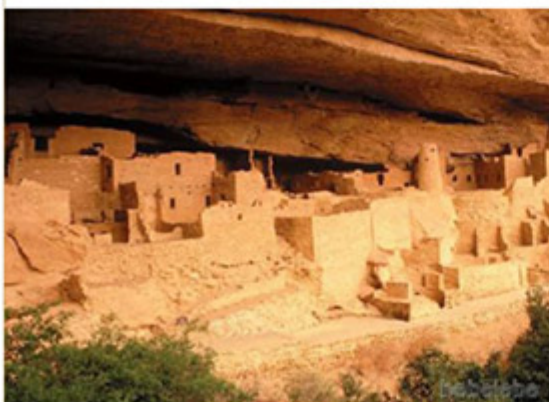
La figura 1 muestra la evolución de la población humana desde el paleolítico hasta el presente (con proyección hasta el año 2025). En el trazado de la curva se distinguen dos patrones de cambio: el

Figura 1. Crecimiento de la población mundial a través de la historia



primero, vigente desde los albores del *Homo sapiens* hasta el comienzo de la Revolución Industrial, muestra una secuencia de *períodos estables*. Períodos de población constante señalan ecosistemas equilibrados: los recursos (renovables) disponibles los aprovechan al máximo las especies presentes. Hay competencia entre las especies y entre los individuos de una misma especie, hay escasez. La población de cada especie se mantiene constante, es decir, su tasa de natalidad (fertilidad) equilibra la tasa de mortalidad. Para los peces con alta fertilidad (centenares de alevinos se producen en cada desove) esto significa una alta mortalidad (pocos alevinos sobreviven hasta la edad reproductiva). Para el *Homo sapiens* significa que, en promedio, sólo dos hijos de cada pareja llegan a la edad reproductiva, los demás caen víctimas de desnutrición, enfermedad, depredadores y violencia. Vivir en un período de población estable significa estar sujeto al cruel escenario de la selección natural darwinista, donde sólo los más aptos sobreviven.

Los poco frecuentes episodios de transición a un nivel más alto se producen con la aparición de recursos adicionales, tales como la colonización de nuevos territorios o la adopción de tecnologías más



Anasazi



Isla de Pascua



Ruinas mayas

eficientes. Son los momentos de abundancia, y se reduce la mortalidad hasta cuando se alcanza el siguiente nivel estable.

Ejemplos de poblaciones humanas estables son excepcionales en el mundo actual, marcado por el desarrollo y el crecimiento. Se reducen a poblaciones aisladas y excluidas del desarrollo, como las pequeñas sociedades agrícolas de aborígenes en Papúa-Nueva Guinea, descubiertas en su mayoría durante el siglo XIX, en perpetuo conflicto bélico con sus vecinos y violencia antropófaga como un factor de su estabilidad poblacional. Su víctima más prominente fue M. C. Rockefeller en 1960.

Otro ejemplo lo constituyen ciertas tribus en Mato Grosso y la Amazonía, descritas por Lévi-Strauss (1955), con enfermedad e infanticidio como factores de estabilidad poblacional.

El segundo patrón de cambio poblacional de la figura 1 corresponde a los últimos 300 años de la historia humana y consiste en un prolongado y gigantesco episodio de transición hacia un nivel elusivo y sin identificar. Su prolongada presencia ha hecho creer, equivocadamente, que se trata de una fase estable, que el crecimiento es un fenómeno duradero natural. El fenomenal crecimiento es el resultado de la combinación de tres factores que mutuamente se refuerzan, cada uno siendo a la vez causa y consecuencia de los otros: la ininterrumpida cadena de innovaciones tecnológicas, el crecimiento exponencial de la población y la explotación cada vez más despiadada de los recursos naturales. Aunque se pueda argumentar que la inventiva humana y su fertilidad biológica son virtualmente inagotables, los recursos no lo son. Es mérito del Club de Roma haber analizado a fondo esta situación y haber sonado, en 1972, el primer cañonazo de alarma con la publicación de su famoso libro *Los límites del crecimiento*.

Existe un tercer patrón de cambio poblacional, no visible en la figura 1, que consiste en la combinación de un crecimiento acelerado con un desplome catastrófico, acuñado como "Efecto burbuja" (en inglés, *overshoot*). Se produce cuando una población se encarga de sobreexplotar sus recursos, cavando su propia tumba⁴.

El "Efecto burbuja" se ilustra con el ejemplo de los renos de San Mateo (ver el recuadro 2 y la figura 2) pero, sin previsión prudente, también se produce en poblaciones humanas, como lo muestran las

4. El efecto burbuja también se presenta en muchos otros contextos. Ejemplo: después de una sostenida alza, la bolsa de Nueva York se desplomó repentinamente en octubre de 1929, sumiendo la economía mundial en una prolongada depresión.

súbitas desapariciones de otrora florecientes civilizaciones. Ejemplos históricos incluyen a los mayas centroamericanos, los anasazi de Nueva México y los polinesios de la Isla de Pascua, cuyas ruinas y esculturas todavía admiramos. Pero también muchas de las tragedias recientes en zonas de desertificación de África y del Cercano Oriente se deben a la destrucción de recursos por exceso de población. Para su mitigación, dependen de la ayuda internacional. No es difícil construir el mapa de las zonas más expuestas; basta comparar su actual evolución demográfica con la de sus recursos. A escala global, el actual crecimiento exponencial de la población, combinado con el actual declive en muchos recursos, presagia el riesgo de un efecto burbuja mundial.

Existe un patrón de cambio poblacional, que consiste en la combinación de un crecimiento acelerado con un desplome catastrófico, acuñado como “Efecto burbuja”.

Un nuevo modo de pensar

A finales de los años 60 del siglo xx, la comprensión de los sistemas complejos (como la interacción entre innovación tecnológica, crecimiento demográfico y explotación de recursos, arriba mencionados) y la capacidad de los computadores para simularlos permitieron, con bases sólidas, la elaboración de escenarios de desarrollo global y la publicación del libro: *Los límites del crecimiento* (Meadows et al., 1972). Tanto en su versión original como en la actualizada de 2002, se llega a las siguientes conclusiones:

- Una continuación del actual crecimiento de población, producción industrial, explotación de recursos y daños ambientales producirá un “Efecto burbuja”, conduciendo a un trágico colapso en el siglo XXI.
- Evitar el colapso requiere frenar (y finalmente parar) el crecimiento y reemplazarlo por un estado de equilibrio.
- Cuanto más tardemos en detener el crecimiento, más perjudicamos las opciones para el futuro.

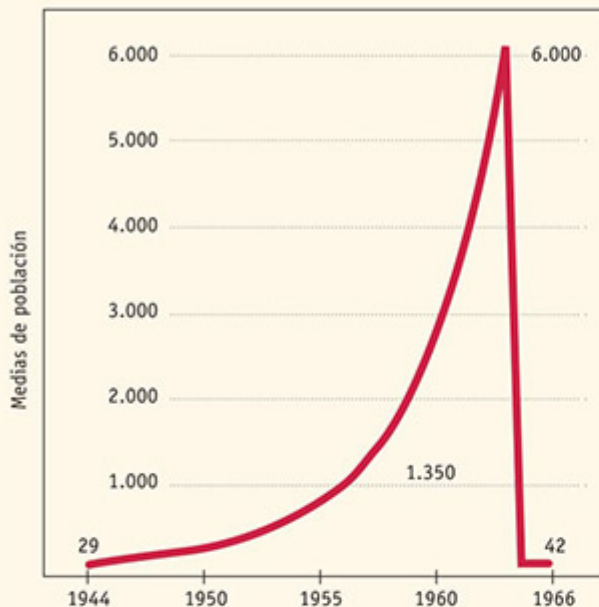
A pesar del éxito comercial del libro (¿o a causa del mismo?), las conclusiones produjeron incredulidad, hostilidad y rechazo porque cuestionaban el paradigma del progreso en su forma actual.

Recuadro 2. Los renos de San Mateo (Klein, 1968)

La remota isla de San Mateo, en el estrecho de Bering, con una superficie de 300 kilómetros cuadrados y con clima subártico, fue escenario de un espectacular caso de “explosión” poblacional de renos (*Rangifer tarandus*). En 1944, militares estadounidenses introdujeron un grupo de 19 renos, que se multiplicaron durante 20 años en condiciones inicialmente “ideales”: clima adecuado, abundante forraje, ausencia de depredadores y competidores y presencia humana despreciable. En 1963 habían llegado a una población estimada en 6.000 ejemplares en condiciones deterioradas: severos daños ambientales, sobrepastoreo, riñas violentas por el escaso forraje, animales heridos y desnutridos. Al siguiente invierno, sólo 20 animales sobrevivieron.



Figura 2. Crecimiento poblacional



Población calculada de renos en la isla de San Mateo. Su número actual se indica en la curva de población

Críticos violentos como H. Kahn sostenían que “con las tecnologías presentes y del futuro cercano será posible sostener una población mundial de 15 mil millones con ingreso per cápita de 20.000 dólares durante mil años”. Otros criticaban el enfoque global, en vez de reconocerlo como un acierto. En general, la exigencia de renunciar al crecimiento se vio como una amenaza al progreso y no como alternativa para crear un mundo más equitativo y compatible con nuestra biosfera. Lo que no produjo el libro de 1972 fue el inicio de cualquier viraje hacia un desarrollo sostenible.

Se llevó el viento las palabras del entonces secretario general de las Naciones Unidas, U'Thant: “Sin querer dramatizar, la única conclusión que puedo sacar de la información disponible [...] es que a los miembros de las Naciones Unidas les quedan, quizás, diez años para subordinar sus antiguas peleas a una solidaridad global, para abandonar la carrera armamentista, para mejorar el entorno humano y para desarmar la bomba de la explosión demográfica. Si esta solidaridad no se logra forjar en los próximos diez años, mucho me temo que los problemas habrán adquirido proporciones fuera de nuestro control”.

En la década de los 90, M. Wackernagel (1995) diseñó una forma de cuantificar el impacto humano sobre

nuestro planeta, la “huella ecológica”, que mide la superficie que cada ser humano usa, directa o indirectamente, para atender sus necesidades de alimento, vivienda, bienes y servicios, etc., y para eliminar sus desechos. Wackernagel mostró que a partir de la década de los 80, el total de huellas ecológicas de la población global había excedido la superficie disponible del planeta. Resultó inevitable la conclusión: ya no vivimos de lo que produce la tierra, sino de su substancia. Estamos en plena “burbuja”. La demora en reaccionar a las advertencias de 1972 ha limitado las opciones futuras; en palabras de

Aurelio Pecci, del Club de Roma, “el futuro ya no es lo que hubiera podido ser si los humanos hubiéramos sabido usar mejor nuestros cerebros y nuestras oportunidades”. La burbuja creció.

Los esfuerzos, inicialmente tímidos, de ahorro de energía, del

uso más eficiente de recursos, de reciclaje, de la descontaminación ambiental, etc., hoy se ven como necesarios pero insuficientes, mientras no se logran dominar y vencer las dos causas principales del crecimiento: la explosión en la demanda de bienes y la explosión demográfica. Vencer estas dos causas significa desatar una nueva revolución, acaso más profunda que el invento de la agricultura o la Revolución Industrial: significa reemplazar el paradigma del crecimiento por el del equilibrio, significa modificar ancestrales comportamientos humanos, significa vencer el instinto por la razón.

Los instintos de supervivencia y reproducción son los más poderosos, son parte de nuestra herencia genética, cuyas formas de manifestarse se han moldeado generación tras generación. De acuerdo con E. O. Wilson (2004), descendemos de los ganadores de una lotería genética que premiaba a los más rapaces y a los más fértiles. Dada la oportunidad, nuestro comportamiento delata esta herencia. Pero no somos esclavos de nuestros instintos, somos seres racionales con la capacidad (y el deber) de controlar avaricia y lujuria⁵.

Descendemos de los ganadores de una lotería genética que premiaba a los más rapaces y a los más fértiles. Nuestro comportamiento delata esta herencia.

5. Junto con los otros cinco “pecados capitales”.

Figura 3. Agua cubierta por el buchón de agua.



Tomada de: http://www.cortolima.gov.co/galeria/data/media/4/Buchon_de_Agua.JPG

Al dueño de una finca le advierten que en su laguna ha aparecido el buchón de agua, que cada día duplica la superficie cubierta y que amenaza con cubrir la laguna totalmente al cabo de un mes. El finquero resuelve postergar toda acción hasta el momento cuando la mitad de la laguna resulte cubierta. ¿Cuánto tiempo le queda a partir de este momento para reaccionar? La respuesta: un día.

El mundo competitivo actual desincentiva el altruismo, la solidaridad con “los demás, incluidas futuras generaciones”. Nos empuja sin tregua a superarnos (y a superar a los demás) y premia al ganador con los bienes que el dinero compra.

No hay ley ni sanción social que limite la opulencia, no hay medida que nos diga cuánto es suficiente, cuánto es demasiado. La moderación voluntaria, que el futuro nos exigirá, antaño predicada y admirada (ejemplo: la pobreza franciscana), fue desechada. Los *hippies* de los años 60 y 70 han cedido su lugar a los *yuppies* como ídolos para los jóvenes. Seguimos premiando a los rapaces. Pero no todos estamos satisfechos con este mundo competitivo: descubrimos la “calidad de vida” (y su falta). Con J. S. Mill (1848) nos negamos a aceptar que “el estado natural del hombre consista en una lucha contra los demás para seguir adelante, que la suerte preferible del hombre sea orillarlos, tumbarlos, pisotearlos, aplastarlos”.

¿Controlaremos nuestro instinto egoísta?

Los cambios de comportamiento reproductivo que el futuro nos exigirá no son menos problemáticos, dada la confusión actual: mientras las condiciones del mundo rico desincentivan familias grandes, lo contrario sucede en el mundo pobre.

Las decisiones sobre el número de hijos se consideran parte del ámbito privado, pero los niños y jóvenes desamparados son un problema de la sociedad. La moral sexual sigue siendo una doble moral discriminando a la mujer. Los tradicionalistas, paradójicamente, anclan su moral sexual en la “ley natural” (los instintos) y rechazan cualquier anticonceptivo. En

países como Colombia, el aborto es prohibido, salvo excepciones; en China el aborto es fomentado, salvo excepciones. El infanticidio (o abandono de recién nacidos) es un crimen, pero sucede. ¿Habrá forma de ponernos de acuerdo y aceptar que tener más de dos hijos es antisocial?

Los pesimistas se preguntan en vano: ¿cuál empresa tiene futuro?, ¿qué presupuesto nacional es viable?, ¿cómo se reduce el desempleo?, ¿qué teoría económica funciona⁶ si no es con crecimiento? Recuerdan cuántas veces el “demasiado poco demasiado tarde” ha frustrado soluciones constructivas⁷. Trabajan para posponer, hasta donde sea posible, el colapso social final. Prevén la derrota de la razón por los instintos y declaran al *Homo sapiens* una especie no viable.

Los optimistas trabajan para mejorar las posibilidades de salir del cuello de botella, confían en un consenso racional entre países, entre gobernantes y gobernados. Calculan que no es tarde para desa-

Los optimistas trabajan para mejorar las posibilidades de salir del cuello de botella, confían en un consenso racional entre países, entre gobernantes y gobernados.

6. Se atribuye a J. M. Keynes la siguiente anécdota: al final de una de sus conferencias se le preguntó: “¿Y qué pasa según su teoría a largo plazo?”. A lo cual respondió: “A largo plazo todos habremos muerto”.

7. Ejemplos son la Revolución Francesa de 1789 y la rusa de 1917.

rollar y poner en práctica modelos económicos capaces de iniciar la transición hacia el equilibrio. Ven la crisis no como el acabose sino como un camino hacia un mundo mejor.

El caso de Colombia

Los escenarios desarrollados en *Los límites del crecimiento* son de alcance global. No consideran las condiciones regionales y nacionales. Es obvio que –a pesar de la globalización de mercados– la dotación de recursos, el grado de contaminación y la presión demográfica de cada país son decisivos en suavizar o profundizar la crisis, en precipitarla o demorarla. La “huella ecológica” de Wackernagel permite esta diferenciación. Su promedio en 2006, incluyendo a todos los ricos y pobres del mundo, había superado en 20 por ciento la superficie disponible de nuestro planeta. La región de América Latina y el Caribe fue, y sigue siendo, la única del mundo con huella inferior a su superficie, estando Colombia en el 70 por ciento, en un punto relativamente favorable. Esto no significa que estemos exentos de la crisis, sino que la crisis todavía no ha llegado a su punto crítico. Nos queda un tiempo, un período de gracia, para poner nuestra casa en orden. ¿Cuánto tiempo?

Si las actuales tendencias de crecimiento demográfico y de consumo per cápita no cambian, el período de gracia se nos acabará a la mitad del siglo: la movilización de recursos habrá llegado a su límite. Franquear este punto nos metería en la espantosa espiral de la burbuja. Pero ni siquiera llegar a este punto es deseable: significaría el equilibrio de la escasez y la vulnerabilidad a cualquier fluctuación de parámetros económicos o ambientales (como el calentamiento global). Depende de nosotros, si nuestros hijos vivirán en la estrechez o la holgura, si se pisarán unos a otros los talones o si gozarán de la amplitud que muchos de nosotros todavía conocemos y valoramos.

Procurar un futuro aceptable requiere aplicar las tres restricciones de Daly (1990):

- Ningún recurso renovable debe utilizarse a un ritmo superior al de su regeneración.
- Ningún contaminante se debe producir a un ritmo superior al necesario, para su reciclaje, neutralización o absorción por el ambiente.
- Recursos no renovables no deben aprovecharse a un ritmo superior al necesario para sustituirlos por recursos renovables.





Lograr esto en una generación es un tremendo reto; ninguna de nuestras proyecciones a mediano plazo lo ha tenido en cuenta, ningún movimiento social, político o ambiental lo ha aceptado, ni siquiera identificado en sus verdaderas dimensiones. ¿Perderemos otros treinta años en despertarnos?

Los recursos de Colombia son considerables: abundantes precipitaciones, tierras fértiles, riquezas forestales, biodiversidad y una población pujante e inventiva. Colombia es un país rico. Pero seguirá siéndolo sólo si nos limitamos a usar lo que produce esta riqueza, sin destruirla.

Referencias

- Brundtland, G. H. *Nuestro futuro común*. Informe para las Naciones Unidas, 1987.
- Daly, H. "Toward some Operational Principles of Sustainable Development". *Ecological Economics* 2 (1990): 1-6.
- Klein, D. R., "Introduction, Increase and Crash of Reindeer on St. Matthew Island" *J. Wildl. Mngm.* 1968 (32): 2.
- Levi-Strauss, C. *Tristes Tropiques*, 1955.
- Malthus, T. *Ensayo sobre el principio de la población*, 1798.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., Behrens, W., W., III, *The Limits to Growth*, 1972.
- Mill, J. S. *Principles of Political Economy*, 1848.
- Rousseau, J. J. *Emile*, 1762.
- Wackernagel, M., Rees, W., E., Testemale, P. *Our Ecological Footprint. Reducing Human Impact*, 1995.
- Wilson, E. O. *On Human Nature*, 2004.
- Zuluaga, J. I. "¿Dónde está E.T.?" *Innovación y Ciencia*, XV-2 2008.

pagosonline.net 
El pago seguro en Internet

Vende fácilmente por Internet con toda tranquilidad, usando la mas avanzada tecnología en detección contra el fraude electrónico.

Contáctanos ya en:
www.pagosonline.net



PBX: (+1)7 563 126

| educación

Gaia:

la quinta piel

UNA METÁFORA AMBIENTAL

Pablo Garzón

Biólogo UPN, Magíster en Docencia de la Física UPN, Director y actor de Teatro; Asesor Pedagógico, Miembro de la Fundación Taller de la Tierra ftdelatierra@yahoo.es

Celso Román

DM Veterinario UN, Maestro en Bellas Artes UN, MFA Sculpture Pratt Institute, NY, Escritor; Subdirector y Miembro de la Fundación Taller de la Tierra ftdelatierra@yahoo.es

El niño debe vivir en la dignidad de ser respetado y de respetar al otro para llegar a ser un adulto que se respeta a sí mismo y respeta al otro viviendo como un ser con responsabilidad social, cualquiera sea el tipo de vida que le toque vivir... el niño o niña debe crecer en la biología del amor y no en la biología de la exigencia y la obediencia.

—Maturana y Verden-Zöllner, *Amor y juego*¹.

Se define la metáfora como el término proveniente del griego *meta*, “más allá”, y *forein*, “pasar”, “llevar”, que el diccionario denomina un tropo o recurso literario que consiste en identificar dos términos entre los cuales existe alguna semejanza. En esta propuesta pedagógica se asume la metáfora como un instrumento que, por comparación, y vinculando lo desconocido con lo conocido, permite apropiarse ideas del mundo a través de las metáforas del arte, la literatura, la ciencia y el juego, para acercarse al entorno y comprenderlo amorosamente: ésa es la esencia de la creatividad y la base de la sustentabilidad. En esta perspectiva se pretende desarrollar en los estudiantes una visión integral del mundo y un Yo en estrecha relación consigo mismo, con los otros y con la naturaleza.

El conocimiento de los entornos naturales, sociales y culturales permitirá a la comunidad educativa reconocer las potencialidades, evidenciar las problemáticas y proponer posibles alternativas a través de proyectos escolares. En este sentido, el docente se convierte en el gestor cultural de su propia comunidad, capaz de diseñar, formular, gestionar y acompañar proyectos con sus estudiantes, pues desde esta propuesta se considera la escuela como el centro cultural más importante del entorno local, y al maestro, como el intelectual preparado para transformar imaginarios. Esto implica un cambio en el sentido de la educación y en el concepto de escuela, que en términos de Humberto Maturana sería cambiar de lo patrístico a lo matrístico.

La escuela tradicional ha sido un ámbito *patrístico* de formación del niño. El concepto de patrístico se caracteriza por un deseo de apropiación opuesto a la idea de compartir y participar; denota un espacio donde se favorece la competencia, entendida como el dominio sobre los demás a partir de la rivalidad y el posicionamiento de los más fuertes sobre los débiles, en oposición a la solidaridad, el compañerismo y la igualdad de condiciones. Se determina por el ejercicio férreo de la autoridad impuesta mediante la obediencia y el control, a diferencia del mundo *matrístico*², donde los niños se forman en el respeto a sí mismos y hacia los demás, en el amor y en la sensibilidad, para la construcción de un Yo integrado al entorno, de manera que puedan configurar el mundo desde diferentes perspectivas.

En el siguiente cuadro se puede establecer una comparación entre los dos conceptos de Maturana:

1. Humberto Maturana, 1997. *Amor y juego, fundamentos olvidados de lo humano*. Editorial Instituto de Terapia Cognitiva, Santiago de Chile.

2. “La palabra matrístico connota una situación cultural en la que la mujer tiene una presencia mística que implica la coherencia sistémica acogedora y liberadora de lo maternal fuera de lo autoritario y lo jerárquico. La palabra matrístico, por lo tanto, es contraria a la palabra patriarcal, que significa lo mismo que la palabra patriarcal, en una cultura en la cual las mujeres tienen el rol dominante. La palabra matrístico está usada intencionalmente para referirse a una cultura en la cual hombres y mujeres pueden participar de un modo de vida centrado en una cooperación no jerárquica, precisamente porque la figura femenina representa la conciencia no jerárquica del mundo natural al que pertenecemos los seres humanos, en una relación de participación y confianza, no de control ni autoridad,

ÁMBITO PATRÍSTICO	ÁMBITO MATRÍSTICO
Apropiación	Participación
Fertilidad: multiplicación	Fertilidad = abundancia
Sexualidad = procreación	Sexualidad = ternura, disfrute
Procreación desmedida	Procreación regulada
Guerra, competencia dominio	Cooperar, compartir, compañía
Mística = obediencia ciega	Mística = armonía vida-muerte
Dios = inflexible, castigador	Diosas que legitiman la armonía
Pensamiento lineal, naturaleza dominada, sin respeto por la vida	Pensamiento sistémico, naturaleza compartida respetada
Autoridad: obediencia y control	Autoridad: acuerdo, cooperación
Mujer subordinada al hombre	Igualdad mujer-hombre

En coincidencia con el ámbito matrístico de Maturana, el artista austriaco Friedrich Hundertwasser³ plantea que es posible reconocer nuestras cinco pieles para generar una conciencia del Yo ligado al planeta Tierra; afirma que es posible reconocer en nosotros varias pieles: la primera es la epidermis natural, que antes que separarnos del entorno nos une a él; la segunda piel es la ropa, que nos identifica culturalmente, al igual que la tercera piel, la casa. La cuarta piel del ser humano es el entorno social, incluidos la familia, la Naturaleza, y el sentido de pertenencia a una nación, que él llama *identidad*; y la quinta piel es el planeta mismo, por lo cual a cada persona le atañe el destino de la biosfera, la calidad del aire que respiramos y el estado de la corteza terrestre que nos cobija y alimenta.

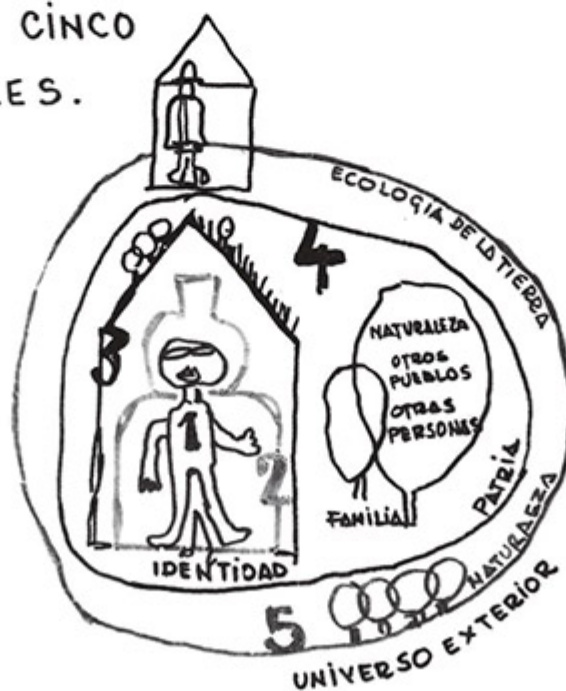
En un espacio matrístico el niño puede reconocer sus cinco pieles a través del juego evidenciando sus ritmos, sus movimientos, sus espacios, sus tiempos, y sus palabras; categorías que, en resumen, pueden desarrollar una corporalidad acorde con su pensamiento y su emocionalidad.

Una vez vista la necesidad de un espacio matrístico en la escuela, donde los estudiantes reconozcan sus cinco pieles, se propone afirmar la conciencia planetaria desde la hipótesis Gaia⁴, formulada

y en la cual la vida cotidiana es vivida en una coherencia no jerárquica con todos los seres vivientes, aún en la relación predador-presa" (Humberto Maturana R., *Amor y juego*).

3. Su nombre era Friedrich Stowasser (Viena, 1928) ("Sto" en las lenguas eslavas significa "cien", "hundert" en alemán). En 1968 en Venecia cambia su nombre a Friedensreich Hundertwasser Regentag, es decir, Hundertwasser entre el reino de la paz (Friedensreich) y el día de lluvia (Regentag), *La paz y la lluvia, dos estados de gracia*. Más recientemente añade otro nombre a los anteriores: Dunkelbunt (colores vivos, un poco tristes, como animados por un fulgor que viene de las profundidades ¿Una reminiscencia de las flores del herbolario de su infancia?). Tomado de Pierre Restany, 2003 *Friedrich Hundertwasser, el Pintor Rey con sus Cinco Pielés*, Taschen, Madrid.

• LAS CINCO PIELES.



- 1 PIEL
- 2 ROPA
- 3 CASA
- 4 IDENTIDAD
- 5 TIERRA



por el científico británico James Lovelock y sustentada por la microbióloga americana Lynn Margulis, quienes ofrecen evidencias científicas en favor de una idea muy antigua: la Tierra se comporta como un organismo vivo. Gaia es el nombre que dieron los griegos a la diosa Tierra; muchos pueblos antiguos, en sus creencias fundamentales, dieron diferentes nombres a la Madre Tierra: la ninfa Europa, las diosas Irlanda (Erin, Heriu, Hera) y Escocia (Scotia), y en América los indígenas la llamaron Pacha Mama, Haba, Ati y Puinawai.

La perspectiva Gaia considera la Tierra como el mayor organismo viviente, que se autorregula mediante los ciclos de relaciones entre los animales, las plantas y los demás organismos y microorganismos que la habitan, manteniendo una dinámica que ha posibilitado la vida por millones de años. Actualmente el planeta manifiesta desequilibrios generados por las formas de producción no sostenibles, que se han desarrollado a partir de la era industrial. Para Lovelock, Gaia tiene unas células llamadas *Homo sapiens*, que todavía no han encontrado su función en el conjunto del organismo. Se distinguen de cualquier otra célula por su habilidad para modificar los entornos y destruirse entre sí. El caso es que desde hace unos doscientos años ambas cualidades se han desarrollado de manera alarmante; el crecimiento desmedido ha llevado a las *Homo sapiens* a alcanzar una población de más de cinco mil millones, que devasta las selvas, pulmones de Gaia, contaminan los ríos y los mares de su sangre, ensucian el aire de su atmósfera, asfixian la fertilidad de los suelos, que son su piel, y crean una serie de nuevas enfermedades, entre las cuales están el aumento del efecto invernadero, el crecimiento del agujero en la capa de ozono, el incremento de la lluvia ácida y el calentamiento global, contra las cuales el sistema inmunológico de Gaia nada puede hacer.

En su mayoría, las células *Homo sapiens* parecen ignorar que están destruyendo el organismo que las sostiene; se diría que su conciencia se limita a sus deseos más inmediatos, como considerar a la naturaleza

4. Fritjof Capra, "Crisis y transformación", *Revista Integral Nueva Conciencia*.



un objeto de comercio inagotable, sin pensar en las consecuencias del consumismo y la acumulación de bienes, y sintiéndose superiores a las células vecinas. Las constantes vitales de Gaia están peligrosamente afectadas, pero las células prosiguen su ciega actividad, pues nadie las ha educado para comprender que en el momento en que muera el organismo ellas también lo harán... y cada vez queda menos tiempo.

Hay, sin embargo, algo que podría salvarlas a ellas y a Gaia: la *conciencia*. Se trataría simplemente de reconocer su dependencia de ese organismo, y de utilizar su increíble creatividad para hacer de la Tierra un planeta cada día más bello. De hecho, muchas de las *Homo sapiens* han estado desde

La perspectiva Gaia considera la Tierra como el mayor organismo viviente, que se autorregula mediante los ciclos de relaciones entre los animales, las plantas y los demás organismos y microorganismos que la habitan.

siempre viviendo en armonía con su entorno y en paz con sus semejantes, y hoy son cada vez más numerosas las que se hacen conscientes de la enfermedad que tiene Gaia. Unas se agrupan en multitud de pequeños órganos, como grupos ecologistas, pacifistas, organizaciones no gubernamentales, educadores ambientales..., otras buscan desarrollar su conciencia para encontrar su lugar en la armonía del organismo. Una nueva conciencia está emergiendo entre las *Homo*

sapiens, y eso es lo único que puede salvar a su especie y al planeta. En este momento crucial, cada una de las células tiene algo que aportar, algo insustituible. Cada uno de nosotros es una de esas células, somos parte de la conciencia planetaria de Gaia.

Cuando el pensamiento indígena se encuentra con la hipótesis Gaia y con el pensamiento poético y metafórico, surge una serie de relaciones: la Tierra se comporta como un organismo vivo del cual todos formamos parte cumpliendo funciones clave para la salud de ese ser planetario donde todo está interrelacionado: agua, suelo, aire, plantas, animales, gente. En el siguiente cuadro se presentan algunas relaciones:

GAIA, PACHA MAMA DADORA DE VIDA	MUJER MADRE, DADORA DE VIDA
La Tierra	Representa el cuerpo humano
Capa vegetal	Representa la epidermis
Recurso hídrico	Función circulatoria
Quebradas y ríos	Venas y arterias
Absorción de agua y nutrientes	Función digestiva
Bosque y aire	Función respiratoria
<i>Homo sapiens</i>	Cerebro, mente y corazón

Por ello es necesario trabajar con los docentes y los estudiantes el reconocimiento de la corporalidad, pues nos comunicamos, amamos, conocemos y nos proyectamos como cuerpo. No hay separación entre el yo y el entorno, ni entre el yo y el colectivo, ni entre el sujeto que conoce y el objeto conocido.

En la relación sujeto-entorno, los bordes del cuerpo no separan sino que más bien proponen una extensión con el medio: somos agua, somos viento, somos energía, somos lenguaje, somos acción. De ahí surge la necesidad de afinar la percepción del entorno natural y social mediante el redescubrimiento de los sentidos, para fortalecer una conciencia corporal, fundamento de la construcción de una cultura de la sustentabilidad. Nos transformamos en interacción permanente con el entorno y con los otros; *así, si yo cambio, cambia el entorno*. Nuestra calidad de vida dependerá del buen estado de los recursos naturales, pues como especie tenemos la capacidad de modificar constantemente el espacio que nos rodea.

A continuación se presenta el texto *Dora la oruga buscadora*⁵ como ejemplo para mirar el mundo desde la metáfora:

Ésta es la historia de una oruga viajera que venía de muy lejos, recorriendo el follaje.

Medía y probaba todas las hojas, enormes, pequeñas, alargadas, redondeadas, acorazonadas... y todas las frutas: dulces, ácidas, pequeñas, grandes, desde la diminuta cereza hasta la gigantesca papaya.

Buscaba un árbol que, según la leyenda, era mágico.

En la aldea de las orugas decían que quien probara sus hojas y sus frutos podría satisfacer todos los deseos, incluidas cosas tan locas como poder volar para visitar todas las flores y escapar del pico de los pájaros.

Un día, al amanecer, lo encontró: estaba en medio del bosque, majestuoso y brillando con el rocío como si estuviera decorado con diamantes, que refulgían con los primeros rayos del sol.

¡Lo encontré! ¡Lo encontré! ¡Es mío! ¡Sólo mío! Decía y comía sus deliciosas hojas y sus dulces frutos. Comía y comía más y más hojas tiernas, tan sabrosas y apetitosas...

Comió y comió tantos frutos y retoños, que muy pronto se sintió enferma. Su vientre había crecido al doble del tamaño normal, y a través de la piel brillaban los colores mágicos del árbol. Y lo peor de todo era que pedía deseo tras deseo, pero ninguno se cumplía.

Así, acongojada y presa de malestar, la encontró el tío Morrocoy, la sabia tortuga que recorre la selva ayudando a los demás.

Compadecido, le dio una tisana de yerbabuena y le pidió que reflexionara sobre esa ambición que la había movido a querer devorar ella sola el árbol mágico.

"¿No sería mejor compartirlo? Piensa en eso, mi querida Dora", le dijo el tío.

Esa noche Dora, la oruga buscadora comprendió que ella sola no podría comerse todo el árbol, y decidió volver a su aldea y buscar a todas sus hermanas para que también ellas disfrutaran de aquella prodigiosa planta.

Llegaron montadas en el caparazón del tío Morrocoy, y comieron lo suficiente para quedar satisfechas y echar una siesta envueltas en un capullo.

Cuando despertaron, todas tenían alas, y podían volar.

Eran... ¡Mariposas!

El siguiente cuadro permite al docente analizar el cuento y establecer posibles relaciones con las áreas del conocimiento y de la expresión artística:

TEXTO	IMAGEN (Ideas para video, títeres o teatro)	RELACIONES CURRICULARES
<p>1. “Ésta es la historia de una oruga que recorría el follaje. Medía y probaba todas las hojas: enormes, pequeñas, alargadas, redondeadas, acorazonadas... y todas las frutas: dulces, ácidas, pequeñas, grandes, desde la diminuta cereza hasta la gigantesca papaya”.</p>	<p>Sobre una hoja se transforma en oruga “animada”, conservando sus características naturales. La imagen describe lo dicho por el texto.</p>	<p><i>Lenguaje</i>: el cuento, descripciones de personajes, lugares, situaciones, etc. Ejemplo: describe las hojas y frutas de tu región, que sean comestibles. <i>Ciencias Naturales</i>: la metamorfosis de los insectos, clasificación de las hojas y los frutos; los sentidos en general; biodiversidad colombiana. Ejemplo: clasifica las hojas y las frutas comestibles de tu región, según forma y tamaño. <i>Matemáticas</i>: las proporciones, las unidades de medida. <i>Educación Física</i>: imitación de los movimientos de los animales. <i>Ciencias Sociales</i>: la alimentación de los animales y la gente; la diversidad de climas y culturas.</p>
<p>2. “Buscaba un árbol que, según la leyenda, era mágico. En la aldea de las orugas decían que quien probara sus hojas y sus frutos podría satisfacer todos los deseos, incluidas cosas tan locas como poder volar para visitar todas las flores y escapar del pico de los pájaros”.</p>	<p>El árbol mítico, lleno de luz; la aldea “indígena”. Mostrar en plano subjetivo vuelo de flor en flor y huida de un pájaro, sin dejar ver que se trata de una mariposa.</p>	<p>Tipos de comunidades, los mitos y las leyendas La cadena trófica, la polinización, la estructura de los árboles y su diversidad. <i>Artes</i>: dibujo de estructuras, formas y colores de árboles, ramas, hojas, flores y frutos, observando escalas proporciones y gamas de colores. Animales asociados al árbol, que puedan ser amigos o enemigos de la oruga.</p>
<p>3. “Un día, al amanecer, lo encontró: estaba en medio del bosque, majestuoso y brillando con el rocío como si estuviera decorado con diamantes, que refulgían con los primeros rayos del sol”.</p>	<p>El árbol que se describe.</p>	<p>El ciclo del día y la noche; la formación del rocío, la gota de agua como prisma.</p>
<p>4. “;Lo encontré!;Lo encontré! Es mío, sólo mío. Decía y comía sus deliciosas hojas y sus dulces frutos. Comía y comía más y más hojas tiernas, tan sabrosas y apetitosas... Comió y comió tantos frutos y retoños, que muy pronto se sintió enferma. Su vientre había crecido al doble del tamaño normal, y a través de la piel brillaban todos los colores mágicos del árbol. Y lo peor de todo era que pedía deseo tras deseo, pero ninguno se cumplía”.</p>	<p>La imagen describe lo dicho por el texto.</p>	<p><i>Ciencias Sociales</i>: valores y antivalores <i>Ciencias Naturales</i>: la alimentación, la digestión.</p>
<p>5. “Así, acongojada y presa de malestar, la encontró el tío Morrocoy, la sabia tortuga que recorre la selva ayudando a los demás. Compadecido, le dio una tisana de yerbabuena, y le pidió que reflexionara sobre esa ambición que la había movido a querer devorar ella sola el árbol mágico. ‘¿No sería mejor compartirlo? Piensa en eso, mi querida Dora’, le dijo el tío”.</p>	<p>La imagen describe lo dicho por el texto.</p>	<p><i>Ciencias Naturales</i>: las hierbas medicinales, los habitantes de la selva. <i>Lo axiológico</i>: valores y antivalores.</p>
<p>6. “Esa noche Dora la oruga buscadora comprendió que ella sola no podría comerse todo el árbol, y decidió volver a su aldea y buscar a todas sus hermanas para que también ellas disfrutaran de aquella prodigiosa planta”.</p>	<p>La imagen describe lo dicho por el texto. La marcha de las orugas con música y danza.</p>	<p><i>Música y danza</i>: la marcha de las orugas hacia el árbol mágico.</p>
<p>7. “Llegaron montadas en el caparazón del tío Morrocoy, y comieron lo suficiente para quedar satisfechas, y echar una siesta envueltas en un capullo”.</p>	<p>Proceso “real” de elaboración del capullo por parte de la oruga “animada”.</p>	<p><i>Ciencias Naturales</i>: los cambios de la metamorfosis en los seres vivos. Diversidad de mariposas.</p>
<p>8. “Cuando despertaron, todas tenían alas, y podían volar. Eran... ;Mariposas!</p>	<p>Eclosión de mariposas “reales”, vuela de flor en flor y esquiva los pájaros.</p>	<p><i>Artes</i>: imitación del vuelo; maquillaje con los colores y los diseños de las alas de las mariposas.</p>



La Fundación Taller de la Tierra ha aplicado esta metodología con docentes y ha elaborado materiales didácticos, surgidos de su contextualización en siete regiones del país, siempre en la perspectiva de lograr una relación amorosa entre los seres humanos y los diversos entornos, para que *podamos disfrutar los recursos del presente, conservándolos para que también los disfruten las generaciones futuras*, como proponen las Naciones Unidas, y que adquiere vigencia en este Año Internacional del Planeta Tierra.



Cuando usted sabe lo que
la gente quiere, es más fácil
que lo quieran.

El Observatorio de Tendencias de la CCB sigue de cerca los hábitos y conductas de los habitantes de Bogotá y la región, suministrando información clave que apoya la innovación en sus productos y servicios.

**Observatorio de Tendencias de Bogotá,
una guía para saber lo que la gente quiere.**

Cámara de Comercio de Bogotá • Bogotá Innova
594 1000 Ext. 2693 • clusterdiseno@ccb.org.co

**Observatorio
de Tendencias
de Bogotá**

CCB CAMARA
DE COMERCIO DE BOGOTA
Por nuestra sociedad

| nuevos discursos

Naturalmente humano:

los ecosistemas emergentes
y la gestión de una nueva naturaleza

Germán I. Andrade Pérez

Biólogo. Profesor. Maestría de Gerencia Ambiental,
Facultad de Administración, Universidad de los
Andes. Miembro de la Fundación Humedales de
Colombia. gandrade@uniandes.edu.co

¿Y qué tal si el contacto con la Naturaleza tuviera interacciones más profundas e indispensables para nuestra felicidad, que no reconocemos hoy porque hemos olvidado las palabras para nombrarlas?

—Germán Camargo (2005)

La amplia irrupción planetaria de nuevos arreglos de especies y configuraciones de ecosistemas conlleva enormes retos para la conservación de la biodiversidad. Una vez la humanización del planeta ha alcanzado límites insospechados, surge la pregunta de si podrán los nuevos ecosistemas ser gestionados con base en los anteriores paradigmas de la conservación. El limitado control humano sobre las consecuencias de su propia acción, manifiesto en la nueva dinámica de los ecosistemas, disminuye el potencial creador de la cultura y la capacidad para mantener los servicios de la naturaleza. En medio del cambio surge además una nueva idea de naturaleza, recreada en un contexto de extinción de especies, homogeneización ecológica y pérdida de diversidad cultural. La preservación de la memoria viva en los arreglos naturales y en el conocimiento resulta esencial para *renaturalizar* el mundo que heredaremos.

Ilusión del humanismo

Una de las consecuencias de la concepción del mundo influenciada por las dicotomías griegas son seres humanos concebidos por ellos mismos por fuera de los ecosistemas. Para las ciencias en Occidente lo humano y los ecosistemas tienen naturalezas ontológicas diferentes. Sin embargo, una vez observado el planeta desde el espacio, parece inconcebible que algunos de los descubrimientos recientes más importantes continúen ocultos para la mayoría. Uno de ellos es el carácter ecosistémico de la Tierra, manifiesto en una geofisiología planetaria¹. A diferencia del concepto de la Tierra como un planeta con vida, la ciencia y la sabiduría sugieren un planeta vivo, en donde la vida y las condiciones que la permiten son inseparables como producto evolutivo. No es pues suficiente hoy la imagen “nave espacial tierra” sino la de nosotros mismos como parte de ella. Los humanos emergimos como la conciencia del planeta y la cultura es nuestra segunda naturaleza; a través de ella humanizamos el mundo y construimos la idea de naturaleza que nos permite interpretar nuestro lugar.

Para los griegos Naturaleza era *Physis* –todo lo existente– pero también de ellos nos viene lo natural como aquello que escapa de nuestra influencia. La oposición humano-natural es así realmente “fundadora” (Serje, 1999) y piedra angular de Occidente. Desde las riberas opuestas del naturalismo y de la ciencia social, la oposición es reafirmada, mientras continúa el devenir de las cosas del cual somos parte inexorable. Una mirada sistémica al planeta permitiría, sin embargo, que las oposiciones clásicas mano-cerebro, sujeto-objeto, natura-cultura convergieran en una “unidad necesaria” (Bateson, 1979), que en lenguaje de hoy sería una visión ecosistémica². Pero la definición de ecosistema de Tansley en 1935 no ayuda totalmente, pues aduce solamente a un entorno funcional, manifiesto en los factores que determinan los seres vivos en un espacio determinado (Drouin, 1991). Para el ser humano –sujeto por antonomasia– observador de los cuadros de la naturaleza de Humboldt³, lo más difícil ha sido encontrar y aceptar su lugar en los ecosistemas. En la lectura de las ciencias de la conservación, lo humano representa una “perturbación” de ecosistemas que de otra forma serían simplemente naturales; contribuyendo así a través de una valoración subliminal a la separación entre lo humano y la naturaleza, en especial cuando ésta se convierte en objeto de conservación. Las ciencias sociales, en su deconstrucción histórica del concepto de naturaleza (Serje, 1999), la colocan en la misma situación ontológica de otros constructos humanos.

1. En su reciente obra, *La venganza de la Tierra*, James Lovelock (2006) actualiza la evidencia sobre las interacciones geobióticas planetarias, antes presentadas en su *Hipótesis Gaia*.
2. El “enfoque ecosistémico” ha sido adoptado por la mayoría de los países para la conservación en el marco del Convenio de Diversidad Biológica.
3. Una visión histórica de la relación entre las exploraciones y la representación en los famosos “cuadros de la naturaleza” es desarrollada en el estudio de Castrillón (2000).

Figura 1. Los ecosistemas emergentes son más frecuentes en las aguas dulces continentales, como la laguna de Fúquene, en donde se presentan nuevas configuraciones bióticas producto de las invasiones biológicas y nuevas dinámicas de funcionamiento



Foto: Santiago Valderrama. Fundación Humedales.

Si bien la arqueología ha mostrado que muchas áreas que llamamos naturales llevan la huella humana, este hecho ha sido utilizado para argumentar que la naturaleza es cultural, sin reconocer que la cultura es una manifestación de la naturaleza. Así, cuando los ecosistemas por definición son naturales, nosotros somos una anomalía; y si la naturaleza es una construcción humana, se consolida la oposición fundadora, generando un gran vacío que la ni la ciencia ni la cultura por sí mismas pueden llenar.

Más acá de la discusión está la evidencia planetaria. Los humanos capturamos gran parte de los flujos de materia y energía y de los ciclos bio-geo-químicos en el 23,8% de la productividad primaria (Haberl *et al.*, 2007), hemos transformado directamente el 14% de la superficie terrestre del planeta y apropiado entre el 30 y 40% del agua dulce superficial (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Al hacerlo no sólo tomamos los productos de la

En medio del cambio surge además una nueva idea de naturaleza, recreada en un contexto de extinción de especies, homogeneización ecológica y pérdida de diversidad cultural

fotosíntesis, sino que afectamos la producción fotosintética; agotamos las especies e instauramos “la muerte del nacimiento”, al afectar la evolución creadora. En pocas generaciones hemos liberado energía fósil acumulada durante millones de años, cambiando el estado del equilibrio climático y ecológico planetario al constituirnos en “hacedores del clima” (Flannery, 2005).

En este escenario la acción humana se presenta como “borrando la naturaleza”, de tal suerte que no se ha generado un concepto ecológico para el espacio humanizado. Hasta hace poco los mapas de ecosistemas presentaban esa creciente matriz gris indiferenciada como “áreas transformadas”, que no tenían ningún interés para la ecología. En el subconsciente estaba el paraíso perdido, acaso como único objeto legítimo de estudio y de gestión de conservación. Sin embargo, de lo humano como excepción, poco a poco se ha pasado a un paisaje humanizado y una naturaleza verdaderamente excepcional. La oposición fundadora naturaleza-humanidad alcanza así su culmen en la práctica convencional de la con-

Figura 2. Comunidades bióticas mixtas en las laderas de la laguna de Fúquene: eucaliptos australianos generan un sotobosque apto para poblaciones de orquídeas nativas



Foto: Germán I. Andrade.

servación fundada exclusivamente en las áreas naturales protegidas que proscriben la acción humana; dejando el resto del espacio sin suficiente sustento ecológico. Es cada vez más evidente, sin embargo, que esta oposición difícilmente se sostiene desde un punto de vista ecológico. Hoy se reconoce ya valor de conservación para la biodiversidad en los pasajes rurales o urbanos, y la importancia de los procesos ecológicos para sustentar sistemas productivos; además de la calidad de la vida humana. Mientras tanto, el cambio ambiental planetario relega la oposición fundadora a las academias, el futuro de los humanos en su conjunto va quedando de hecho completamente atrapado en nuevos ecosistemas.

Emergencia de los neoecosistemas

Los modelos teóricos de la ecología clásica –afines a una idea de naturaleza– postulaban que los ecosistemas después de las perturbaciones retornaban a sus condiciones originales. Resiliencia se consideró como la capacidad de hacerlo en un tiempo dado. Pero este regreso pronto se convirtió más en un modelo mental de referencia con valor didáctico o heurístico, es decir, útil para producir más conocimiento, mientras en muchos casos la acción humana producía en los ecosistemas realidades nuevas. Porque los efectos de la acción humana sumados a las causas, y a través de retroalimentación y amplificación, hacen que los ecosistemas transiten nuevas trayectorias y pasen umbrales de cambio irreversible, y saltan a nuevos estados de equilibrio. En las nuevas configuraciones la definición original de lo natural adquiere nuevos matices: Van der Hammen (1999) define como “ecosistemas seminaturales” los arreglos naturales de especies que son productos de la acción humana; Márquez (2001) los llama “ecosistemas de reemplazo”, y para Odum (1969) son “ecosistemas sintéticos”. Sin embargo, como resultado de la disponibilidad global de las especies invasoras, la trayectoria de los ecosistemas perturbados lleva a la aparición de lo que hoy se conoce como neoecosistemas o “ecosistemas emergentes” (Hobbs *et al.*, 2006). Difieren de los anteriores no sólo en su estructura y composición de especies, sino en su funcionamiento. Un ejemplo es la invasión del pasto africano gordura en las montañas tropicales húmedas, que no sólo modifica los patrones normales de sucesión vegetal (visión convencional), sino

que, debido al carácter pirófilo –resistente al fuego–, en las pasturas se instaura un nuevo régimen de funcionamiento basado en los incendios. Resultan extensas formaciones herbáceas recalcitrantes en donde probablemente nunca retornará el bosque nublado. Mas frecuentes son las configuraciones nuevas en ecosistemas de aguas dulces continentales (Figura 1). En estos nuevos escenarios ecológicos el modelo ecosistema original –ecosistema perturbado–, cuando es usado como única forma de referencia para interpretar el cambio, puede oscurecer la comprensión del nuevo ecosistema.

En este sentido, el papel de lo humano no se reduce ya a ser destructor de ecosistemas naturales –rol que por demás asume con fuerza– sino constructor de nuevas realidades ecológicas, documentadas a través de todo el mundo en nuevas formas de funcionamiento ecológico. De esta manera, los ecosistemas de hoy no son ya solamente naturales o transformados, sino híbridos que ocurren en mosaicos de diferentes escalas; cual fichas en el tablero del juego humano global.

¿Cuál es la naturaleza de los neoecosistemas?

Hace tiempo los ecólogos reconocen que los ecosistemas no son sólo más complejos de lo que se pensaba, sino más complejos de que podemos pensar (Noss, 1994), por lo que su comprensión llama a esquemas mentales acordes con un grado superior de complejidad. El neoecosistema es producto de la actividad humana, pero su trayectoria ya no es previsible solamente a través del control humano. Si bien su origen puede explicarse desde las ciencias actuales de la conservación en procesos tales como extinciones locales, barreras a la dispersión e invasiones bióticas, los cambios en los regímenes de funcionamiento y el salto de estado impiden predecir las nuevas configuraciones. Se sabe que los mecanismos que controlan el estado de un ecosistema en general son multiescala y ocurren de abajo hacia arriba, y viceversa, en una relación asimétrica. Una característica importante de los neoecosistemas es que presentan un mayor control superior derivado del cambio de condiciones en el ambiente global. Mientras la historia de perturbación local hace susceptible el terreno al cambio, el cambio climático y la biota invasora determinan posiblemente las nuevas configuraciones. Así, el cambio local es cada vez más influenciado por procesos que ocurren a distancia, lo que hace que los nuevos ecosistemas sean estables en el estado que llamamos indeseado y recalcitrantes frente al manejo. Tal vez por este motivo los ecosistemas emergentes ocurren en formas similares en diferentes partes del mundo (Hobbs *et al.*, 2006), en una especie de convergencia que retroalimentaría desde lo local la homogeneización global. La mundialización de la economía también representa un control superior en los ecosistemas, a través de los mercados y el sistema social global.

Recuadro 1. Resiliencia. Más que ecosistemas

Holling (1973) definió *resiliencia* como el mecanismo que permite el retorno de los ecosistemas a un estado de equilibrio después de una perturbación. La observación mostró, sin embargo, que además del retorno, más frecuentemente los ecosistemas adquieren después de la perturbación nuevas configuraciones, que representan estados alternos de equilibrio. El cambio en los ecosistemas no es pues cíclico, ni lineal, sino que se presenta en forma de trayectorias a través de umbrales de cambio con bifurcaciones hacia otros estados con saltos y procesos irreversibles. Es decir, que los ecosistemas tienen una historia.

Así, la *resiliencia ecológica* se define hoy como la magnitud de perturbación que puede ser absorbida por un ecosistema en un estado dado o que transita entre múltiples estados de equilibrio (Gunderson y Pritchard, 2002). Este cambio de definición refleja una revolución en el pensamiento ecológico, que recién afecta los conceptos y las prácticas del manejo ambiental y que para algunos es un nuevo paradigma del “pensamiento de la resiliencia” (*resilience-thinking paradigm*, de Walker y Salt, 2006); que viene siendo aplicado al estudio de los ecosistemas más naturales, los agroecosistemas y, por supuesto, los neoecosistemas. El concepto es además un aporte desde la ecología a la teoría general, pues puede considerarse una propiedad emergente de los sistemas complejos, entre ellos, los sociales y culturales.

La pregunta hoy sería no tanto frente a la existencia, sino la actual extensión de los neoeosistemas en el territorio. Es un tema que debería ser objeto de investigación básica. Además, no se conoce en qué escala espacial y temporal estas configuraciones son estables, fenómeno que podría ser explicado a través del concepto de resiliencia ecológica (ver el recuadro 1).

Neoeosistema y nueva naturaleza

Al tener como referencia única la naturaleza original, el neoeosistema es con frecuencia valorado negativamente. Por supuesto, desde las ciencias de la conservación hay suficientes motivos. Sin embargo, recientemente ha aumentado el interés científico por comprender los ecosistemas emergentes. Los biólogos de la conservación han comenzado a anotar la presencia de las especies no nativas; a documentar el cambio de biota en los paisajes antropizados, el reacomodo de especies y las novedades biogeográficas. Un caso especial en Colombia es el estudio de los regímenes de perturbación en la interacción entre lo natural y lo humano en límites entre el bosque alto andino y el superpáramo (Vargas, 2007), el cual sugiere que es un escenario muy propicio para la emergencia de un nuevo ecosistema.

Más allá de la biología de la conservación, la emergencia de neoeosistemas tiene además un efecto social importante. Para Cronon (1996), se trata espacios que cumplirán un papel vital en la reconstrucción de nuestra idea de naturaleza; proceso que depende ante todo de la memoria. Parte de la memoria de los ecosistemas se encuentra en los bancos de semillas, y las interacciones fuertes que les permiten regresar a estados similares a los anteriores. Guardan también los sedimentos información sobre la composición de los ecosistemas; de tal suerte que el palinólogo –científico que estudia el polen– despierta en nuestra mente la memoria de ecosistemas pasados. En la estructura de los paisajes andinos es posible develar acciones e intenciones humanas pasadas (Dollfus, 1991). También, frecuentemente, la información del pasado está en documentos o en forma viva en sabedores y conocedores, conformando una memoria colectiva de la relación humano-naturaleza, que se ejemplifica mejor en los llamados paisajes culturales (Phillips, 1998).

En la relación humano-naturaleza hay también una memoria perceptiva, acaso arquetípica, manifiesta en lo que llamamos el sentido del lugar⁴. Además de los eucaliptos, ¿qué es aquello que evoca por un instante algunos bosques de Australia cuando descendemos una ladera húmeda andina? (Ver la figura 2). No hay duda de que el sentido de lugar puede ser, aunque sea parcialmente, trasladado de un continente a otro; pero más frecuentemente es destruido y recreado homogéneamente en escala global. Cada vez más todos los sitios se parecen más entre sí. La pérdida del sentido de lugar en los paisajes culturales es el aspecto menos entendido y problematizado en nuestra relación con la naturaleza. La frágil memoria cultural de la naturaleza está hoy amenazada por cambios globales manifiestos en la pérdida de diversidad cultural, la urbanización y, en general, la homogeneización del mundo. Es un tema ético y estético; porque la percepción de la armonía y la belleza como idoneidad expresada podría ser un universal de nuestra especie humana.

Gestión de neoeosistemas: más que comando y control

El concepto funcionalista de ecosistema podría verse como expresión del “señuelo de la eficacia caro a una visión del mundo o cosmología técnico científica” (Serje, 1999). En la vertiente del naturalismo, para algunos la valoración máxima de la naturaleza se encuentra en los paisajes no manejados y no domesticados (Willers, 1999). Acaso en reconocimiento de que, en medio de nuestra arrogancia

Los modelos teóricos de la ecología clásica –afines a una idea de naturaleza– postulaban que los ecosistemas después de las perturbaciones retornaban a sus condiciones originales.

4. También llamado *genius loci* originalmente para los romanos, como “el espíritu que protege un lugar”; hoy definido para la arquitectura y psicología de los paisajes como la atmósfera distintiva de un sitio que se percibe en una escala vivencial (G. Aponte, comunicación personal); aquello que hace a un sitio único o diferente de todos los demás.



5. En el plan de ordenamiento territorial de Bogotá, POT, la Estructura Ecológica Principal es el conjunto de los suelos de protección y de las áreas protegidas, y representa un concepto de jerarquía superior para el ordenamiento territorial.

6. En el Distrito Capital, según Ríos (2005), hay cerca de cuatro mil hectáreas de infestación del retamo espinoso, que representan el 2% de su superficie, con alta presencia en localidades como Chapinero (Cerros Orientales).

parte de comunidades bióticas que son mezcla de especies nativas y exóticas introducidas (Gutiérrez, 2006). En la laguna de Fúquene, por ejemplo, hay especies invasoras que son elemento importante del hábitat de peces y aves en peligro de extinción (Andrade y Franco, 2007). En las áreas protegidas, las ciencias de la conservación se deberán concentrar no solamente en el control de amenazas externas sobre los ecosistemas antiguos, sino en el entendimiento del cambio ecológico en su interior y cómo éste afecta los valores de conservación. Podría además preverse que si continúa la homogeneización del paisaje a través de enormes agroecosistemas y conurbaciones, los ecosistemas emergentes comenzarán a ser defendidos por las poblaciones humanas como parte de su espacio verde y ser tratados como áreas protegidas. De hecho, hoy gran parte de la flamante "estructura ecológica principal" de Bogotá⁵ está compuesta de comunidades bióticas mixtas entre especies nativas, plantas exóticas invasoras y mosaicos de usos, en donde los ciudadanos recrean su experiencia de naturaleza⁶, en medio de arboledas con especies originarias de Australia y Norteamérica, mezcladas con remanentes de la flora nativa de Bogotá. El humedal Córdoba en Bogotá, defendido como una de las áreas protegidas de la ciudad, contiene comunidades bióticas que son mezcla de especies nativas, exóticas invasoras y una colección importante de flora de jardín en proceso de naturalización. Esto para no hablar del macropaisaje de kikuyo africano en que se ha convertido una proporción mayor de las áreas rurales del trópico

como especie, deberíamos reconocer y valorar aquello que escapa de nuestro control. Pero esto se da en el supuesto de que haya espacios del planeta esencialmente naturales, lo cual podría ya no ser así. No es la naturaleza la que no controlamos, sino la nueva naturaleza. Si bien el neoeosistema se origina en la acción humana, la humanidad pocas veces puede modificar su existencia o devenir; mucho menos controlar las consecuencias de su emergencia. Se trata de escenarios ecológicos en donde priman las sorpresas, y su gestión llama más a la previsión que a la predicción. Porque si bien desde la perspectiva de las ciencias de la conservación las nuevas configuraciones pueden ser indeseadas, la más de las veces ya no es posible evitar su ocurrencia. Los escenarios más conservadores del Panel Intergubernamental del Cambio Climático muestran un aumento de temperatura inevitable de al menos dos grados centígrados, lo cual implica casi una certeza sobre la emergencia generalizada e incontrolable de neoeosistemas en el planeta. Así, cuando el cambio es inevitable, a lo sumo el humano puede propiciar ciertas trayectorias ecosistémicas y conducir el cambio o protegerlo de aquellas configuraciones que resulten ser más indeseadas.

En este sentido, la gestión de los neoeosistemas debe ser parte de las estrategias de conservación de la biodiversidad. Un número alto de plantas amenazadas en Colombia está atrapado en la gran matriz de ecosistemas humanizados, algunos de ellos silvestres y emergentes. Gran parte de la biota acuática de aguas dulces es

húmedo andino. Adicionalmente, una buena parte de los bienes y servicios ambientales que demanda la sociedad no provendrá ya solamente de ecosistemas naturales, sino de emergentes. También serán áreas esenciales para el manejo social del riesgo ambiental.

Las ciencias de la conservación deberán pues considerar no solamente el estudio de la estructura y composición de los ecosistemas naturales, y lo humano como una perturbación, sino interesarse científicamente por el estudio de la biodiversidad funcional en el neoeosistema. Será importante responder preguntas como el papel que cumplen las especies exóticas invasoras en el ciclo hidrológico de las cuencas protegidas, o el de las especies exóticas en las cadenas tróficas modificadas que albergan especies amenazadas o bienes y servicios para la sociedad. Los neoeosistemas serán interesantes desde las perspectivas de la recreación y la cultura. Se trata de toda una nueva naturaleza en el límite entre lo indeseable y lo inevitable, indefectiblemente ya objeto principal de su gestión.

La emergencia generalizada de los neoeosistemas puede verse además como un “experimento natural” de escala superior, que sustenta el carácter inseparable entre conocimiento y gestión, y un reto para la política ambiental informada. Esto es así porque de la idea que tengamos de la naturaleza dependen nuestras acciones, y de éstas, en parte, como ya se ha visto, la confirmación real de la nueva naturaleza. El estudio de la biodiversidad adquiere en este contexto un significado ético. Los neoeosistemas representan la retaguardia de la batalla por proteger la biodiversidad. Porque los humanos, en mayor o menor medida, seríamos capaces de generar, corregir o controlar el flujo de servicios ambientales para nuestro propio beneficio a través de la ingeniería de ecosistemas, pero difícilmente ejerceremos comando y control sobre la composición de los neoeosistemas; es decir, sobre el contenido de su biodiversidad. Por eso la batalla por evitar la extinción es similar e igualmente importante a la batalla por evitar el olvido. Ambas memorias, la natural y la humana, son indispensables y su pérdida es irreparable. La protección cultural de la naturaleza, a través de una ética individual haría emerger una nueva estética colectiva (Naranjo, 2006) en los neoeosistemas y pasajes culturales. Ésa sería nuestra nueva naturaleza, la única en un planeta totalmente humanizado.

Referencias

- Andrade, G. I. y C. L. Franco (2007). “Conservación de la biodiversidad en el complejo de lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio. Bases para una estrategia y plan de acción”, en L. Franco y G. I. Andrade (Eds.), *Fúquene, Cucunubá y Palacio. Conservación de la biodiversidad y manejo sostenible de un ecosistema lagunar andino*. Ediprint. Bogotá
- Bateson, G. (1979). *Mind and Nature. A Necessary Unity*. Bantam New Age Books, New York.
- Camargo, G. (2005). *Ciudad ecosistema. Introducción a la ecología urbana*. Universidad Piloto de Colombia, Bogotá.





Castrillón, A. (2000). *Alejandro de Humboldt: del catálogo al paisaje*. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín.

Cronon, W. (1996). "In Search of Nature", en W. Cronon (Ed.), *Uncommon Ground. Rethinking the Human Place in Nature*. Norton, New York.

Dollfus, O. (1991). *Territorios andinos. Reto y memoria*. Instituto Francés de Estudios Andinos, Lima.

Drouin, J.M. (1991). *L'Écologie et son histoire*. Flammarion, Paris. France.

Flannery, T. (2005). *The Weather Makers. How Man is Changing the Climate and What It Means for Life on Earth*. Atlantic Press, New York.

Gunderson, L. H. y L. Pritchard. (2002). *Resilience and the Behaviour of Large Scale Systems*. Island Press, Washington.

Gutiérrez, F. (2006). *Estado de conocimiento de especies invasoras. Propuesta de lineamientos para el control de los impactos*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá.

Haberl, H., K. Heintz, F. Kraussman, V. Gaube, A. Bondeau, Ch. Plutzard, S. Gingrich, W. Lucht y M. Fisher-kowalski. (2007). "Quantifying and Mapping the Human appropriation of Net Primary Production in Earth's Terrestrial Systems". *PNAS* (104): 31: 12942-12947.

Hobbs, R. J., Arico, S., Aronson, J, Baron, J. S., Bridgewater, P., Cramer, V. A., Epstein, P. R., Ewel, J., Klink, C. A., Lugo, A. E., Norton, D., Ojima, D., Richardson, D. M., Sanderson, E. W., Valladares, F., Vila, M., Zamora, R., Zobel, M. (2006). "Novel Ecosystems: Theoretical and Management Aspects of the New Ecological World Order". *Global Ecology and Biogeography* 15: 1-7.

Holling, C. H. (1973). "Resilience and stability of ecological systems". *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 1-23.

Lovelock, J. (2006). *La venganza de la tierra. La teoría de Gaia y el futuro de la humanidad*. Plantea, Barcelona.

Márquez, G. (2001). "De la abundancia a la escasez. La transformación de ecosistemas en Colom-



bia", en Germán Palacio (Ed.), *Naturaleza en disputa. Ensayos de Historia Ambiental de Colombia 1850-1995*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being*. Island Press, Washington.

Naranjo, L. G. (2006). "Ética individual y estética colectiva: conservación en tierras privadas", en *Memorias del VII Congreso Interamericano de Conservación en Tierras Privadas*. Alianzas para la Conservación, Cartagena.

Noss, R. F. (1994). "Cows and Conservation Biology". *Conservation Biology* 8 (3): 613-616.

Odum, E. (1969). "The Strategy of Ecosystem Development". *Science* 164: 262-70.

Phillips, A. (1998). "The Nature of Cultural Landscapes. A Nature Conservation Perspective". *Landscape Research* 23 (1): 21-38.

Ríos, H. F. (2005). *Guía técnica para la restauración ecológica de áreas afectada por especies vegetales invasoras en el Distrito Capital. Complejo invasor Retamo espinoso (Ulex europeus L.) – Retamo liso (Teline monpessulana (L) C. Koch.)*. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, Bogotá.

Serje, M. R. (1999). "La concepción naturalista de la naturaleza. Un desafío al ambientalismo". *Revista de Antropología y Arqueología* 11 (1-2): 5-70.

Van der Hammen, T. (1999). "Consensos mundiales de restauración y enfoques de investigación y monitoreo", en E. Ponce de León (Ed.), *Memorias del seminario de restauración ecológica y reforestación*. Fundación Alejandro Ángel Escobar, Fescol, Foro Nacional Ambiental y GTZ, Bogotá.

Vargas, O. (2007). *Estrategias para la restauración ecológica del bosque altoandino. El caso de la Reserva Forestal Municipal de Cogua, Cundinamarca*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Walker, B. y D. Salt (2006). *Resilience thinking. Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*. Island Press, Washington.

Willers, B. (Ed.) (1999). *Unmanaged Landscapes. Voices of Untamed Nature*. Island Press, Washington.

nuevos discursos

Tierra, agricultura y ambiente:

¿es el desarrollo una categoría de la dimensión ambiental, o viceversa?



Tomás León Sicard

Agrólogo, Ph.D. Profesor asociado. Director del Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional de Colombia. Email: teleons@unal.edu.co

La dimensión ambiental del desarrollo

En esto, los ambientalistas se sumaban al ya extenso coro de economistas que habían predicho el Estado Estacionario o el Crecimiento Cero de la población y de la economía, como corolario de lo que todos saben pero que en la práctica pocos se atreven a denunciar: que no es posible crecer eternamente en un universo limitado, en donde los principales obstáculos provienen de las mismas condiciones de escasez y finitud de los recursos que provee la naturaleza. El crecimiento económico infinito es imposible en un mundo finito.

Esta ecuación simple, que no necesita demostración alguna, ha sido soslayada deliberadamente por gobiernos y sociedades enteras que no quieren o no pueden o no desean plantearse a sí mismas la necesidad de cambiar de rumbo en los actuales esquemas de desarrollo en los que persiste la sociedad mundial.

La situación de indiferencia, por supuesto, no podía mantenerse continuamente. El influjo masivo de los medios de comunicación que muestran constantemente eventos catastróficos ligados a la desestabilización ecosistémica del planeta hace pensar que se acerca la figura siniestra del “Doomsday” o “Día de la Ruina” que vaticinaron los viejos ambientalistas, tiempo en el que se debería producir el colapso de la actual civilización o, si se quiere, del actual modo de consumo, y como resultado, los gobiernos del mundo comienzan a alistarse para enfrentar las situaciones críticas que se avecinan. Algunos lo hacen abierta y rápidamente y otros a regañadientes y despacio.

Ahora con mayor énfasis que en los años setenta, la población mundial acepta que las cosas están cambiando y que el calentamiento global, la desertificación, la escasez de agua, la limitada disponibilidad de petróleo o carbón, las olas de inmigrantes, la mayor extensión temporal e intensidad de sequías e inundaciones, no son expresiones vacías de ambientalistas extremos sino realidades que golpean las posibilidades económicas de crecimiento de las naciones y de los individuos.

Obviamente que nadie sabe qué tan cerca se encuentra ese “día de la ruina” ni qué tanto afectará a la economía global, pero los indicios cada vez más elocuentes de los fenómenos naturales desestabilizadores, que entraron a la opinión pública gracias al Katrina y a Al Gore, bastaron para que la variable ambiental encontrara, por fin, acogida en las cumbres económicas del mundo.

¿Pero de qué trata el tema ambiental? ¿Cuál es esa característica que le imprime al ambientalismo la suficiente capacidad para discutir el rumbo de la sociedad, sus modelos de desarrollo o sus patrones de consumo, y para atreverse a señalar caminos nuevos que en el fondo implican también sendas diferentes para el denominado desarrollo económico?

El pensamiento ambiental lo que plantea en el fondo es que los seres humanos construyeron un sistema adaptativo diferente de aquellos que la teoría de la evolución reconoce para el resto de seres vivos, a partir del cual la humanidad se relaciona de manera particular y única con su base de sustentación ecosistémica.

No es posible crecer eternamente en un universo limitado, en donde los principales obstáculos provienen de las mismas condiciones de escasez y finitud de los recursos que provee la naturaleza.

Este sistema complejo, denominado cultura, incluye las construcciones teóricas de tipo simbólico, que van desde los mitos hasta la ciencia, pasando por el derecho, la filosofía, las creencias religiosas o las expresiones del arte, todas las cuales se insertan en la organización socioeconómica y política que han construido distintos grupos humanos a lo largo de la historia y a través de los cuales se generan y aplican amplias y diferenciadas formas tecnológicas para transformar el medio ecosistémico.

Las interrelaciones ecosistema-cultura son, por lo tanto, el eje teórico de la dimensión ambiental, que obliga a entender el devenir histórico de las sociedades como esfuerzos adaptativos a los entornos biofísicos, signados por éxitos o fracasos que marcaron el fin o el predominio de distintas culturas. Los anasazi, los mayas, los indios Mesa Verde o el imperio de Ur de Caldea son sólo algunos relictos del amplio cementerio cultural que ha dejado el paso de los seres humanos por distintos ambientes ecosistémicos.

El pensamiento ambiental señala, entonces, que dentro de estas relaciones culturales los seres humanos han tenido éxito y también fracasos que han permitido o no la supervivencia de colectividades y pueblos enteros.

Los procesos culturales, que en el fondo pueden ser percibidos o no por los individuos, toman varias generaciones en gestarse y en madurar, y en el ínterin, los conflictos sociales, económicos o políticos que se suscitan en torno al poder y a las riquezas hacen que aquel telón de fondo, construido por suelos, aguas, animales, flora, clima o yacimientos minerales, quede desdibujado en la sombra de las epopeyas del músculo, de las máquinas o de las pasiones.

Pero está ahí. Lo que ahora se llama servicios ambientales o ecosistémicos, y que antes se denominaba naturaleza, permanece como objeto de codicia, como vértice de armonía o como recurso de progreso e incluso como botín del enemigo. Las sociedades pocas veces advirtieron que los ecosistemas eran los últimos y verdaderos árbitros de las luchas sociales. En ocasiones, cuando lo percibieron, ya fue demasiado tarde.

Parte importante de estos éxitos o fracasos se da cuando la naturaleza no alcanza a reponer los recursos ecosistémicos o cuando el deterioro se torna irreversible, en función del impacto que causan la plataforma tecnológica y las crecientes demandas reproductivas de la población. Aquí se instala un punto de quiebre favorecido por los optimistas tecnológicos que desechan cualquier idea de límite natural a los aparatos productivos porque siempre, afirman ellos, la reconversión tecnológica asegurará el paso adelante, en el momento indicado, y las culturas evolucionarán hacia supuestos estadios superiores.

El ambientalismo ha descrito esas relaciones, tanto para culturas de poca extensión geográfica como para la actual sociedad globalizada, y ha comprendido que ellas tomaron nombres y variantes que expresaban anhelos y visiones cosmológicas diferentes. Mientras que para los griegos la solución de estas relaciones se encontró en el concepto de armonía, algunas culturas americanas precolombinas las consideraron como sagradas y, por lo tanto, vitales, y en otras imperaba el animismo vitalista. En casi todas ellas imperaba el deseo de conocer y pertenecer, antes que el de dominar.

Las relaciones culturales de la mayor parte de las sociedades occidentales contemporáneas con la naturaleza se entienden en términos de modelos de desarrollo, expresados como una idea dominante de progreso, basados fundamentalmente en el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) y de la acumulación de riqueza. A partir de allí el ambientalismo ha generado varias corrientes que critican estas relaciones y este modelo.

Un importante corolario de lo expuesto en las líneas anteriores es que la idea del desarrollo es subsidiaria de la idea ambiental, es decir que el concepto de desarrollo, tan apegado a la ortodoxia económica, en el fondo no es más que la forma actual que ha tomado la relación ecosistema-cultura, o si se prefiere, naturaleza-sociedad.

Esta afirmación resulta relevante por lo menos a la luz de las discusiones actuales que colocan las variables ambientales por debajo de la categoría misma del desarrollo, como si lo ambiental solamente apalancara, mitigara o subsanara los defectos del desarrollo y su misión fuera solamente apoyarlo, guiarlo, sin entrar a discutir sus propios fundamentos. De esta visión estrecha del enfoque ambiental

surgen soluciones remediales y de segunda clase en la misma vía del desarrollo unidireccional y homogeneizante que se ha extendido al planeta entero. De esta visión surge también el optimismo tecnológico, que encuadra bien con un punto de vista subsidiario de lo ambiental.

Por el contrario, si se acepta la idea según la cual el desarrollo es una forma de relación ecosistema-cultura, se podrá entender la necesidad absoluta de virar ese modelo hacia formas diferentes de relacionamiento con la naturaleza, y ello implica un esfuerzo tremendo de transformación cultural hacia paradigmas distintos, cuyos esbozos solamente se han comenzado a plantear algunos grupos humanos aislados, pero que en el fondo abarcan a toda la humanidad.

Repensar el desarrollo equivale a reformular los objetivos de consumo ilimitado, de confort excluyente, de apropiación indebida, encadenados al culto del cuerpo, del automóvil, del lujo extremo y del deseo de poseer que domina a la actual sociedad, hacia propósitos de solidaridad, bienestar común, respeto y generosidad, como valores últimos del ser humano que puedan expresarse en modelos ambientales de justicia social y equidad.

Los modelos de desarrollo agrario

Para países como Colombia, resultan particularmente importante las críticas ambientales que se generan en torno al modelo de desarrollo rural y agrario, en tanto que la sociedad y el Estado nacionales giran mayoritariamente en torno a los servicios y potencialidades del sector, que combi-

nan procesos de extracción de minerales, explotaciones de combustibles fósiles, producción de alimentos, transporte e infraestructura y usos diversos del recurso tierra, que demandan ingentes esfuerzos de política y gestión y cuyos resultados afectan a toda la sociedad.

Aquí, de nuevo, el modelo dominante agrario está atravesado por una visión optimista de la tecnología, que promete liberar a los seres humanos de la pesada carga de la producción de alimentos mediante la homogeneización de los campos de cultivo, la aplicación masiva y constante de productos tóxicos, la reducción de la agrobiodiversidad hacia unos pocos cultivos dominantes, la mecanización o robotización de las actividades agrarias, la liberación de organismos genéticamente modificados o la desmaterialización de la actividad productiva.

Estos avances, surgidos al margen de las potencialidades y obstáculos del medio ecuatorial, característicos del territorio colombiano, que tanto lo diferencian de las zonas templadas, en donde por lo general se origina la tecnociencia, no se corresponden con la fragilidad y condiciones de sus suelos, con las especificidades del clima lluvioso y húmedo tropical, las raigambres étnicas, las costumbres campesinas, afroamericanas o indígenas, los accidentes orográficos o los niveles de educación e ingresos de sus gentes, sólo para mencionar algunos elementos clave que dificultan la transferencia de tecnología.





Los efectos de estos desequilibrios son notables: no hay necesidad de apelar a cifras o estadísticas nacionales, entre paréntesis siempre tan débiles, para convencerse del deterioro de los recursos naturales –suelo, agua, flora y fauna– y de la degradación de los ecosistemas colombianos, como tampoco es necesario realizar gimnasias bibliográficas para enterarse de la pobreza o la miseria de la mayoría de compatriotas, del hambre encubierta o abierta de muchas poblaciones rurales y urbanas o de las afectaciones de salud pública que padecen millones de compatriotas.

Y es que a pesar de los continuos intentos de la tecnología avanzada actual –que conjuga el más alto conocimiento jamás alcanzado sobre el funcionamiento interno de células y genes con el de los microprocesos moleculares, originando nuevos campos de aplicación de las ciencias como la nanobiotecnología o la biología sintética–, las esperanzas de un mundo mejor para todos se desvanece, y ello por varias razones.

En primer lugar, porque el acceso a estos avances de la tecnociencia son enormemente limitados. Por una parte, sólo algunas élites de científicos acceden al poder económico y a los soportes sociales que permiten los avances en estos campos, protegidos casi todos por el secreto y las patentes, y por otro, solamente algunas esferas sociales pueden usufructuar los beneficios que representan tales avances, bien porque poseen los medios económicos para adquirirlos o bien porque los redirigen en su beneficio aprovechando ventajas de orden político o militar. La inmensa muchedumbre de gentes pobres y hambrientas queda relegada en el camino de acceso por las mismas razones. En un mundo donde se mueren casi 300.000 norteamericanos por obesidad al año, también mueren paradójicamente varias veces más seres humanos por hambre.

En segundo lugar, porque a pesar de las claras señales de degradación ambiental, se persiste tercamente en afrontar los modelos de producción agraria desde la óptica de la productividad, la competitividad y la eficiencia, dejando de lado o postergando para “después” la discusión sobre la direccionalidad del modelo, sus desventajas y ventajas (que, por supuesto, posee), y las posibilidades de plantear otro modelo de desarrollo diferente.

Colombia afronta el dilema de seguir en la senda de la segunda revolución verde (organismos modificados genéticamente, nanobiotecnología), con el agravante de la dependencia que suscitan estos desarrollos, o de embarcarse en un proceso de agriculturas alternativas, que discuten los fundamentos filosóficos y éticos del modelo productivista a ultranza.

Dentro de estos modelos alternativos aparece la denominada Agricultura Ecológica (AE), propuesta que nace de una conjunción de distintas circunstancias, en las cuales se destacan las críticas al modelo de Revolución Verde (RV), las preocupaciones por la conservación y uso sostenible de los recursos, el afán de mantener los preceptos éticos de la agricultura, la necesidad de producir alimentos sanos, las discusiones en torno a las limitaciones de la ciencia positiva y a los modelos de desarrollo dominantes... en fin, factores que desembocaron en propuestas teóricas y prácticas de agriculturas opuestas al modelo dominante y que realzan la vida como derecho fundamental de la humanidad y criterio básico del acto agronómico.

La Agricultura Ecológica, por lo tanto, al igual que otras modalidades de producción (agricultura biológica, biodinámica, orgánica, natural, permacultura, entre otras), pertenece a las posiciones filosóficas, a las posturas ideológicas y prácticas agrícolas contrastantes con el modelo de Revolución Verde, tanto en sus enfoques y principios como en sus intervenciones técnicas¹. Algunas de estas intervenciones, sin embargo, pueden no tener una base agroecológica, como es el caso de la agricultura orgánica de sustitución de insumos.

El suelo como elemento central del debate ambiental agrario

En la base de las preocupaciones por desarrollar un modelo alternativo de agricultura, cualquiera sea su nombre, se erige la necesidad de conservar y estudiar el suelo, en tanto que él representa un verdadero "teatro de la vida", como lo definió hace varias décadas el ilustre profesor Abdón Cortés Lombana, verdadero fundador de la ciencia del suelo en Colombia.

En efecto, el suelo es, por una parte, el fundamento de los ecosistemas terrestres, sustento no solamente de las coberturas vegetales que hacen posible la vida sobre el planeta, sino base fundamental de la producción de alimentos en el mundo. Por otra parte, es una fuente permanente de conflictos sociales derivados de su propiedad y de su utilización, en tanto que es uno de los principales factores de producción, dispensador de rentas y medio de alcanzar otras gratificaciones sociales de acceso privado o público.

En las interrelaciones suelo-sociedad se dirime la importancia ambiental de este recurso. Para comprender la magnitud de este postulado, es necesario examinar inicialmente el significado del suelo desde el punto de vista ecosistémico que muestra hasta qué punto en él se encierran secretos vitales para la continuación de la vida, que aluden y refuerzan la idea de que su posesión colectiva, su disfrute y su uso son un derecho humano.

El suelo como ecosistema en sí mismo

El suelo puede entenderse como un conjunto de elementos que interactúan entre sí, cumpliendo funciones vitales de reproducción, transformación y reciclaje. Tales elementos, indisolublemente ligados, son de naturaleza biótica o abiótica.

Puede hablarse sin temor a equivocaciones de que tales elementos minerales y orgánicos constituyen una verdadera trama de microscópicas relaciones físicas y biológicas, escondidas a los ojos de aquellos hombres que no tienen la suficiente humildad para apreciar el *edafón* (nombre griego del suelo), bien porque se sienten distantes de la fertilidad de la tierra, bien porque nunca contemplan la naturaleza, perdidos como están en los laberintos urbanos, o bien porque consideran lo agrario como una actividad inferior.

De todas maneras, percibidos o no, al interior del suelo, por entre los infinitos canales explorados sólo por colémbolos marciales, enquitreidos roñosos, amebas gelatinosas o resbalosas eisenias, existen abismos de ciudades silenciosas en donde se pierden todos los esquemas convencionales de comunicación, pero en donde al mismo tiempo se preparan los más grandes fenómenos que posibilitan la continuidad de la vida sobre el planeta. El laberinto de túbulos y de microporos preparados por estas comunidades de minúsculos seres ciegos permite el continuo intercambio de fluidos líquidos y gaseosos entre la tierra, las plantas y la atmósfera.

1. Para mayor información sobre este tema, ver S. T. León, 2007, *Medio ambiente, tecnología y modelos de agricultura en Colombia*. Hombre y Arcilla. ECOE Ediciones. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales.

Este ambiente físico hace posible la aparición de una casi infinita red de organismos micro, meso y macroscópicos, cuya existencia no puede entenderse desligada de la mencionada estructura edáfica. En otras palabras, el suelo podría comprenderse como una red de habitantes que construyen sus casas con sus propios cuerpos. El único hábitat fabricado con la propia materia orgánica.

Esta red de seres vivos se conoce con el término de biocenosis edáfica (literalmente, *vida en movimiento*), y sus límites se extienden más allá de la frontera impuesta por la superficie del terreno. En efecto, dentro de las biocenosis edáficas es necesario considerar a los seres macroscópicos que hunden sus raíces en este medio edáfico, el cual ha sido visto como una interfaz prodigiosa entre la vida mineral y vegetal. Desde todo punto de vista, es imposible separar las raíces de las plantas de las interacciones que sufren al interior del suelo y, por supuesto, es imposible desligar las raíces de las plantas del conjunto de la biomasa vegetal.

Dentro de este contexto, aparecen las acumulaciones de material vegetal ubicadas en la superficie del suelo, conocidas como mantos de hojarasca, mantillos o *litter*, siempre acompañadas de una intensa actividad de biocenosis, encargadas de transformar los enormes volúmenes de materia orgánica, tanto vegetal como animal, que se acumularía para siempre de no mediar este eslabón fundamental de los organismos descomponedores. Imposible también separar estas interacciones que ocurren en el suelo del conjunto total de los seres o de las biocenosis que se ubican en su superficie.

De manera irremediable, y con la excepción tal vez de aquellos animales que cumplen todos sus ciclos dentro del agua, todos los seres vivos del planeta están destinados a retornar a la tierra y a ser transformados dentro de ella. Si el suelo no cumpliera con esta continua, silenciosa y titánica labor de diáspora, de metamorfosis de lo orgánico en inorgánico, de mineralización de la vida, el mundo sería

un enorme depósito de cadáveres. Existe, entonces, un derecho al reciclaje, a la continuidad de los ciclos biogeoquímicos, escondidos igualmente en la oscuridad y en el silencio de la tierra.

El suelo contiene vida en sí mismo, característica que es inherente a su naturaleza. Millones de micro, meso y macroorganismos están implicados en la transformación de la materia orgánica, proceso durante el

De manera irremediable, y con la excepción tal vez de aquellos animales que cumplen todos sus ciclos dentro del agua, todos los seres vivos del planeta están destinados a retornar a la tierra y a ser transformados dentro de ella.

cual se liberan nutrientes para las plantas, se dinamizan los ciclos biogeoquímicos de elementos como el fósforo, el potasio, el nitrógeno, el calcio y el magnesio, entre otros; se genera estructura edáfica y se establecen las interrelaciones órgano-minerales que se expresan en cualidades fisicoquímicas fundamentales para la fertilidad de la tierra.

En síntesis, entender el suelo como ecosistema es introducirse en el estudio de su composición mineralógica y morfológica, y en la red de interacciones de ésta con la materia orgánica y de ambas con las biocenosis edáficas. El resultado es una serie de servicios ecosistémicos, entre los que se destacan la retención de agua, fenómeno básico para la regulación de los ciclos hidrológicos, y la conservación de los nutrientes, elemento esencial para la vida vegetal.

Como cualidad emergente, se habla de la fertilidad de la tierra, idea que resume y recopila las interacciones descritas y que se convierte en un atributo inestimable del medio edáfico. Aquí cabe la pregunta: ¿en qué términos de propiedad se accede a estas cualidades preciosas, amasadas por siglos en el vientre de la arcilla? ¿Cómo valorar y poseer la capacidad edáfica que convierte en riqueza sin igual su misma entraña? ¿No es la fertilidad de la tierra un reto para quienes deciden las bases teóricas del derecho y de la economía ambiental contemporáneas?

Pasando por alto las innumerables características que hacen del suelo la base de los ecosistemas terrestres, limitémonos a enunciar en este apartado que la incompreensión de la función ecológica del

suelo por parte de los profesionales y productores agrarios es uno de los principales factores del mal manejo de los suelos tropicales, que conduce a su acelerada degradación. En Colombia se aplican categorías de uso y manejo de suelos que originalmente se desarrollaron en países estacionales y que aquí se aplicaron sin el debido proceso de crítica y reflexión. Así mismo, en el país se encuentran profundamente arraigadas prácticas inadecuadas en cuanto al uso de fertilizantes, plaguicidas y maquinaria agrícola, herramientas que comúnmente se usan más allá de lo recomendado, bajo la concepción de que cuanto más se empleen, más seguridad existirá de obtener un resultado, sin considerar el deterioro ambiental del suelo que dichas prácticas implican.

El suelo como recurso

En el mismo momento en que la humanidad inició la domesticación de plantas y animales durante el período neolítico, probablemente unos 12.000 años antes de nuestra era, el suelo comenzó a considerarse como un recurso productivo, y a su valor como base de los ecosistemas naturales se le adicionó el valor como fundamento de la producción agraria.

Desde esos momentos antiguos, el suelo tomó otra connotación y comenzó a ponderarse tanto por sus propias características edáficas y ecosistémicas como por el valor de uso, de intercambio y de jerarquía social, hasta que su denominación llegó a ser sinónimo del recurso tierra.

Los usos mineros, urbanos, turísticos, como sumidero de desperdicios, disipador de gases invernalero o aquellos de tipo especulativo o rentístico, hacen parte de las nuevas demandas del recurso tierra en la sociedad contemporánea. La tierra como fuente de dominación y de poder político y como medio para obtener posibilidades de acceso privado al gozo de la naturaleza también hace parte de esos roles que se le asignan al recurso y que no siempre han sido avalados en el mercado.

Incluso en la sociedad contemporánea el suelo se ha incluido en otros conceptos como espacio, territorio, lugar, región, paisaje o cuenca hidrográfica, que implican acercamientos diferentes al recurso y que lo tornan aún más complejo y valioso en su rol social. Muchas de las discusiones planteadas sobre estos temas desbordan los propósitos de este documento. Hay que destacar, sin embargo, que el suelo, como recurso, es consustancial al concepto de producción agraria y, por lo tanto, se debe contar como factor esencial de los agroecosistemas. De todas maneras, por más que se quiera, no se puede sembrar ni en el paisaje, ni en el territorio ni en la región ni en la cuenca hidrográfica. Se siembra única y directamente en el suelo.

En este nivel, el medio edáfico desempeña tres roles fundamentales: factor de producción, medio para garantizar la calidad de vida de la población e indicador de la sostenibilidad de los mismos sistemas productivos.

Desde el punto de vista de la producción, el primer elemento a ser tenido en cuenta en el orden nacional se refiere a la valoración del suelo. La polémica sobre el valor de la tierra proviene desde los mismos economistas clásicos del siglo XIX. La renta del suelo es una manifestación de relaciones sociales y fue definida por Ricardo como “aquella parte del producto de la tierra que se paga al terrateniente por el uso de las energías originarias e indestructibles del suelo” (Ricardo, 1973).

El pago de las rentas de la tierra no puede hacerse si no existe de por medio la propiedad de la misma y si, además, no se entiende que toda propiedad es una relación de fuerza que, más allá del hecho de que se encuentre sancionada o legitimada por la sociedad a través del Estado, presupone el monopolio de ciertas personas que les da derecho a disponer sobre determinadas porciones del planeta como esferas privativas de su voluntad individual, con exclusión de los demás. Desde la perspectiva marxista, tal apropiación no es viable porque “... ni la sociedad en su conjunto ni la nación ni todas las sociedades que existan en un momento dado son propietarias de la tierra. Son simplemente sus poseedoras, sus usufructuarias, llamadas a usarla como *boni patris familias* y a transmitir las mejoradas a las futuras generaciones...” (Sanabria, 2007).

La propiedad es, pues, una discusión central en las consideraciones sobre el valor del suelo como recurso productivo.

En este sentido, las aproximaciones de la economía ecológica se dirigen a aceptar que el tema de la propiedad privada sobre el suelo debe ampliarse a contextos superiores, dado que no se trata de la gestión sobre un recurso aislado sino de la gestión de ecosistemas existentes no sólo en el predio agrícola sino en otros escenarios de tipo local y regional. Es decir que incluso en los temas de la renta de la tierra y de su propiedad se deben introducir elementos nuevos que tradicionalmente fueron dejados de lado.

Los recientes enfoques de la agricultura coinciden en afirmar que un suelo sano –con adecuados contenidos de nutrientes y de materia orgánica, bien estructurado y manejado con visión integral respetando los ciclos y las leyes de los ecosistemas– es garantía suficiente para obtener rendimientos altos y sostenibles. La literatura científica muestra cada vez con mayor claridad la veracidad de este postulado y al mismo tiempo señala las consecuencias adversas del uso indiscriminado de tecnologías no apropiadas.

De igual o mayor importancia que la cualidad anterior, es el valor dado al suelo como factor que garantiza la calidad de vida de la población. Aquí, nuevamente, entran varios factores generales para ser considerados dentro de una discusión general en torno a la tierra en su dimensión ambiental. Sin hacer más alharacas, lo que se pregunta en los párrafos siguientes son cuestiones fundamentales relacionadas con el derecho a una alimentación sana, producto de cultivos sanos que han crecido en suelos sanos, saludables, libres de venenos. ¿Existe acaso un derecho más sagrado y más profundo del ser humano que a existir... y no es la existencia, acaso, una consecuencia directa e inapelable del alimento?

El suelo es una caja de resonancia del manejo que se dé a los cultivos. Las ideas dominantes de los siglos XIX y XX –según las cuales el suelo no podía sostener altas producciones más que a condición de aplicar subsidios energéticos masivos para reemplazar los nutrientes extraídos cosecha tras cosecha y que tales subsidios deberían provenir de fertilizantes sintéticos, solubles y simples, en lugar de la aplicación de abonos orgánicos– produjeron una visión estrecha de la fertilidad del suelo que se limitó a inventariar sólo los tres principales elementos (nitrógeno, fósforo y potasio), olvidando de paso la complejidad de la vida, que envuelve por lo menos otros 42 elementos esenciales.

Por supuesto que este olvido no fue inocente. Respondió a las posibilidades de lucro de las primeras empresas productoras de los siglos XIX y XX que más tarde monopolizaron la industria química, basándose en el éxito inmediato que genera la aplicación de elementos solubles en los rendimientos de los cultivos.

Los desbalances edáficos generados por esta permanente aplicación de los tres elementos, NPK, acompañada de enmiendas y/o complementos de calcio, magnesio, sodio y azufre, principalmente, se trasladan a las plantas, y de ellas, a los seres que las consumen.

La teoría de la trofobiosis propuesta en 1967 por el agrónomo Francis Chabousson, del prestigioso Centro Nacional de la Investigación Científica de Francia (CNR, por su sigla en francés), ofrece amplias evidencias que muestran cómo tales desequilibrios en la nutrición del suelo se traducen en que las plantas no pueden sintetizar proteínas completas, liberando dentro de sus tejidos altas cantidades de aminoácidos y azúcares libres, que constituyen fuertes atractores para plagas y enfermedades. De esta manera, los desbalances en los suelos se trasladan a los cultivos, cuyas deficiencias nutricionales causan la aparición de ataques de insectos, hongos, bacterias y virus, los cuales se ven favorecidos por la presencia de extensos monocultivos que sirven de base para su rápida propagación.

La reacción posterior del sistema social fue atacar directamente la aparición de plagas y enfermedades, sin reparar en las causas que las generaron, echando mano del mismo arsenal químico dispuesto por los avances tecnológicos en la lucha contra los insectos. En el trasfondo de la escena, la ideología de guerra y de muerte blandía sus mismos argumentos para declarar la guerra a la naturaleza, nuevamente en nombre de la acumulación del capital y pasando por encima de consideraciones elementales de respeto hacia los otros. La otredad, como dicen los filósofos, se quedó por fuera de la agricultura química, con la puerta en las narices.

De esta manera, la agricultura pasó de ser un acto enteramente personal a depender exclusivamente de la aparición y venta de productos cada vez más tóxicos y, por lo tanto, cada vez más eficientes

en su acción biocida. Sólo que los límites de estas opciones tecnológicas no tardaron en aparecer, tanto en el mismo plano de la resistencia de los insectos como en los efectos colaterales sobre animales benéficos, intoxicación de seres humanos y contaminación de aire, aguas y suelos.

Pero no es solamente con las biocenosis de los cultivos con las que se pueden establecer relaciones directas con la calidad de los suelos. De hecho, el uso indiscriminado de amplias áreas en monocultivo también ha contribuido al deterioro gradual del suelo y no resulta adecuado para la regulación del equilibrio en la relación suelo-planta, ya que los requerimientos fisicoquímicos de una especie en particular son bastante específicos. Las enormes cantidades de sustancias químicas aplicadas a los cultivos para controlar lo que apenas son síntomas de manejos deficientes del suelo, vale decir, plagas y enfermedades, generan problemas de mayor envergadura cuando tales sustancias se trasladan a los seres humanos.

En efecto, la literatura mundial es muy amplia en la documentación de diferentes grados de toxicidades agudas y crónicas que generan severas lesiones somáticas, teratogénicas, genéticas e, incluso, la muerte en muchas personas comprometidas directa o indirectamente con el manejo de los agrotóxicos. Tanto en trabajadores agrícolas que manipulan equipos de aplicación como en otros agentes de las cadenas de producción y comercialización, se han comprobado tales efectos tóxicos.

La muerte ronda la producción de la vida. Lo que debería ser un acto enteramente amoroso, altruista, socialmente dirigido para perpetuar la especie humana socializando los excedentes de la producción, se ha tornado en un acto egoísta, excluyente, equipado con armamentos de guerra cuyos efectos se irradian a toda la sociedad global, consumidora de comida chatarra, indiferente al envenenamiento silencioso de sus hijos y permisiva de manera hipócrita con quienes detentan el poder tecnológico y económico. En el filo de la discusión social y política, estas ideas se tornan importantes para debates en la bioética, en lo ambiental y en el derecho de las gentes. La visión comercial la aparta de plano, amparada en el edificio científico que respaldó por décadas el modelo de desarrollo hegemónico en la producción de alimentos.

A manera de conclusión general de este breve texto, puede afirmarse que el actual modelo de desarrollo agrario colombiano, generado desde visiones preponderantemente economicistas y amparado en el enfoque dominante de tipo neoliberal, favorece un "estilo" tecnológico que se aparta de las condiciones inherentes del suelo tropical, produciendo cadenas de acciones que se oponen al logro de objetivos altruistas y dificultando la consolidación de modelos alternativos agrarios basados en valores de solidaridad, respeto e inclusión, que deberían ser los móviles últimos que guiaran la consolidación de los modelos agrarios ambientalmente sostenibles, para un país pleno de biodiversidad que reclama justicia social y respeto por la naturaleza.

Los colombianos tenemos derecho a decidir cómo vamos a establecer el manto de la tierra, es decir, a qué tipo de agricultura se va a afiliar el país en el futuro. Si a una agricultura cero químicos, de tipo ecológico, renovadora de la tierra, amiga de la biodiversidad, recicladora de biomasa, autosostenida y con una claridad suficiente para que quienes la practican entiendan que su fin ético es alimentar de manera sana a los seres humanos, o bien el país se decidirá a continuar impulsando un modelo de agricultura depredadora de recursos, contaminante, que envenena el alimento, dependiente de insumos y dirigida exclusivamente a la acumulación utilitarista. Dos modelos en conflicto.

Referencias

Chabousson, F. (1967), *Plantas Doentes Pelo Uso De Agrotóxicos (A Teoria Da Trofobiose)*. Tradução de Maria José Guazzelli, L&Pm, Porto Alegre, Brasil.

Ricardo, D. (1973), *Principios de economía política y tributación*, Fondo de Cultura Económica, México, D.F.

Sanabria, D. A. (2007), *Espacio, ambiente y renta del suelo*. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales. Programa de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Serie Ideas 10.

Reflexiones sobre la ciudad colombiana del siglo XXI

Carlos Alberto Torres Tovar

Arquitecto, Magíster en Urbanismo con estudios de Doctorado en Urbanismo, y Arquitectura y Ciudad. Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia. Escuela de Arquitectura y Urbanismo. Instituto de Investigaciones en Hábitat, Ciudad & Territorio. Coordinador Académico Maestría en Hábitat: Línea de investigación estudios en vivienda. Editor de la revista *Bitácora Urbano Territorial* (indexada en categoría C, Colciencias). Líder de los grupos de Investigación "Procesos Urbanos en Hábitat, Vivienda e Informalidad" y "Hábitat y Vivienda", clasificados en categoría A por Conciencias.

Correo electrónico: catorrest@unal.edu.co

Es importante advertir al lector que este texto, dada la complejidad de los temas tratados, no pretende brindar una visión completa ni una reflexión detallada sobre los asuntos abordados. Son más bien pinceladas. Es probable que el lector no encuentre en el documento una visión optimista frente al desarrollo de la ciudad, y sus posibilidades. Esta óptica no pretende desconocer que existen siempre dos caras en una misma moneda, sólo busca destacar algunas problemáticas que están presentes, sobre las cuales se debe construir una base de futuro para la ciudad colombiana.

La actual ciudad colombiana es el producto de la profundización, en las últimas décadas, de las contradicciones propias del modelo de desarrollo capitalista, lo cual ha incidido en su rápida transformación y en la aceleración de los procesos migratorios del campo a la ciudad, situación ésta que aún agobia las ciudades, por los efectos de la profundización del conflicto interno que se vive en el país, a lo cual se suman la agudización de las condiciones de pauperización del campesinado colombiano y las dificultades permanentes generadas por las erráticas políticas económicas y sociales que han marcado períodos de inestabilidad y crisis económica, siendo los más afectados los sectores de población con más bajos ingresos¹.

Así, la ciudad colombiana de inicios del siglo **xxi** es la expresión del individualismo y la competencia que imponen la dinámica del mercado, la internacionalización de la economía y la globalización de las sociedades, profundizando y marcando cada vez más las diferencias sociales, económicas, ideológico-culturales, políticas y ambientales, reflejadas, entre otros aspectos, en la concentración poblacional en las ciudades, el desorden urbano, el aumento de la segregación físico-espacial, la ampliación de las áreas periféricas de urbanización informal y las ocupaciones permanentes de suelo público y privado. A ello se suma la extensión antieconómica de las principales ciudades a costa de la urbanización de tierras de alto potencial agrícola o de protección ambiental; así como el deterioro de las áreas centrales antiguas y la proliferación de inquilinatos, factores que contribuyen a la ampliación de los problemas de inequidad social manifiestos en la desigualdad, la imposición de formas de exclusión, la marginalidad, el desempleo y la miseria urbana.

Las ciudades colombianas continúan creciendo y al mismo tiempo diversifican sus procesos de construcción y consolidación, sin haber superado las dificultades relacionadas con la dotación y alta demanda de acceso a servicios públicos domiciliarios, equipamientos colectivos e infraestructura en las distintas escalas de atención, los problemas cuantitativos y cualitativos del hábitat y la vivienda, que, al igual que los otros factores, aún se encuentran por resolver.

En este contexto, Colombia se seguirá consolidando como un país eminentemente urbano, que llegará a albergar en las ciudades a más del 85% de su población total en la mitad del siglo. Ello presagia desde ya un conflicto urbano immanejable en todas sus dimensiones, si no se producen los ajustes y cambios necesarios para superar las condiciones actuales en el modelo de desarrollo y urbanización.

1. Un estudio del Banco Mundial sobre Colombia (mayo de 2002) indica que el 64% de la población colombiana está en condiciones de pobreza: 27.000.000 de personas, en términos absolutos, y de ellas, 6.000.000 de colombianos están en una situación de miseria. Población que hoy en día está construyendo la ciudad colombiana y, particularmente, la ciudad informal.



2. Resultado en el último Censo Nacional de Población y Vivienda de 2005.
3. La clasificación de los asentamientos se realiza de acuerdo a su tamaño poblacional en la zona urbana.
4. Las características de las diferentes ciudades dependen en gran parte de lo que las ciudades hacen (sus funciones), que son un reflejo de las relaciones entre ciudades. Como primer acercamiento a estos análisis, se tienen en cuenta las funciones municipales, estableciendo así su área de influencia, definida como el espacio hasta el cual alcanzan a llegar los servicios y bienes que el centro suministra, bien sea en forma refleja, como servicios bancarios, educación, salud, comercio e institucional, y relación de cada centro urbano.

Por ello, la permanente construcción de la ciudad colombiana es el reflejo de una sociedad inacabada y en constante transformación, que requiere de la activa participación de los diferentes agentes sociales (Estado, Comunidad e Iniciativa Privada) que en ella interactúan, para lograr un adecuado desarrollo y consolidación, mediante procesos que generen equidad, armonía, unidad, integración, solidaridad y convivencia.

Algunos elementos del contexto colombiano

Al igual que la mayoría de los países de América Latina, Colombia se configura como un país altamente urbanizado, con el 74,34% de su población (42.888.502, en el año 2005) viviendo en ciudades (Dane, 2006b). El proceso de urbanización indica que más del 28,73% del total de la población² se concentra en las cuatro principales ciudades del país (Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla), correspondiendo a su vez al 40% del total de la población urbana (Dane, 2006b).

De igual modo, el denominado sistema urbano colombiano está conformado por asentamientos de diversos tamaños, caracterizado por la primacía de la ciudad capital, seguida de tres ciudades con población entre 1 y 5 millones de habitantes; 34 ciudades intermedias, con poblaciones entre 100 mil y 1 millón de habitantes; y algo más de mil centros poblacionales con menos de 50 mil habitantes (Conpes, 2004: 1) (ver la tabla 1). Esta configuración ha permitido la consolidación de centros regionales, la aparición y fortalecimiento de subcentros regionales y el crecimiento de ciudades primadas en las áreas metropolitanas y centros regionales tradicionales.

La ciudad colombiana se configura según su tamaño y condición funcional, a partir del establecimiento una red de ciudades y un sistema de asentamientos que responden a dos criterios de manera prioritaria: una clasificación morfológica³ y una funcional⁴. Bogotá se reconoce como Metrópoli Nacio-

Tabla 1. Concentración de la población urbana por tamaño de ciudad, 2004

Rango de población	Nº municipios	Población urbana 2004	%	Población promedio
Más de 5 millones	1	7.014.111	21	7.014.111
Entre 1 y 5 millones	3	5.677.981	17	1.892.660
Entre 500 mil y 1 millón	3	2.192.210	7	730.737
Entre 100 y 500 mil	31	7.687.906	24	247.997
Entre 50 y 100 mil	41	2.832.679	9	69.090
Menos de 50 mil	1.019	7.296.248	22	7.160
Total	1.098	32.701.135	100	

Fuente: DANE. Cálculos DNP-DDUPA (2005).

nal⁵; Barranquilla, Medellín, Cali y Bucaramanga, como Metrópolis Regionales⁶; Cúcuta, Cartagena, Manizales, Pereira, Ibagué, Pasto y Villavicencio, como Centros Regionales Mayores⁷; y las siguientes 30 ciudades, como Centros Regionales Intermedios⁸. Es importante explicitar que de los 1.098⁹ municipios colombianos, sólo 79 superan los 50.000 habitantes; de éstos, 31 están en el rango entre 100.000 y 500.000 habitantes, y sólo 7 cuentan con más de 500.000 habitantes.

Así mismo, las ciudades colombianas se afirman como fuente de crecimiento del país, apoyadas en sus economías de aglomeración para la producción de bienes y servicios. Los sectores más productivos en la economía se ubican en los centros urbanos, de modo que las siete principales ciudades generan alrededor del 65% del PIB¹⁰. Al igual que en el resto de América Latina, las ciudades colombianas se afianzan como economías de servicios, por ser dicho sector el de mayor generación de empleo (Conpes, 2004: 3).

Modelo de desarrollo que configura la ciudad colombiana

Colombia, como ya se ha señalado, es un país que está determinado por el modelo de desarrollo asociado al modo de producción capitalista, y con éste, su etapa más desarrollada: el neoliberalismo¹¹. Este modelo se refleja en todos los ámbitos de la vida de la ciudad, tanto los públicos como los privados, y genera a su vez una visión territorial que se construye a través de los Planes de Ordenamiento Territorial –POT–, espacializando un modo de producción que basa todo su crecimiento y progreso en las fuerzas del mercado.

Así, el modelo de ciudad basado en la política neoliberal ha significado el desmonte de la búsqueda del Estado de Bienestar, a cambio de un Estado regulador del mercado. Este modelo ha efectuado la transferencia de la responsabilidad pública al sector privado en materia de servicios públicos (privatización de las empresas de electricidad, telefonía, gas natural, aseo y transporte), en materia de servicios sociales (imposición de un modelo de privatización de la salud y la educación), en la venta de activos públicos y su supuesta reinversión para la atención de las necesidades sociales, las cuales siguen aumentando. En esta misma dirección, el nivel central del Estado ha efectuado la entrega de concesiones viales y servicios aeroportuarios, al igual que la venta de la banca pública y el saneamiento de la privada con dineros públicos, entre otros; volviendo una política pública la colectivización de los errores privados y, por tanto, socializando sus pérdidas, mas no sus utilidades.

Ello ha significado la apertura al mercado global sin ningún tipo de restricción, generando la atracción de grandes capitales multinacionales. Con ello, la economía ha profundizado su proceso de desarrollo dominado por el sector terciario¹², a lo cual se suman la reducción de los salarios y la pérdida del poder adquisitivo del dinero. Así mismo, ello ha impactado la ciudad.

5. Es el máximo nivel de jerarquización funcional, correspondiente a la capital del país, la ciudad mayor y que concentra buena parte del movimiento financiero, comercial, industrial, educativo, administrativo, político y de servicios de toda índole. Las migraciones rurales son absorbidas casi totalmente por este gigantesco polo de desarrollo y la mayoría de las actividades del país tiene que ver en una u otra forma con la capital.

6. Todos los centros integrantes de este nivel son capitales departamentales, lo cual significa que su papel administrativo es muy importante y, por consiguiente, su influencia es regional. Su función de centros agropecuarios es notable, al mismo tiempo que presentan movimientos comerciales considerables, disponen de universidades, hospitales regionales, clínicas y servicios especializados. Son sedes de administración seccional, y algunos tienen industrias importantes.

7. Es el nivel jerárquico superior, en razón del gran espacio que dirige; se les puede considerar también como Centros Regionales; concentran servicios financieros, grandes empresas de transporte y pasajeros, empresas destacadas, además de un importante renglón industrial de trascendencia nacional y para exportación. Ofrece toda la gama de servicios de una gran ciudad, es decir que puede suministrar a la región los servicios de los cuales carecen otros centros de menor categoría.

8. Son ciudades conurbadas con las metrópolis o de alguna incidencia regional.

9. Documento Conpes 3305. Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia. Departamento Nacional de Planea-

ción. Lineamientos para optimizar la política de desarrollo urbano. DNP: DDUPA. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Versión Aprobada. Bogotá, D.C., 23 de agosto de 2004.

10. Sólo Bogotá, para el año 2004, aportaba algo más del 22% del PIB y reunía alrededor del 21% de la población urbana nacional.
11. La ciudad de Bogotá es el referente del avance del modelo en el país.
12. El sector terciario de la economía ofrece servicios a la sociedad, a las personas y a las empresas. Lo cual significa una gama muy amplia de actividades que está en constante aumento. Esta heterogeneidad abarca desde la tienda de la esquina hasta las altas finanzas o el Estado. Es un sector que no produce bienes, pero que es fundamental en una sociedad capitalista desarrollada. Su labor consiste en proporcionar a la población todos los productos terminados que fabrica la industria, obtiene la agricultura e incluso el propio sector servicios (con base en definiciones explícitas en la web).

En síntesis, se puede afirmar que el modelo de ciudad está concebido en función del modelo de desarrollo y que el modelo de desarrollo está en función de una lógica general sobre el territorio, en este caso, el territorio nacional. Las ciudades colombianas, bajo la dinámica que imprime el modelo capitalista, han venido ajustando y variando tanto el modelo de desarrollo como el modelo de ciudad. Ese modelo parte fundamentalmente de reconocer un conjunto de población presente en el territorio disponible para poder atender las distintas actividades y lógicas que establece el mercado; por lo tanto, dentro de esa perspectiva el problema del modelo no se centra en resolverle la problemática ni las necesidades al conjunto de la población, sino en disponer de los recursos que están en ese territorio, para poder fortalecer el modelo, indistintamente de que todos puedan ser beneficiados o no. Por lo tanto, el modelo no está planteado como una alternativa para resolver las lógicas de segregación y exclusión de la ciudad; está pensado como un mecanismo que permita una mirada y una perspectiva desde un sector de la sociedad que concibe el territorio frente a unos fines específicos.

Este modelo de ciudad basa su configuración sobre cuatro elementos de análisis: el territorio, la población, la política y el mercado. El *territorio*, como escenario donde se expresan la segregación socioespacial, la expulsión de población de los territorios mejorados y la especialización y usos del suelo urbano de manera rentística frente al mercado. La *población*, sujeta a la satisfacción de sus necesidades, la resolución de la pobreza y la miseria, el acceso a condiciones de calidad de vida y de participación en el juego de la democracia. La *política*, como reguladora de las relaciones entre lo público y lo privado, como determinante de la construcción social del territorio, así como la construcción y orientación del modelo de desarrollo. Y el *mercado*, entendido éste como la base fundamental del modelo de desarrollo, su materialización como modelo de ciudad y como determinante de lo público desde la orientación del mercado.

Problemas no resueltos y contradicciones presentes en la ciudad colombiana

Es claro, en el caso colombiano, que la consolidación de un sistema de ciudades ha significado un proceso de urbanización acelerado, y en algunos casos, con mayor dinamismo que el conjunto de los países de América Latina. Su configuración geográfica y los trayectos históricos de ocupación territorial le han permitido localizar un número importante de asentamientos y ciudades propiamente dichas, en los cuales hoy se imponen la primacía urbana de Bogotá, el desarrollo de cuatro centros regionales con las ciudades capitales como centros de éste y un sinnúmero de centros subregionales que pugnan por abrirse un espacio.

A pesar de las problemáticas presentes en la ciudad colombiana, éstas se han constituido en el escenario privilegiado de la búsqueda de la superación de los problemas de pobreza y exclusión, siendo el escenario por excelencia para la construcción de una mejor calidad de vida.

Y aunque se ha ampliado el número de equipamientos, programas e instituciones, que han permitido un mayor acceso a servicios públicos domiciliarios y programas sociales, no se han superado las dificultades relacionadas con la dotación y alta demanda de acceso a esos servicios públicos, equipamientos colectivos e infraestructura; los problemas cuantitativos y cualitativos de la vivienda y el hábitat, entre otros factores, aún se encuentran sin resolver, afectando principalmente a altos porcentajes de población de bajos ingresos que aún afrontan problemas de acceso a los mínimos necesarios de sobrevivencia.

Por tanto, se requiere en Colombia una ciudad a escala humana, no por su tamaño sino por las nuevas formas de habitar y relacionarse, de forma tal que permita mejores niveles en las condiciones de calidad de vida urbana, siendo éste un deseo permanente: es la utopía por realizar. Ello contrasta con los niveles de pobreza y la redistribución de la riqueza, que van en sentido opuesto a esta utopía, haciendo cada vez más difícil alcanzar un escenario ideal en el corto plazo que logre construir mejores niveles de equidad.

A mi entender, se debe construir una relectura de la ciudad y el territorio de manera colectiva, que recoja la diversidad y complejidad existente en la ciudad. Esta relectura debe llevar, en primer lugar, a la actuación y el mejoramiento de las condiciones de las ciudades, y en ellas, de manera particular, de



los asentamientos de origen informal; a la reinterpretación actual del proceso de expansión y consolidación urbana en las ciudades, al establecimiento de lineamientos para el reordenamiento territorial de las periferias y a la configuración de instrumentos reales de planeación participativa con la capacidad de acción para la toma de decisiones.

Para ello se debe abocar la construcción de políticas públicas, con las cuales se contribuya a resolver los problemas acumulados y consolidar los procesos en marcha que se han desarrollado durante los últimos años a través del impulso a la descentralización, la búsqueda de la eficiencia en la gestión urbana, un mayor impulso a las dinámicas y formas de participación ciudadana, la puesta en marcha de procesos de ordenamiento territorial, la configuración, manejo y uso adecuado del espacio público. Además, la ciudad ha de asumir una clara posición en el ámbito de la internacionalización de la economía y la globalización actual de las sociedades, lo cual ha de repercutir sobre las formas de construcción y estructuración del territorio urbano y regional.

Este reto en la construcción colectiva de las políticas públicas para la ciudad colombiana futura radica a su vez en trabajar en instrumentos de gestión y regulación urbana compartidos, que superen el papel y se materialicen en la realidad. Se trata de garantizar la responsabilidad de lo público como un bien común colectivo y no de intereses particulares.

Finalmente, pensar el Modelo de Ciudad como alternativa para la ciudad implica reflexionar sobre la perspectiva de una ciudad que vincule la informalidad y la formalidad a partir del reconocimiento

13. El proceso de urbanización en Colombia no se ha desarrollado sobre un modelo único de ciudad; por el contrario, se expresa en la práctica una forma de construir la ciudad que se constata en la superposición de lo formal y lo informal, donde las lógicas de la ciudad formal buscan incorporar los desarrollos de la ciudad informal; sin reconocer y apropiarse sus lógicas y prácticas.

El modelo de la ciudad colombiana está marcado, a su vez, por la superposición de trazas urbanas formales e informales articuladas mediante elementos constitutivos de la estructura vial y las redes de servicios públicos domiciliarios. Allí el llamado sector informal continúa siendo hoy el gran constructor de Colombia y América Latina, el cual presenta un dinamismo continuo frente a los bajos niveles de respuesta y acción del sector oficial.



de formas distintas de concebir y hacer ciudad¹³. Las ciudades colombianas deben avanzar hacia la construcción de un Modelo de Ciudad compartido en la práctica, no compartido en el discurso, lo cual significa profundizar algunos procesos en marcha pero que tienen dinámicas demasiado lentas.

A mi modo de ver, son cuatro aspectos que se deberían trabajar frente a la posibilidad de construir un modelo compartido de ciudad. El *primero* tiene que ver con *profundizar los procesos de descentralización de las ciudades*, no simplemente procesos de desconcentración de funciones, sino de procesos reales de descentralización, que, dado los tamaños que tienen las ciudades, es imposible seguir pensando que se pueden administrar y gobernar simplemente desde un ente central.

El *segundo* aspecto tiene que ver con *garantizar adecuados procesos de participación*, no solamente traducidos en el problema de la representatividad sino de la construcción colectiva de los procesos y proyectos que reclama la ciudad. En este caso concreto, significa construir un modelo compartido de ciudad. Para entender la participación existen ejemplos históricos y presentes que se están jugando en el contexto de las ciudades latinoamericanas, donde el tema de la participación es fundamental para la gobernabilidad de las ciudades; un ejemplo corresponde al tema de los presupuestos participativos, algo que debieron haber enfrentado nuestras ciudades hace mucho rato pero que no han tomado la decisión política de hacerlo.

El *tercer* aspecto tiene que ver con *los procesos de planeación*, que si bien han mejorado y hoy en día un entendimiento fundamental de lo que significa estructurar el territorio de manera co-

lectiva, estos procesos aún carecen de reales mecanismos que garanticen que aquello que se plasma en términos de las ideas y en términos de los textos sea lo que se construya, y, por lo tanto, seguimos construyendo una ciudad de manera fragmentada, dispersa y segregada. Si la planeación no se lleva a cabo como un proyecto colectivo que privilegie las necesidades sentidas de la ciudad en términos del conjunto de la población, definitivamente seguiremos abocados a procesos de planificación desde una perspectiva fundamentalmente económica.

Y el cuarto aspecto hace referencia al *problema de la sostenibilidad, ya que las ciudades no son territorios ilimitados*; por el contrario, tienen límites y limitaciones, y no tendrán la capacidad de seguir absorbiendo población y atender las necesidades que en éstas se generan, si la ciudad sigue creciendo como lo ha venido haciendo. Esa sostenibilidad tiene que mirarse necesariamente en el escenario de las relaciones entre la Ciudad y la Región. Si este cuarto aspecto no se resuelve de manera equilibrada, las ciudades colombianas, particularmente las más grandes, se verán enfrentadas en corto tiempo a una crisis urbana muy fuerte, dada la incapacidad de garantizar la sostenibilidad para estos territorios, al no disponer de condiciones de calidad de vida óptimas para la población que allí se alberga.

El desarrollo de la ciudad no es ajeno a los modelos de desarrollo económico y social y, por tanto, las ciudades son su reflejo. Por ello vale la pena recordar que la producción del espacio (urbano o rural) es el reflejo de la construcción social del territorio.

Reflexión final

Hablamos de la ciudad y la sociedad colombianas del siglo XXI, cuando no hemos construido la ciudad y la sociedad colombianas del siglo XX. Cuando la ciudad colombiana se encuentra aún en obra negra, presentando enormes problemas de habitabilidad y de sostenibilidad. Cuando la sociedad manifiesta enormes desequilibrios en todos los órdenes, especialmente los sociales, económicos y políticos.

Referencias

Banco Mundial (2002), *Informe sobre Colombia*, New York.

Conpes 3305 (2004), *Lineamientos para optimizar la política de desarrollo urbano*. Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación. DNP-DDUPA. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Versión Aprobada, 23 de agosto de 2004. Bogotá, D.C.

DANE (2006a), *Censos y Proyecciones Subnacionales, 1995 / 2000 / 2005*. Bogotá.

DANE (2006b), *Censo General de Población, 2005*. Bogotá.

DNP-DDUPA (2005), *Ciudades amables. Visión Colombia segundo centenario. Propuesta para discusión*. Bogotá.

Ello se puede explicar a partir de los siguientes elementos: las lógicas y desarrollo de la ciudad informal son una forma de construcción de ciudad que se produce de manera simultánea con la ciudad formal; lo formal debe reconocer lo informal para construir ciudad, ya que lo formal no explica lo informal sino que le impone su propia lectura; la formalización de la ciudad informal produce simultáneamente una situación positiva al incorporar al mercado estos hábitos y territorios a lo formal; y un factor negativo al aumentar las condiciones de exclusión; el proceso de urbanización en Colombia no se ha desarrollado sobre un modelo de urbanización aceptado; sin embargo, cada día cobra más fuerza la ciudad informal como determinante de la formalidad; por ello se hace necesario construir una lectura de ésta desde lo informal.



UNIVERSIDAD INCCA DE COLOMBIA

"Con sentido crítico y carácter social"

15 PROGRAMAS PROFESIONALES

Cra. 13 No. 24 - 15
PBX: 444 2000/20/30 exts.: 239
250-267-299. Telefax: 318 6130.
E-mail: admission@unincca.edu.co

5 PROGRAMAS TECNOLÓGICOS

Calle 25 No. 12 - 15
Directo: 334 0192
PBX: 444 2000/20/30 exts.: 239-250-267-299
E-mail: intec@unincca.edu.co

6 PROGRAMAS DE POSGRADO

Calle 25 No. 12 - 15.
Tel.: 334 0177
E-mail: posgrados@unincca.edu.co

www.unincca.edu.co

Investigación





NANOPARTÍCULAS: ¿una nueva fuente de contaminación?

Lucero Álvarez Miño

Física, Docente
Departamento de Física y Química
Universidad Nacional de Colombia
Sede Manizales
lalvarezm@unal.edu.co

Introducción

A partir, especialmente, de la última década se ha hecho más común el uso del prefijo *nano* en la formación de nuevos términos en la ciencia y la tecnología (ver, por ejemplo edición especial de *Innovación y Ciencia*, Vol. XII, Nº 4, 2005). ¿Qué es lo que viene a la mente cuando se menciona dicho prefijo? Sin duda, lo primero que hacemos es relacionarlo con el tamaño. Recordando lo que aprendimos en el colegio sobre los múltiplos y submúltiplos de una unidad dada, un nanómetro (nm) es la millonésima parte de un milímetro, lo cual es difícil de imaginar. Tomemos un cabello humano. El cabello rubio tiene un ancho aproximado entre 15.000 y 50.000 nm, mientras que un cabello negro tiene entre 50.000 y 80.000 nm de grueso (National Nanotechnology Initiative, NNI, Estados Unidos).

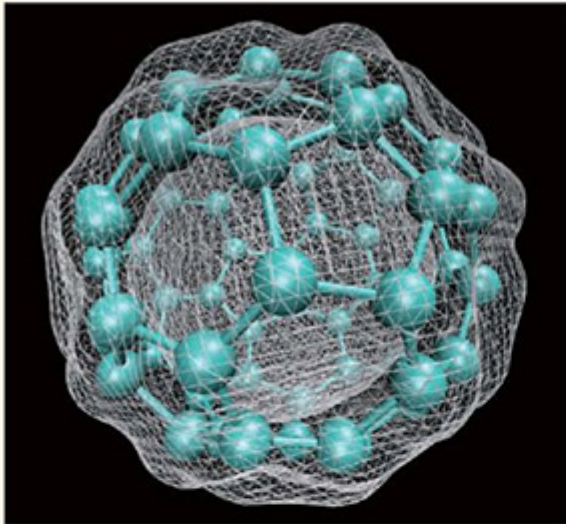
En cuanto a la tecnología a escala de los nanómetros, se han realizado ingentes esfuerzos para estandarizar el concepto de nanotecnología, siendo una de las definiciones más referenciadas la propuesta por la Agencia Científica Nacional de Estados Unidos y la NNI, según la cual "la nanotecnología es la habilidad de entender, controlar y manipular la materia al nivel de átomos individuales y moléculas, así como a nivel 'supramolecular', incluyendo aglomerados de moléculas (de entre 0,1 y 100 nm), para crear materiales, dispositivos y sistemas con propiedades y funciones fundamentalmente nuevas, debidas a su estructura pequeña" (Roco, 2007). Por tanto, un criterio más o menos ampliamente aceptado es que una nanopartícula (NP, de aquí en adelante) es un partícula individual de dimensiones menores que 100 nm (Borm *et al.*, 2006). También se puede hablar de nanoestructuras, que se diferencian de las nanopartículas porque poseen algún tipo de soporte.

La siguiente cuestión es el origen de las NP, para lo cual se clasifican en tres grandes grupos (Borm *et al.*, 2006; Reijnders, 2006). Forman el primer grupo las NP de origen natural, como las expulsadas por los volcanes durante erupciones, las que se producen por incendios o las cósmicas. En un segundo grupo encontramos las NP que surgen por la actividad humana pero de manera no intencional, como aquellas derivadas de procesos de combustión, como NP de diesel, o el negro de carbón, por la combustión incompleta de derivados del petróleo. Algunos se refieren a ellas como partículas ultrafinas (Reijnders, 2006), pero dado que sus diámetros son menores que 100 nm, caen dentro de la definición de NP. Su presencia se elevó con el advenimiento de la Revolución Industrial de finales del siglo XVIII, por el aumento en la producción y consumo de energía (particularmente de origen fósil), y actualmente se calcula su producción en 50.000 kg por año (Borm *et al.*, 2006).

El último grupo lo conforman las NP manufacturadas o fabricadas intencionalmente. Dentro de éstas encontramos de nuevo al negro de carbón, pues fue de las primeras NP que se produjeron con propósitos determinados, como el reforzamiento de llantas de automóviles y como constitutivo de la tinta seca (tóner) para impresión. Las NP manufacturadas se dividen a su vez en dos subgrupos: las de libre circulación y las adheridas o fijas (Reijnders, 2006). En el primer subgrupo encontramos las NP utilizadas como medio de transporte y de liberación de medicamentos a algún órgano específico del

Nanotecnología es la habilidad de entender, controlar y manipular la materia al nivel de átomos individuales y moléculas, así como a nivel 'supramolecular', incluyendo aglomerados de moléculas.

Figura 1. Estructura de un fullereno



Tomado de J. Glenn, *Technological Forecasting & Social Change* 73 (2006): 128-137.

cuerpo; las que se agregan a cosméticos (por ejemplo, el TiO_2 en los protectores solares); las NP de plata utilizadas en lavadoras para desinfectar (Samsung). Entre las NP fijas se encuentran las que se usan en recubrimientos, por ejemplo, en textiles para contrarrestar la adhesión de manchas o sobre vidrios para protegerlos de posibles rayones, etc. Se espera que el consumo de las NP manufacturadas se masifique: alrededor de 1.500 toneladas de fullerenos (ver la figura 1), que son estructuras esféricas de carbono de tan sólo un nanómetro de diámetro, fueron fabricados en 2007 por la compañía japonesa Mitsubishi (Borm *et al.*, 2006). La cuestión es que aún no conocemos lo suficiente sobre cómo nos veremos afectados al ser expuestos a estas nuevas partículas que no podemos observar a simple vista.

Las herramientas para trabajar a nanoescala

Si bien es cierto que ya desde 1959 el físico estadounidense Richard Feynman llamaba la atención sobre la po-

sible manipulación a escala atómica, sólo hasta que se alcanzaron ciertos desarrollos tecnológicos se pasó de la potencialidad a la realidad. En su discurso "Existe suficiente espacio en el fondo" (Zyvex) frente a la Sociedad Americana de Física (APS, por su sigla en inglés), Feynman argüía que tal vez el principal impedimento para la manipulación atómica era que no podíamos observar los entes a manipular. Feynman formuló ideas para la construcción de algunos microscopios que permitirían ver y mover los átomos, como un constructor disponiendo ladrillos para formar estructuras. Fue sólo hasta 1981 que Gerd Binnig y Heinrich Rohrer inventaron el microscopio de barrido por tunelamiento cuántico o STM, por su sigla en inglés, dando un gran paso en la dirección que Feynman había señalado más de dos décadas antes. Un STM se basa en la posibilidad de generar una corriente electrónica entre una punta metálica y una superficie también metálica, pero lo interesante es que los electrones pasan una barrera energética, que surge entre la punta y la superficie, sin remontarla sino "por entre un túnel". Este microscopio permite ver e incluso manipular los átomos. Es decir, es posible fabricar y estudiar nanoestructuras y NP con un STM.

Otro método de producción de objetos en el rango de los nanómetros es la conocida litografía por haz de electrones (Álvarez, 2007), en la cual se "dibuja" con un haz de electrones sobre una superficie el patrón que se desea, y se remueve el material sobrante, creando una estructura con las dimensiones deseadas. En general, para la fabricación de NP se usan muchas de las técnicas de la ciencia de materiales, como la deposición por evaporación química, la ablación láser (cuando un láser muy potente funde un blanco), descargas de arco, reducción de óxidos, entre otras. Una vez fabricadas las NP, se realiza su caracterización, que involucra la verificación del tamaño finalmente obtenido y el estudio de las propiedades físicas (eléctricas, mecánicas, ópticas) y químicas.

Ahora cabe la pregunta, ¿por qué usar NP? La respuesta la brinda la física, particularmente una rama conocida como mecánica cuántica. Cuando anteriormente mencionamos el efecto túnel en relación con el STM, nos estábamos refiriendo precisamente a un efecto cuántico. La mecánica cuántica se ha encargado de explicar lo que ocurre a escala atómica, y básicamente lo que debemos recordar es que el tamaño sí importa y que las propiedades de un material pueden cambiar drásticamente si cambiamos el tamaño del mismo. Por ejemplo, "un solo gramo de material de catálisis (usado para acelerar las reacciones químicas), conformado por partículas de diez nanómetros de diámetro, es 100 veces más reactivo que la misma cantidad del mismo material formado por partículas que midan una

micra de diámetro” (Grupo ETC, 2003). Los nanotubos de carbono (ver la figura 2), que como su nombre lo indica son estructuras de carbono en forma de tubos con unos cuantos nanómetros de radio, son más ligeros que el acero pero más resistentes que éste y además presentan una conductividad eléctrica que se puede moldear permitiendo que sean tan buenos conductores como el cobre o que se comporten como el silicio o el germanio. Un ejemplo de cambio en las propiedades ópticas es el de las NP de TiO_2 , que resultan ser transparentes a la escala nanométrica, pero a tamaños mayores presentan un color blancuzco.

Resumiendo, entre las motivaciones para fabricar NP o nanoestructuras están:

- Conocer los fenómenos que rigen el universo a nanoescala, pues, como vimos, la disminución del tamaño de un material puede conllevar el cambio de las propiedades del mismo.

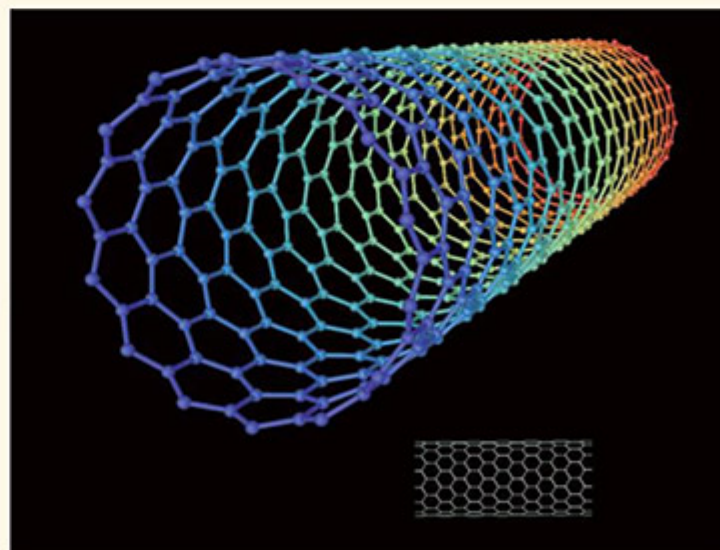
- Aprovechar las nuevas propiedades para crear nuevos dispositivos (con mayor capacidad de almacenamiento de información, o que liberen de manera precisa medicamentos, etc.). A su vez, la oportunidad de manipular los “ladrillos de la materia” abre la puerta a una verdadera ingeniería de los materiales.

Sin embargo, nuevos desarrollos científicos y tecnológicos, como los que involucran las NP, se deben enfrentar cada vez con mayor frecuencia al escrutinio de ambientalistas, ecologistas, y de la opinión pública en general, quienes desean conocer sobre los efectos de dichos desarrollos en nuestra vida. En la siguiente sección presentamos los resultados de algunas investigaciones a este respecto.

¿Qué sabemos sobre la acción de las NP en los seres vivos?

Como señalamos antes, el tamaño de las NP determina en buena parte las propiedades de las mismas. La razón principal del cambio de las propiedades cuando disminuimos el tamaño es el cambio en la relación superficie-volumen de la partícula. En un objeto grande, digamos una pelota de béisbol, la relación superficie/volumen es del orden de $1/\text{cm}$, mientras que para una NP de radio 100 nm esta misma relación será de $100.000/\text{cm}$. Reduciendo el tamaño de un material a la nanoescala, más átomos estarán en la superficie del material con relación a los que se encuentran en el volumen (interior) del mismo, lo que explica la alta reactividad de las NP. Muchas de las aplicaciones de las NP se pueden ver afectadas por esta alta reactividad, pues tienden a formar conglomerados y macromoléculas, perdiendo las propiedades para las que fueron fabricadas como NP individuales. Para cada NP que se sintetiza es necesario estudiar su actividad química con macromoléculas e incluso con otras NP, previendo qué puede ocurrir cuando de manera involuntaria o voluntaria sean liberadas en el aire o en el agua. Por ejemplo, ya existen estudios sobre el efecto combinado de partículas ultrafinas de C con ozono que revelan sinergismo, es decir, que combinados producen un efecto mayor que cada uno por separado (Reijnders, 2006). Dado que el aire ya contiene NP, la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos atribuye 60.000 muertes por año a la inhalación de NP de la atmósfera, y existe evidencia de que dichas NP pueden llegar hasta el cerebro (Moore, 2006). Por inhalación de partículas ultrafinas por vía aérea se ha encontrado, en estudios sobre

Figura 2. Estructura de un nanotubo de carbono tipo zigzag



Tomado y adaptado de
http://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_nanotube

todo con ratas, su posible relación con cáncer, y en general, aumentan la vulnerabilidad del sistema respiratorio a padecer enfermedades como bronquitis, asma, alergias (Reijnders, 2006). Además, NP metálicas (Fe, Cr, Ni) han sido detectadas en el hígado humano y en el tejido de los riñones (Moore, 2006). Las partículas de diesel han mostrado que pueden causar inflamación del tejido pulmonar por unas pocas horas en individuos expuestos a éstas (Borm *et al.*, 2006). Éstos son algunos efectos conocidos de NP subproductos de la actividad humana, mas no fabricadas intencionalmente. Debemos tener en cuenta que la concentración de estas partículas puede llegar periódicamente a alrededor de 50 microgramos/m³ en los países industrializados occidentales, y se las ha asociado con la morbilidad por enfermedades cardiovasculares y pulmonares (Reijnders, 2006).

Los efectos ya conocidos de estas NP pueden servir como un punto de referencia para el análisis de los efectos de las NP manufacturadas. Refiriéndonos a estas últimas, no siempre los análisis sobre

Las partículas de diesel han mostrado que pueden causar inflamación del tejido pulmonar por unas pocas horas en individuos expuestos a ellas.

su influencia coinciden o son concluyentes. Las NP de TiO₂ en protectores solares son, según la Comisión Europea para el Uso de Productos Cosméticos y no Comestibles, inofensivas para los usuarios (ver la figura 3). Sin embargo, investigaciones recientes divergen de esta opinión, mostrando, mediante ex-

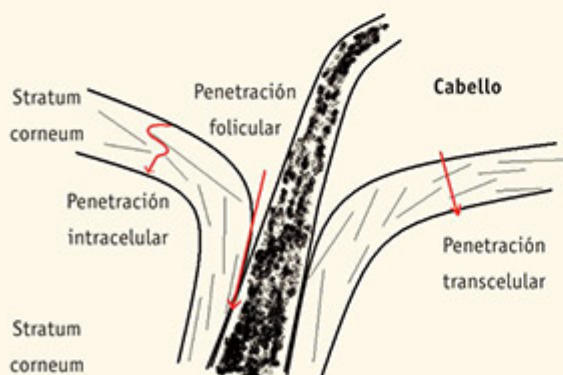
perimentos con pieles de diferentes animales, entre ellos cerdos, que las NP de TiO₂ (15-50 nm) pueden penetrar la piel y, activadas por radiación ultravioleta, causar daños al ácido nucleico y otras partes de las células (Reijnders, 2006). Sobre las ya mencionadas NP de plata como agentes desinfectantes, algunas organizaciones (FoE, EPA, 2006) han manifestado su descontento porque se comercialicen productos que usan estas NP, sin que se alerte sobre sus posibles riesgos. Se considera probable que las NP de plata, al penetrar otros ecosistemas, por los desechos de agua de las lavadoras, aniquilen bacterias benéficas. Incluso, experimentos in vitro han demostrado que las NP de plata pueden dañar las células cerebrales de mamíferos (FoE). Como un último caso de lo que se conoce sobre algunas NP manufacturadas, mencionemos que la inhalación de nanotubos de carbono por animales no parece causar inflamación en los tejidos del sistema respiratorio pero puede dar origen a la formación de granulomas o protuberancias en los intersticios de los tejidos (Reijnders, 2006).

Los anteriores ejemplos muestran que existe una preocupación por entender los efectos nocivos que pueda producir todo tipo de NP, sean o no manufacturadas. Sin embargo, la investigación al respecto aún está en sus albores y sería prudente, antes de exponer a los seres vivos y al medio ambiente a nuevas sustancias, realizar estudios más concluyentes buscando, simultáneamente, materiales que presenten menos dudas en cuanto a sus efectos directos e indirectos.

Control de basura nanométrica

La producción de un bien consta básicamente de tres etapas: la fabricación, el uso y el desecho. Durante estas tres etapas pueden surgir también subproductos involuntarios. En el caso de partículas derivadas de procesos de combustión y que son liberadas al aire, se utilizan para capturarlas dos tipos de técnicas: filtración y precipitación electrostática (Reijnders, 2006). Sin embargo, la introducción de filtros de captura en edificios de ofici-

Figura 3. Vías de acceso de sustancias que se aplican en la superficie de la piel



Éstas podrían ser también utilizadas por las NP sin que se conozcan aún plenamente sus efectos (Borm *et al.*, 2006)

Figura 4. Nuestros sentidos de la vista y el olfato nos permiten detectar desechos
¿Cómo podremos percatarnos de la “basura nanométrica”?



nas ha mostrado una eficiencia del 40% para partículas de cientos de nanómetros, y dicha eficiencia parece empeorar para partículas más pequeñas. El uso de membranas para la purificación del agua de partículas finas y ultrafinas tiene una desventaja crucial, y es la propensión de las membranas a presentar fallas (Reijnders, 2006; Tae-Hyun y Tae-Moon, 2005). Por ende, se puede concluir que, además del control tradicional de los productos en su estado final como desechos, para las NP sería prudente pensar en la reducción de las mismas desde su producción. Esto se podría lograr mediante un control en la línea de fabricación, para evitar que escapen involuntariamente, y si lo hacen, capturarlas para reciclarlas o reintroducirlas en el proceso de producción. Además, es necesario desarrollar nuevos sistemas de detección para las NP manufacturadas, estudiar la viabilidad de su biodegradación, realizar simulaciones de sus reacciones, reducir su toxicidad mediante modificaciones superficiales. Es decir, ejecutar investigaciones que nos permitan de manera más segura prever posibles peligros para nuestra salud y la del medio ambiente (ver la figura 4).

Conclusión

La introducción responsable de las NP manufacturadas en nuestra vida diaria implica involucrar en su desarrollo tecnológico el análisis de los impactos ambientales (a corto y largo plazo) que su producción, uso y desecho pueden ocasionar. En este sentido, algunos grupos de la sociedad civil e individuos deseáramos que como potenciales consumidores contáramos con suficiente información, mediante la socialización de investigaciones interdisciplinarias en biología, medicina, física, química, farmacología, medio ambiente, que nos proporcionen luces sobre los efectos de las NP. Estas investigaciones serían, además, un material de insumo indispensable para que quienes deben definir políticas en ciencia, tecnología y medio ambiente tengan pleno conocimiento de los riesgos y beneficios del uso de las nuevas NP manufacturadas. Más aún, en países como Colombia, que inicialmente, al menos, será consumidor de NP, es deseable iniciar el diseño de estrategias para el uso seguro y tratamiento apropiado de estos

productos prácticamente invisibles. (Recordemos los recientes problemas con desechos hospitalarios, *El Espectador*, 2008, que por fortuna se pueden detectar a simple vista).

Aunque en general siempre existirá algún grado de contaminación o toxicidad en el desarrollo de una nueva tecnología, lo más recomendable es seguir el Principio Precautorio, que "señala que los gobiernos tienen la responsabilidad de tomar acciones preventivas para evitar daños a la salud humana o al ambiente, antes de que se haya establecido una certeza científica de daño alguno. Bajo el Principio de Precautorio, es el proponente de una nueva tecnología quien debe asumir la carga de ofrecer pruebas, no el público" (Grupo ETC, 2003).

Referencias

Álvarez Miño, Lucero (2007), Dibujando con electrones, *Innovación y Ciencia*, Vol. XIV, N° 2: 35-41.
Borm, Paul J. A., Robbins, David, Haubold, Stephan, Kuhlbusch, Thomas, Fissan, Heinz, Donaldson, Ken, Schins, Roel, Stone, Vicki, Kreyling, Wolfgang, Lademann, Jurgen, Krutmann, Jean, Warheit, David, Oberdorster, Eva, (2006). The potential risks of nanomaterials: a review carried out for Ecetoc, *Particle and Fiber Toxicology*, 3: 11.

El Espectador. Revolucion ambiental en "Stand by", 24 de agosto de 2008 <http://www.elespectador.com/impreso/articuloimpreso-revolcon-ambiental-stand-by?page=0,0>

EPA, Environmental Protection Agency <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2006/11/22/AR2006112201979.html>

FoE, Friends of Earth <http://nano.foe.org.au/node/162> , <http://nano.foe.org.au/>

Grupo ETC (2003), *La inmensidad de lo mínimo: de los genomas a los átomos*. www.etcgroup.org

Moore, N. M. (2006), Do nanoparticles present ecotoxicological risks for the health of the aquatic environment? *Environment International* 32: 967-976.

National Nanotechnology Initiative <http://www.nano.gov/html/facts/faqs.html>

Reijnders, L. (2006), Cleaner nanotechnology and hazard reduction of manufactured nanoparticles, *Journal of Cleaner Production* 14: 124-133.

Roco, M. C. (2007), *Handbook on Nanoscience, Engineering and Technology*, 2nd ed., Taylor and Francis, Preprint.

Samsung <http://www.samsung.com/au/silvernano/site.html>

Tae-Hyun Bae y Tae-Moon Tak (2005), Effect of TiO₂ nanoparticles on fouling mitigation of ultrafiltration membranes for activated sludge filtration, *Journal of Membrane Science* 249: 1-8.

Zyvex <http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>



26 Años
contribuyendo al
desarrollo sostenible
del Alto San Jorge



Cerro Matoso

15 años

Tarifa postal reducida 2008-194



Colombia \$12.000