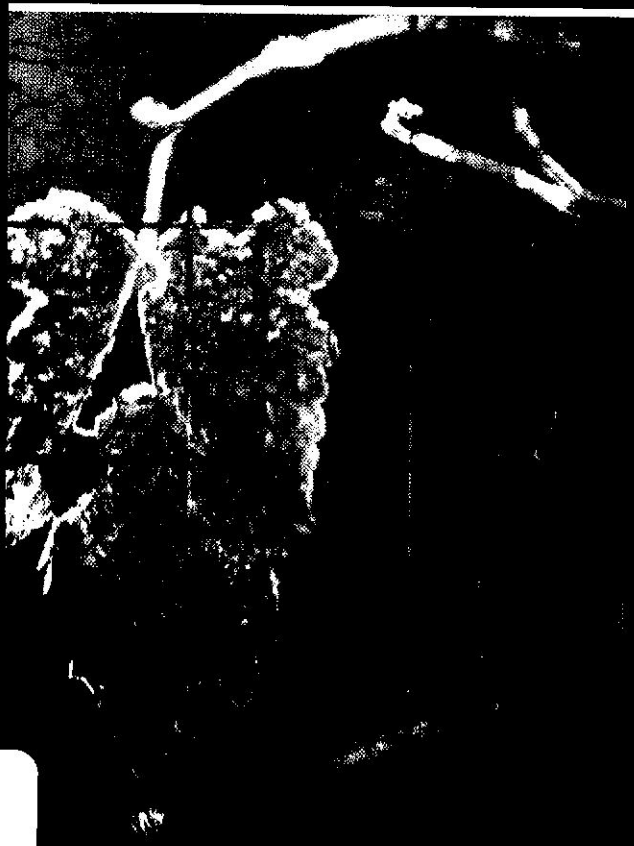
e. 4

Claves para armar rompecabezas: integralidad, economía y ambiente

Hercilio Castellano Bohórquez



EMAS DE DOCENCIA

CENDES

e4

Hercilio Castellano Bohórquez

Claves para armar rompecabezas: integralidad, economía y ambiente

Serie Temas de Docencia

Caracas, 2002

Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo financiero brindado por la Subcomisión de Estudios del Centro de Estudios del Desarrollo –Cendes– a través de los fondos del Consejo de Estudios de Postgrado de la Universidad Central de Venezuela.

© Cendes, UCV, 2002

Hecho el Depósito de Ley
Depósito Legal: lf 175200130030 (serie)
lf 17520013002321 (libro)
ISBN 980 00 1891-3

Dirección	Av. Neverí, Edif. Fundavac, Colinas de Bello Monte, Caracas.
Dirección postal	Apartado Postal 47604, Caracas 1040, Venezuela
Teléfonos directos	(58-212) 753.36.86 Dirección
	751.07.19 Coordinación de Investigaciones
	751.06.91 Coordinación de Estudios
	753.35.20 Unidad de Publicaciones
	753.76.12 Unidad de Información y Documentación
Central telefónica	753.10.90/30.89/34.75/38.62/31.98
Fax	751.26.91
Correo-e	upcendes@reacciun.ve
Web	www.cendes-ucv.edu.ve

Edición al cuidado de Rosa Lucía Celi, Jefa Unidad de Publicaciones
Portada
Diagramación Margarita Páez-Pumar
Corrección de textos María Enriqueta Gallegos
Impresión Editorial Melvin, C.A.
Tiraje 500 ejemplares

Dedicatoria

A mi esposa Carmen, por haber sido mi principal interlocutora en el proceso de concebir y escribir el presente trabajo, especialmente en las tascas de La Candelaria y las playas de Cumaná y Mochima.

A nuestros hijos Luis, Rafael, Carmen y María y a sus compañeras y compañero de camino, Nataly, Annedys y Alessandro, con la esperanza de que sigan amando a su país e intentando mejorarlo, haciendo siempre lo mejor que puedan.

A nuestros nietos Ana Rebeca, Davide, Andrés Jesús, Manuel Alejandro y los que vendrán. Ojalá aprendan a desbaratar encajes para regresar al hilo, sin renunciar; y ayuden a construir un mundo con menos maldad.

Síganme los buenos.....!!!

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se ha beneficiado enormemente de los aportes, a veces inconscientes, hechos por distintos tipos de interlocutores. Entre ellos, destacan:

Los estudiantes de la Maestría en Planificación del Desarrollo del año 2001 del Centro de Estudios del Desarrollo de la Universidad Central de Venezuela, quienes participaron en algunos ejercicios incluidos en el trabajo.

Mis compañeros del Área Teoría y Método de la Planificación del mismo centro, quienes me han ayudado a resolver problemas conceptuales en más de una oportunidad y en diferentes contextos, especialmente Carlos Mascareño, quien leyó los borradores y formuló críticas constructivas y acertadas.

Mi hermano, el doctor Amílcar Castellano Bohórquez, profesor de la Universidad del Zulia, cuyo apoyo moral ha sido determinante en la decisión de publicar este trabajo.

A todos ellos mi profundo agradecimiento, sin que eso signifique hacerlos partícipes de los errores y las omisiones que puedan estar presentes en lo que he escrito.

Contenido

Introducción 1
Motivación y objetivo 1
Contenidos 2

La búsqueda de la integralidad: un gran rompecabezas 5
Visiones integradoras en la historia 6
Sociología e integralidad 9
La historia 10
Escuelas sociológicas e integralidad 13
El rescate de dos enfoques tradicionales 14
La sociocibernética y otras promesas 15
Conclusión 18
Antropología e integralidad 19
El desarrollo sostenible impone la integralidad 22

El enfoque sistémico 25
El macroscopio 25
Síntesis del enfoque sistémico 26
El pensamiento sistémico: La quinta disciplina 31

La ecología del paisaje: ¿un enfoque alternativo? 37

Herramientas de uso múltiple 43
La metodología interdisciplinaria 43
El concepto de interdisciplinariedad 43
Puentes entre disciplinas 44
El uso de datos sujetivos 45

Un método computarizado para el análisis sistémico ____ 47
Descripción del método ____ 47
Una aplicación del método ____ 48
El proceso analítico jerárquico ____ 50
Descripción del método ____ 50
Una aplicación hipotética del método ____ 52

MODELOS MATEMÁTICOS INTEGRADORES ____ 55

UNA PROPUESTA PARA EL ANÁLISIS INTEGRAL ____ 59
Las piezas del rompecabezas ____ 59
Los indicadores del Foro Económico Mundial ____ 60
Los indicadores ecosistémicos de Bossel ____ 62
Armando el rompecabezas ____ 68
La matriz de intersecciones ____ 68
La matriz de impactos cruzados ____ 68
Educar para la integralidad ____ 74
La relación economía-ambiente como pieza maestra del rompecabezas ____ 74

ECONOMÍA Y AMBIENTE ____ 77
La relación sociedad-naturaleza ____ 77
La intersección economía-ambiente ____ 81
Política económica y calidad del ambiente ____ 81
Metodología ____ 82
Resultados ____ 83
El análisis del flujo de materiales ____ 84
Base conceptual y metodológica ____ 85
Resultados y conclusiones ____ 87
La matriz ecosistémica de insumo-producto ____ 88
Base conceptual y metodológica ____ 88
La matriz de insumo-producto ____ 90
El sector preprimario ____ 94
Los intercambios extrasistémicos ____ 95
La valoración conjunta del capital natural ____ 95
Posibles resultados y conclusiones ____ 97
Perspectivas abiertas por la matriz ecosistémica de insumo-producto ____ 100

CONCLUSIONES 101

ÍNDICE DE CUADROS Y GRÁFICOS

CUADROS

1 Síntesis histórica del pensamiento sociológico ____ 10
2 Clasificación de las escuelas sociológicas según su nivel de integralidad ____ 13
3 Comparación hipotética multicriterios integrada de los proyectos «Nuevo puente sobre el Orinoco» y «Planta Hidroeléctrica en Tocoma» 52
4 Índice piloto de sostenibilidad ambiental. Venezuela ____ 61
5 Índice piloto de sostenibilidad ponderado del Foro Económico Mundial 62
6 Propiedades y orientadores comunes a todos los sistemas ____ 63
7 Ejemplo: Orientadores básicos reflejados en emociones ____ 64
8 Una aplicación libre de los indicadores ecosistémicos de Bossel. El sistema Venezuela ____ 66
9 Principales intersecciones sectoriales en Venezuela ____ 69
10 Análisis estructural del sistema venezolano ____ 71
11 Significado de la combinación determinación/dependencia ____ 73
12 Proyección del estado del ambiente por subregiones ____ 83
13 Venezuela. Análisis del flujo de materiales. 1997 ____ 87
14 Matriz ecosistémica de insumo-producto ____ 91
15 Valoración económica tentativa del territorio nacional en 1998 ____ 96
16 Simulación de los aportes del sector preprimario ____ 98
17 Inversión nueva = 2.000 millones de Bs. a precios de 1994 ____ 99

GRÁFICOS

1 Aplicación hipotética del modelo Ithink ____ 49
2 Ilustración de resultados obtenidos con el modelo Ithink ____ 50
3 Matriz de impactos cruzados de la realidad venezolana ____ 72
4 Esquema básico de la relación sociedad-naturaleza ____ 78
5 Segmentos de la matriz ecosistémica de insumo producto 93

INTRODUCCIÓN

«He venido a venerarte amado y santo madero y a pedirte con esmero me abrigues en todas partes, que tu ayuda no me falte, ampárame del ladrón, del vicio y la corrupción del necio, del majadero; tú eres en el mundo entero la luz de la salvación».[1]

Motivación y objetivo

La prédica en torno a la necesidad de analizar y planificar las realidades con una visión integral es muy antigua, como también lo es la búsqueda de teorías unificadoras y universales capaces de explicar el todo; y por eso, los términos «integral», «global» y «holístico» son lugares comunes. Sin embargo, a la hora de la verdad, lo usual es parcelarla para poder comprenderla y manejarla, intentando a posteriori algunos ajustes que den cuenta de las influencias de unas variables sobre otras.

No pretendo añadir algo a la discusión teórica general del tema, más allá de un brevísimo recuento de la misma como marco para lo que sí intento hacer aquí: ofrecer criterios y herramientas al respecto, es decir, algunas pistas sobre la ubicación y el manejo de ciertas piezas, que contribuyan a comprender y armar el rompecabezas, sin morir en el intento. Algunas de estas pistas y piezas no son definitivas ni totalmente sólidas; por el contrario, se encuentran en proceso de formación y encierran una invitación a perfeccionarlas. Creo que el hecho de exponerlas en este momento a la crítica puede contribuir mucho a ese perfeccionamiento.

Debe estar claro, que mi propia visión es desde la praxis y para la praxis. Cabe aquí la teoría en la medida en que me resulta imprescindible para

[1] Folclore anónimo. Invocación con la que a menudo empiezan los cantos de la Cruz de Mayo en Venezuela, especialmente en la región oriental.

explicar algo, me ayuda a entender algo, me abre interrogantes clave o me sugiere cómo actuar, pero, definitivamente, éste no es un trabajo sobre la teoría de alguna disciplina que pudiera llamarse integralidad o análisis integral o relación sociedad-naturaleza.

A partir de esa tónica, en más de una oportunidad me he permitido tomar libremente ideas que han surgido de lecturas y aplicarlas de la manera que parezca más conveniente a los objetivos de mi trabajo. No se trata de «aplicar» rigurosamente esas ideas de la forma como alguien lo hizo o supuestamente lo haría, aunque he sido cuidadoso en identificar siempre sus fuentes.

En ese proceso de libre aplicación de conceptos teóricos o de adaptación de métodos concretos, se cuenta casi siempre con la experiencia de múltiples casos previos que la respaldan; en otros, se trata de simples propuestas que esperan ser ensayadas y probadas.

Lo que me motiva en esta oportunidad es lo mismo que me ha motivado a escribir *El oficio del planificador*[2] y *Planificación: herramientas para enfrentar la complejidad, la incertidumbre y el conflicto*[3]: primero, la preocupación docente por ayudar a estudiantes y profesionales con distintos antecedentes, a enfrentar la praxis de la planificación en sus vidas cotidianas, con una visión lo más integral posible; segundo, ofrecerles algunas herramientas concretas que les ayuden en ese difícil camino; y tercero, invitarles a la crítica constructiva que contribuya de alguna manera a concretar el paradigma del análisis integral.

Contenidos

En función del objetivo arriba señalado, el trabajo ha sido organizado en dos partes: la primera de carácter general y la segunda referida a las intersecciones de la realidad ambiental con otras realidades. Este énfasis en lo ambiental se explica por dos cosas: primero, porque la temática ambiental es intrínsecamente integradora, tanto en la teoría como en la práctica; y segundo, porque personalmente he estado involucrado con esa temática durante los últimos veinticinco años y trato de aplicar aquello de «zapatero a su zapato», aunque no siempre con la rigurosidad debida.

En la primera parte, luego de la presente introducción, se incluyen los siguientes temas:

- El gran rompecabezas que ha significado y significa la búsqueda de una explicación integrada de las realidades parciales, para lo cual se informa sobre los hitos históricos fundamentales de esa búsqueda y el estado actual del arte, insistiendo en que el paradigma del desarrollo sostenible propicia fuertemente los enfoques holísticos de la realidad.
- El análisis sistémico y el pensamiento sistémico como supuestas grandes panaceas para curar el fraccionamiento de la realidad y sus limitaciones en la práctica.
- Cuatro técnicas muy relacionadas utilizadas o utilizables a menudo para hacer en la práctica análisis integrales: la metodología de trabajo interdisciplinario; el uso de la subjetividad para «cuantificar» variables; un modelo computarizado muy prometedor, que empieza a generalizarse y pudiera tener un efecto multiplicador enorme sobre el análisis integral en el futuro próximo; y el proceso analítico jerárquico como herramienta para «fabricar» información generalmente no existente.
- Una rápida visión sobre el modelaje matemático de la realidad social, con sus limitaciones y logros.
- El análisis estructural matricial, de gran sencillez conceptual y operativa, pero muy poderoso en la práctica, para cuantificar la intensidad de las relaciones entre variables y obtener una visión integral razonable de la realidad, identificando las piezas del rompecabezas y ofreciendo una guía para armarlo.
- Con este tipo de análisis estructural se discuten dos tipos de indicadores para el desarrollo sostenible: los del Foro Económico Mundial que mezclan variables ambientales con económicas, sociales e institucionales; y los de Bossel, que aplican un enfoque ecológico, no sólo a la realidad natural, sino también a la realidad humana.

La segunda parte, dedicada como ha sido dicho a las intersecciones de lo ambiental con otras realidades, contiene:

- Una discusión teórica en torno a la relación sociedad-naturaleza en general y sociedad-economía en particular.
- Una discusión en torno a las relaciones entre política económica y política ambiental en Venezuela.
- El análisis del flujo de materiales, como una de las formas más simples y contundentes de apreciar el enorme impacto geomorfológico de la economía.
- Una ecuación capaz, en principio, de «cuantificar» el cambio en la calidad del ambiente natural, como resultado de diferentes tipos de política económica.

[2] Hercilio Castellano, *El oficio del planificador*, Vadell Hermanos Editores, Caracas, 1992.
[3] Hercilio Castellano, *Planificación: herramientas para enfrentar la complejidad, la incertidumbre y el conflicto*, Cendes-Vadell Hermanos, Caracas, 1997.

La matriz ecosistémica de insumo-producto, una matriz convencional de insumo-producto, a la que se añade un sector preprimario integrado por los recursos naturales, capaz de simular los cambios en la estructura sectorial de la producción, frente a modificaciones en el consumo, la inversión o las exportaciones.

La búsqueda de la integralidad: un gran rompecabezas

> Si jugamos un poco con los tres significados que el diccionario atribuye a la palabra, podemos decir que un rompecabezas es un acertijo difícil, similar al juego de reconstruir un dibujo recortado en trozos, con el mismo efecto que pudiera tener sobre nosotros un arma consistente de dos bolas de hierro o plomo, fijas en los extremos de una barra flexible.

Si entendemos que existió hace mucho tiempo una visión integral del mundo y que esta visión se perdió para ser luego reencontrada y, además, las razones que motivaron esa pérdida y las profundas repercusiones del reencuentro, entenderemos a cabalidad la urgencia por ser realmente integrales en la teoría y en la praxis; y, a partir de allí, debemos comprender las dificultades para operativizar el paradigma de la integralidad y, finalmente, estaremos en mejor disposición para aceptar y utilizar los instrumentos analíticos que más adelante proponemos.

En principio, consideramos que existen, cuando menos, cuatro maneras no excluyentes de abordar el tema de la integralidad: primero, intentando entender y explicar cómo funciona una sociedad en conjunto, independientemente de los contenidos que en ella se procesen; segundo, adoptando una visión sistémica que nos permita mirar globalmente esos contenidos que la sociedad maneja; tercero, adoptando una «idea» o «visión» central en torno a la cual «atar» todo lo demás; y cuarto, utilizar herramientas que nos permitan poner juntas distintos tipos de realidades. Estas cuatro alternativas serán mezcladas a lo largo del texto.

Una vez planteado lo anterior, se inicia el presente capítulo resumiendo al extremo la evolución histórica de la visión integradora del mundo hasta

nuestros días, siguiendo la secuencia de Capra,[1] así como la medida en que distintas escuelas sociológicas han sido o no de naturaleza integradora; después, discutimos cómo el paradigma del desarrollo sostenible abre puertas al análisis integrado; mencionamos al trabajo interdisciplinario como alternativa práctica e inmediata para materializar ese enfoque; y resumimos dos enfoques actuales al respecto, que corresponden a posiciones humanistas y ecologicas de la sociedad: el enfoque sistémico y la ecología del paisaje.

Visiones integradoras en la historia

La visión del mundo y los valores característicos de nuestra cultura, que se encuentran hoy bajo escrutinio, surgieron en los siglos XVI y XVII, mediante un cambio radical en la mentalidad de las personas y en la idea que éstas tenían acerca de las cosas. Antes del siglo XVI, las personas vivían, predominantemente, en pequeñas comunidades muy gregarias en contacto directo con la naturaleza e imbuidos por la idea de Dios, de forma tal que los fenómenos materiales y espirituales se consideraban interdependientes en la vida cotidiana.

Esta visión orgánica del mundo provenía de dos fuentes profundamente internalizadas, la doctrina aristotélica de la naturaleza y la Biblia, que Santo Tomás de Aquino conjuga en el siglo XIII con la ética y la teología del cristianismo, estableciendo la estructura conceptual rígida de la Edad Media. En ese contexto, la ciencia era una mezcla indisoluble de razón y de fe, y su meta consistía en comprender el significado y la importancia de las cosas y no predecirlas o controlarlas. El hombre buscaba el conocimiento «para la gloria de Dios» o para «seguir el orden natural de las cosas».

En los siglos XVI y XVII, la metáfora de la máquina termina con esa visión del mundo. Primero, Nicolás Copérnico invalida la tesis geocéntrica de Ptolomeo basada en la Biblia; Kepler formula sus leyes del movimiento planetario; Galileo confirma estas ideas mediante la experimentación y la formulación matemática, estableciendo firmemente que para estudiar la naturaleza es necesario limitarse a las propiedades esenciales de los cuerpos materiales que pudiesen ser medidas o contadas, ya que las restantes propiedades eran sólo proyecciones mentales subjetivas excluidas del dominio de la ciencia.

[1] Fritjof Capra, *El punto crucial*, Ediciones Integral, Barcelona, 1985.

Bacon, entonces, desarrolla el método empírico inductivo y cambia el objetivo de la búsqueda del conocimiento: controlar la naturaleza, que debe ser sometida y obligada a servir.

Descartes plantea una ciencia completamente nueva que resuelva todos los problemas, pregonando que toda ella es sabiduría cierta, razón por la cual se deben rechazar todos los conocimientos que son sólo probables. Consecuentemente, como Galileo, afirma que la matemática es el lenguaje de la naturaleza y su «discurso del método para guiar correctamente el razonamiento y encontrar la verdad en las ciencias» se convierte en la guía prácticamente absoluta del pensamiento y la acción científica.

De acuerdo con su famosa expresión *cogito ergo sum*, la esencia de la naturaleza se halla en el pensamiento y todo aquello que sea percibido con gran claridad y distinción es absolutamente cierto. El concepto de cuerpo no incluye nada que pertenezca a la mente y el de mente nada que pertenezca al cuerpo, distinción tajante que lleva a las humanidades a concentrarse en la *res cogitans* y a las ciencias naturales en la *res extensa*.

Obviamente, el cambio de la imagen de la naturaleza de organismo a máquina afectó profundamente la actitud de las personas hacia su entorno natural. La visión orgánica había apoyado un sistema de valores propicios a un comportamiento ecológico. La concepción mecanicista de Descartes proporciona la autorización científica para la manipulación de los recursos naturales.

Isaac Newton da forma y expresión matemática al pensamiento de Descartes y formula las leyes generales del movimiento que rigen todos los objetos del sistema solar en sus *Principios matemáticos de la filosofía natural*, «demostrando», después, el origen divino de esa visión mecanicista, que se consolida así a través del dogma.

Durante los siglos XVIII y XIX esta manera de entender al mundo encuentra importantes aplicaciones y la ciencia avanza para beneficio de la humanidad. Los principios originalmente astronómicos se aplican sucesivamente a las ciencias de la naturaleza y de la sociedad humana y, a finales del siglo XVII, John Locke desarrolla su explicación atomista de la sociedad.

Así, pues, Descartes primero y Newton después, habían dejado establecido que el universo material es una máquina que funciona según leyes mecánicas y que todo el mundo mecánico puede explicarse en términos de la disposición y movimiento de sus partes... hasta que la física del siglo XX provoca un cambio radical y destruye esta cómoda explicación del mundo por otra mucho más compleja y angustiante.

En efecto, en el siglo XIX, Michael Faraday y Clerk Maxwell encuentran que las fuerzas eléctricas y magnéticas no pueden ser explicadas por el mecanicismo; y por otra parte, ya empezaba a surgir el evolucionismo, la idea del cambio, en el ámbito de la geología primero y en el de la biología después.

Recuérdese que, para Linneo, existían tantas especies como las que salieron en pares de las manos del Creador, artículo de fe que es rebatido por Jean Baptiste Lamarck al proponer una teoría coherente de la evolución que Charles Darwin corrobora después de manera definitiva.

Entretanto, los intentos por aplicar el esquema de Newton al estudio de los fenómenos térmicos, había generado dos leyes que terminarían por destruirlo: la primera, «nada se pierde, todo se transforma»; la segunda, «la cantidad de energía útil se reduce y se dispersa». Es decir, hay una tendencia en los fenómenos físicos que va del orden al desorden. Cualquier sistema físico aislado tomará espontáneamente el camino del desorden cada vez mayor. Es el concepto de entropía de Rudolf Clasius, que obviamente no encaja en el mundo newtoniano.

La teoría de la relatividad y la física cuántica destrozan finalmente el esquema antiguo y surge una visión orgánica, holística y ecológica del mundo, una visión de sistemas que cristaliza en descubrimientos asombrosos, según los cuales las partículas subatómicas no son cosas, sino correlaciones de cosas que, a su vez, son correlaciones de otras cosas, y así sucesivamente. Así se revela la unidad básica del universo, demostrando la imposibilidad de dividirlo en partes aisladas independientes, ni siquiera por comodidad metodológica, porque, simplemente, no existen partes. Finalmente, Gregory Bateson nos dice que no se puede definir un objeto por lo que es, sino por la relación que guarda con otros objetos. Hasta aquí, el breve resumen sobre la evolución de la visión del mundo desde lo integral a lo desarticulado y de nuevo a la integración, a partir de los fundamentos de las ciencias, especialmente las ciencias naturales.

Desde la posición de las ciencias sociales en general y de la economía en particular, es necesario partir de un mundo donde la creciente diferencia entre recursos y población, manejada a través de la tecnología, con la consiguiente concentración de personas en ciudades, marcó claramente las especializaciones en el trabajo, lo cual fue diferenciando los conocimientos necesarios, la investigación que los generan y las ciencias que los sustentan.

La especialización ha llegado a alcanzar niveles verdaderamente alienantes, apartando cada vez más al hombre de la posibilidad de comprender

su entorno humano, cultural y natural, en el que ninguna explicación racional lo satisface y ninguna fe trascendente lo consuela.

Frente a su estupor y su desconsuelo, dos fuerzas emergentes aparecen como destinadas a «salvarlo». Por un lado, los intensos procesos de globalización que caracterizan al mundo actual demandan imperativamente una concepción totalizadora de las fuerzas del mercado y, con ello, imponen la necesidad de ver a las sociedades en conjunto para destacar sus diferencias y similitudes y observar, finalmente, cómo los individuos y sus instituciones se adaptan o no a ese mercado con el propósito de orientarlos «convenientemente». De este modo, la búsqueda de la integralidad deviene en urgente, imprescindible y amenazante.

Por otra parte, abandonado por Dios, sin principios inamovibles que lo orienten en su efímera vida o le den finalidad a su inevitable muerte, en un mundo complejo, incierto y conflictivo, la angustia vital del hombre lo devuelve a la búsqueda de explicaciones y experiencias místicas, con las que pueda sentirse parte inseparable del universo, bien sea a través del *karma* de las reencarnaciones sucesivas o de la «integración con las fuerzas vitales del universo».

Esta desesperada búsqueda, no hay duda, está obligándolo a desear entender la unidad en la variedad. La evidencia científica en el sentido de que todo es energía, reafirma su convicción de pertenencia a una inasible, infinita e indivisible fuente de vida.

Sociología e integralidad

Nos proponemos averiguar aquí, en qué medida la sociología ha respondido a la necesidad de comprender integralmente a la sociedad y a sus relaciones con el entorno. Hacemos esto en cuatro partes: en la primera presentamos una síntesis muy rápida de las principales etapas, escuelas y representantes de la teoría sociológica, indicando en cada caso a un autor clave y su obra fundamental, señalando sus postulados centrales; en la segunda parte agrupamos estas escuelas en función de su mayor o menor acercamiento a la integralidad, su naturaleza determinista o no determinista y su visión de la evolución; en la tercera parte rescatamos dos aportes fundamentales para el análisis integral, la teoría de la acción social de Parsons y la dialéctica marxista; y en la cuarta y última parte mencionamos las tendencias prometedoras pero aún larvarias de la sociocibernética, con Luhman a la cabeza.

La historia

El cuadro 1 presentado a continuación resume la historia del pensamiento sociológico, en cuanto atañe al tratamiento de la integralidad.

Cuadro 1
Síntesis histórica del pensamiento sociológico

Etapas	Escuelas	Representantes	Postulados
Pioneros	Positivismo	Saint Simon *Memorias sobre la ciencia del hombre*, 1823	La sociedad es una máquina, cuyas partes contribuyen de manera diferente a la marcha del conjunto.
		Augusto Comte *Curso de filosofía positiva*, 1830	La solidaridad diferencia a la sociedad humana de otra cualquiera y ésta debe ser estudiada de manera integral.
	Evolucionismo y organicismo	Herbert Spencer *Principios de sociología*, 1883	El cambio social es un proceso evolutivo lineal que está por encima de los hombres y va de lo simple, lo homogéneo y lo uniforme a lo heterogéneo y lo multiforme.
	Enfoque dialéctico	Frederik Engels y Karl Marx *La ideología alemana*, 1880	En la producción de su existencia, los hombres establecen relaciones determinadas, necesarias, independientes de su voluntad. El conjunto de esas relaciones forma la infraestructura económica de la sociedad, la base sobre la que se asienta el edificio jurídico y político y a la que responden unas formas determinadas de la conciencia social.
Sociología académica clásica	Hecho y acción social	Emile Durkheim *Las reglas del método sociológico*, 1959	El objeto de la sociología consiste en poner de manifiesto los factores sociales que restringen la autonomía de los individuos y su conducta.
		Max Weber *Economía y sociedad*, 1964	El objeto de la sociología es la acción social, es decir, cualquier actitud o conducta en la cual el sentido mencionado por un sujeto está referido a la conducta de otros.
		Wilfredo Pareto *Tratado de sociología general*, 1916	La sociología es el análisis científico de lo irracional en la vida social.
	Enfoques antropológicos sociales	Evolucionismo: Edward Taylor *La cultura primitiva*, 1891	La invención es el factor principal del cambio y el cambio social es lineal y progresivo.

Cuadro 1 (continuación)
Síntesis histórica del pensamiento sociológico

Etapas	Escuelas	Representantes	Postulados
Sociología académica clásica	Enfoques antropológicos sociales	Neoevolucionismo: L. White *The Science of Culture*, 1949	El sistema sociocultural es un proceso de captación y transformación de energía. La función de la cultura es, precisamente, la utilización de la energía, poniéndola al servicio del hombre; y se desarrolla en función de tres variables: la habilidad para hacer trabajos, la tecnología utilizada y el valor y significado de lo que se produce.
		Funcionalismo: B. Malinowsky *Una teoría científica de la cultura*, 1970	Todo tipo de civilización, cada objeto, idea o creencia, cumple alguna función que es vital para el funcionamiento del conjunto.
	Enfoques ecológico-humanos	Raymond Park y E. Burgess *An Introduction to the Science of Sociology*, 1952	El darwinismo es totalmente aplicable a las sociedades humanas.
		A. Hawley *Ecología humana*, 1963 y O. Duncan *Human Ecology and Population Studies*, 1959	La lucha de las poblaciones humanas por su existencia se centra en las relaciones organización social-ambiente, creando cultura material o tecnológica y cultura inmaterial u organizativa.
	Enfoques psicosociales	G. Mead *Espíritu, persona y sociedad*, 1972	El yo no es sino el espejo en que se reflejan los otros con quienes el individuo convive.
		Sigmund Freud *El malestar de la cultura*	La cultura se construye por represión o supresión de los instintos.
		H. Marcuse *El hombre unidimensional*, 1969	Existen dos tipos de procesos en las sociedades humanas, biológicos e históricos, y dos tipos de represión: una represión básica que modifica los instintos para perpetuar la sociedad y otra provocada por la dominación social.
	Enfoque estructural funcional	Talcott Parsons *Towards a General Theory of Action*, 1962	El sistema social está integrado por cuatro subsistemas que deben mantenerse en equilibrio los unos a los otros: el de los valores culturales, el de las normas que regulan la interacción, el de las motivaciones psíquicas y el de las necesidades biológicas.

Cuadro 1 (continuación)
Síntesis histórica del pensamiento sociológico

Etapas	Escuelas	Representantes	Postulados
La sociología del conflicto		J. Horowitz *La nueva sociología*, 1969	Énfasis en el conflicto, las tensiones, el poder y el cambio.
		Lewis Coser *Las funciones del conflicto social*, 1961	El conflicto no es patológico, cumple funciones indispensables cohesionantes en la sociedad.
		R. Darendorf *Sociedad y libertad*, 1966	La sociedad está permanentemente sometida a cambios; es un sistema de elementos contradictorios y explosivos; cada elemento contribuye al cambio y el total se mantiene gracias al consenso entre los miembros.
La teoría crítica	Escuela de Francfort	M. Horkheimer y T. Adorno *Dialéctica del iluminismo*, 1966	El proceso emancipador consiste en desenmascarar la presunta objetividad de los poderes opresivos y en la necesidad de establecer una organización social justa y libre.
	Segunda generación de Francfort	J. Habermas *Toward a Rational Society*, 1971	Junto con la crisis económica prevista por Marx, existen las crisis de la racionalidad y de la legitimación, que afectan al subsistema político, y la crisis de la motivación, que afecta al subsistema sociocultural.
Perspectivas socio biológicas y etológicas		E. Morin *El paradigma perdido*, 1974	El ser humano forma parte de un sistema social, en el seno de un ecosistema natural, que, a su vez, está en el seno del sistema solar, el cual forma parte de un sistema galáctico; simultáneamente, el hombre está compuesto por sistemas celulares, los cuales se componen de sistemas moleculares, que se componen, a su vez, de sistemas atómicos.
		S. Moscovici *Sociedad contra natura*, 1975	Si el hombre ha llegado a establecer la sociedad, no lo ha realizado como algo excepcional: ha seguido una tendencia común a todos los seres vivos.
		E. Wilson *Sociobiología, la nueva síntesis*, 1980 y D. Morris *El mono desnudo*, 1969	Los genes determinan no sólo la morfología de todo animal, incluido el hombre, sino también su comportamiento.

Escuelas sociológicas e integralidad

El cuadro 2 aborda los grandes grupos de escuelas sociológicas, en cuanto a su integralidad, su nivel o tipo de determinismo y la manera como enfocan la evolución de la sociedad.

Cuadro 2
Clasificación de las escuelas sociológicas según su nivel de integralidad

Escuelas	Integralidad	Determinismo	Evolución
Positivismo	La de la máquina	La solidaridad	Lineal
Dialéctica marxista	Total, en el sentido de tomar en cuenta todas las variables	Los medios de producción	Por la lucha de clases intentando apropiarse la naturaleza
Acción social	Entre conductas		
Evolucionismo	Total, en el sentido de tomar en cuenta todas las variables	La invención	Lineal y progresiva
Neoevolucionismo	Sistémica		Según la tecnología y la cultura
Funcionalismo	Sistémica		
Ecología humana	Sistémica darwiniana	El medio natural	La lucha por la existencia
Estructural-funcional	Cuatro subsistemas: cultura, normas, motivación y necesidades básicas		La interacción entre los subsistemas
Sociología del conflicto		El consenso	Por las contradicciones que se manifiestan en los conflictos
Sociobiología de Morin	Sistémica a fondo		Por el poder de autoorganización del sistema social en las bifurcaciones, a partir de las crisis
Sociobiología de Moscovici	Sistémica naturalista	El medio ambiente	Por imposición entre grupos

Como puede verse en el cuadro 2, si bien los positivistas adoptaron la idea de la sociedad como máquina, inspirados en el pensamiento científico

predominante en su época, lo hicieron de una manera rígida, estática y cerrada, que poco tiene que ver con la compleja realidad social.

El evolucionismo puede ser considerado como integral en el sentido de tomar en cuenta muchas de las variables importantes simultáneamente, pero no se acerca al concepto estricto de sistema y su visión de la evolución es lineal y marcadamente progresiva. El neoevolucionismo, en cambio, sí es sistémico en sentido más estricto, con todas las limitaciones de este enfoque en su momento. La ecología humana lo es también en el sentido darwinista, dando un peso decisivo a la influencia del medio ambiente y a la lucha por la existencia como motor de la evolución.

La sociología del conflicto, sin ser sistémica, hace del conflicto su razón de ser y su categoría central de análisis, colocando al consenso como elemento determinista. Por último, la sociobiología de Morin se declara sistémica a cabalidad e incorpora al enfoque la noción de la autoorganización de los sistemas sociales en las bifurcaciones y a partir de las crisis.

Están también aquellas tesis que intentan explicar genéticamente a las sociedades humanas y conducir, como en algunos momentos muy oscuros de la historia, a conclusiones sobre la superioridad de determinados grupos o países. Entre otras cosas, de seguirles, se pudiera llegar a concluir que las actitudes propias para la competitividad como nuevo paradigma dentro de los procesos de globalización, están genéticamente predeterminadas. En tal sentido, resulta muy importante el reciente trabajo de Velasco, quien concluye: «Lo que hace de la Sociobiología algo particularmente siniestro es su manera de encerrar toda libertad, toda creatividad natural y social detrás del cerrojo genético. La ‹moral› del gen no es solamente egoísta, es también rígidamente asfixiante. Cuando la libertad no es sino un mero reconocimiento de la necesidad, cuando la esperanza está obligada a reducirse a medida que se descubre la dictadura que ejerce el gen sobre la mayor parte de la vida, el ser humano es arrinconado y forzado a construir una razón sobre lo que considera que no puede hacer».[2]

El rescate de dos enfoques tradicionales

El enfoque de la «acción social» de Parsons ha constituido, junto con el marxismo y, hasta cierto punto, la visión más integral de la totalidad social, la cual divide en cuatro subsistemas jerarquizados, que interactúan cons-

[2] Francisco Javier Velasco, *Naturaleza y sociedad. Crítica del discurso biodeterminista*, Cendes, Serie Mención Publicación, Caracas, 2000.

tantemente entre sí, determinando la evolución del total: en la base de la jerarquía, el subsistema biológico, al que corresponde el organismo; luego, el subsistema psíquico, donde se incluyen la personalidad y la mente de los individuos; a continuación, el subsistema social integrado por las relaciones entre los actores; y en la cúspide, el subsistema cultural, referido a las normas que regulan el comportamiento del total.

Cada uno de estos subsistemas institucionaliza cuatro tipos de elementos fundamentales: los roles que identifican las funciones de cada individuo en el conjunto; las colectividades, en las que grupos de individuos actúan conjuntamente en función de valores compartidos; las normas que permiten la vida en sociedad; y los valores que orientan la dinámica cotidiana de esa vida en sociedad.

Para permanecer en equilibrio dinámico, en cada subsistema deben realizarse cuatro funciones: la función de mantenimiento de las pautas normativas; la función de integración de las distintas funciones y elementos; la función de consecución de objetivos; y la función de adaptación de los medios al logro de los objetivos. En Parsons, pues, se encontraba ya una explicación integral cibernética de la sociedad, entendiendo por cibernética a la disciplina que trata sobre el control y la comunicación de las máquinas y de los animales.

Por su parte, Marx y Engels postularon la existencia de una infraestructura fundamentalmente económica que sirve de base a la vida en sociedad y una superestructura levantada sobre ella, donde radica lo ideológico en general y lo jurídico y político, en particular. Dentro de ese gran marco, el poder se ejerce en la medida en que se poseen y se aplican los medios de producción, lo que da origen a «modos» históricos de producción que se suceden en el tiempo. Sin lugar a dudas, e independientemente de que se esté o no de acuerdo con estos postulados o con sus consecuencias históricas concretas, el marxismo constituye una de las formas en que se puede intentar explicar de manera integral a las sociedades y, en buena medida, a sus conexiones con el resto del mundo.

La sociocibernética y otras promesas

No es posible cerrar este capítulo sin aludir a la obra de Niklas Luhman, una de las figuras principales de lo que se ha dado en llamar «sociocibernética», la que supuestamente trastocaría toda la sociología convencional, para convertirse en el gran paradigma de los tiempos posmodernos. Los problemas a este respecto son grandes y de dos tipos: el primero consiste

en que la obra de Luhman está todavía en pleno proceso de evolución; y el segundo en que, aparentemente al menos, nadie lo entiende a cabalidad.

No en balde, Habermas,[3] reconocidamente uno de los autores más complicados del mundo, afirma: «La teoría de Luhman me parece super abstracta... y super compleja»,[4] lo que no impide afirmaciones como las de Torres Nafarrete: «Si todavía están por elaborarse la teoría o las teorías dominantes del siglo XXI, éstas no podrán prescindir de la altura establecida por Luhman».[5] Por lo tanto, y pese a las dificultades, intentaremos resumir los elementos, que en mi limitada interpretación, son los más centrales de su teoría, renunciando a intentar aplicar los conceptos de Luhman a la búsqueda de la integralidad operativa, cuestión que dejo a posteriores investigaciones.

Aparte de la reafirmación que hace de la diferencia entre sistema y entorno y del concepto de autoorganización, creo que las ideas más centrales de Luhman son tres: primero, la distinción entre causalidad y posibilidad, según la cual, la ventaja que brinda su análisis consiste, *no* en la certeza del enlace de causas específicas con efectos específicos, *sino* en la fijación de un criterio de referencia abstracto, a partir del cual diferentes posibilidades del hacer, hechos sociales que exteriormente parecen distintos, pueden ser tratados como equivalentes funcionales; segundo, la idea de que un sistema puede mantenerse en equilibrio, precisamente, porque mantiene abiertas varias posibilidades intercambiables de actuación y, por lo tanto, el fin del conocimiento ya no sería la comprobación de lo inmutable, sino el control de las alternativas; y tercero, la unidad social mínima sería no el grupo cara a cara ni la familia, sino la red de conversaciones en torno a un tema.

A partir de la teoría de Luhman, Pinto[6] nos propone un esquema analítico que pudiera ser útil a nuestros propósitos. Sobre un plano de coordenadas, el eje de las abcisas representa el tiempo que transcurre entre la «ya sí...» ha sido incorporada determinada noción en la sociedad y el «todavía no...» lo ha sido; y en el eje de ordenadas se define el grado de institucionalización que haya alcanzado tal noción, variando también entre el «todavía no...» y el «ya sí...».

[3] Jurgen Habermas, *La reconstrucción del materialismo histórico*, Taurus, Madrid, 1986.

[4] Citado por Javier Torres Nafarrete, «La propuesta teórica de Luhman», en Antonio Camou y José Esteban Castro, coords., *La sociedad compleja*, Flacso, 1997.

[5] Javier Torres Nafarrete, obra citada.

[6] Juan Luis Pinto, «Sociocibernética: marco sistémico y esquema conceptual», en Juan Manuel Delgado y Juan Gutiérrez, comps., *Métodos y técnicas cualitativas de investigación en ciencias sociales*, Proyecto Editorial Síntesis Psicológica, Editorial Síntesis, Madrid, 1995.

De esta forma, se delimitan cuatro cuadrantes. Los dos de la derecha se refieren a lo inmanente en el sentido de permanente: el de arriba, se refiere a conceptos abstractos todavía no institucionalizados como la culpa o la salvación, en el ejemplo dado; y el de abajo, a los aspectos concretos institucionalizados como los ritos. Los dos de la izquierda se refieren a lo trascendente, en el sentido de que pueden influir en otros fenómenos: el cuadrante superior tiene que ver con los absolutos no institucionalizados todavía, como las profecías; y el cuadrante inferior se refiere al sentido, a la explicación selectiva que se da a lo complejo en un cierto momento, como la moral.

	Lo trascendente	**Lo inmanente**	
Lo que no ha sido incorporado	Lo absoluto: la profecía	Lo abstracto: la salvación	Lo que sí ha sido incorporado
	El sentido: explicación selectiva	Lo concreto: los ritos	

Fuente: Pinto, obra citada.

La exploración de la posible aplicación de este sugestivo esquema a diversos campos, es tentadora. Nos situaríamos en el campo de los imaginarios sociales, adquiriendo una perspectiva común para todos los hechos y acciones sociales que, probablemente, nos ayudaría a ver mejor el conjunto. En otras palabras, ésta sería una manera totalmente distinta de intentar ver las cosas, entre ellas la integralidad, y tal vez es eso lo que necesitamos: una manera distinta de mirar un viejo problema al que se le han dado muchas vueltas.

Renunciamos también, por ahora, a incluir aquí con algún detalle, el prometedor tema de las «redes sociales», en el que, como su nombre indica, el análisis integrado de las sociedades está centrado, justamente, en las relaciones y no en los elementos componentes, lo que lo hace sumamente atractivo para la visión sistémica. Sin embargo, se encuentra todavía en el estadio larvario y sujeto a dudas importantes, como las recogidas por Wellman: «El análisis estructural (o de redes) ha desconcertado a muchos científicos por ser una mera metodología que carece de los méritos suficientes para tratar cuestiones sustantivas. Algunos han huido de sus extraños términos y técnicas, pues no juegan con bloques y gráficos desde la escuela primaria. Algunos han desechado una parte del todo, señalando, por ejemplo, que sus estudios acerca de la estructura de clases no requieren

concentrarse en los lazos de amistad enfatizados por el análisis de redes. Y otros lo han desdeñado como algo que no tiene nada de novedoso, aduciendo que ellos también estudian la estructura social».[7]

Personalmente, mis primeras impresiones al respecto son de un escepticismo cuidadoso, por dos razones: primero, por las sobresimplificaciones implicadas y, segundo, porque el tipo de representaciones gráficas y numéricas, aunque no son necesariamente muy complejas, limitan el posible número de usuarios a quienes tengan algún dominio significativo de las matemáticas, lo cual es muy raro entre los científicos sociales en general.

Por último y también como promesa importante latente, es preciso mencionar al «socioanálisis cibernético»,[8] una nueva disciplina que intenta articular las nociones emergentes dentro de la teoría de sistemas, como la fractalidad y la autopoiesis, de las que nos ocuparemos algo más adelante, en un todo coherentemente operativo, que aún se encuentra muy lejos de la madurez y de la posibilidad cierta de aplicación a casos concretos.

Conclusión

Como gran conclusión sobre la sociología y el análisis integral, puede decirse que, hasta el presente, ninguna de las escuelas sociológicas ha logrado explicar de manera satisfactoria toda la complejidad de las sociedades humanas, aunque el marxismo y la escuela parsoniana de la acción social lo lograron en alguna medida, en tanto que la sociocibernética, el socioanálisis cibernético y el análisis de redes se perfilan como los grandes enfoques sociológicos del siglo XXI, aunque todavía resultan muy difíciles de digerir y de aplicar.

De cualquier forma, existe una enorme riqueza conceptual acumulada en todas ellas, cuyo aprovechamiento está pendiente. Si dentro de los esquemas que están desarrollando investigadores como Luhman, Prigogine o Morin a altos niveles de abstracción, o Capra y Rosnay a niveles más humanos y prácticos, se intentase volcar esa riqueza, tomando lo útil y descartando lo inútil, «desbaratando encajes para volver al hilo», como diría Andrés Eloy Blanco en su «Renuncia», tal vez llegaríamos a entender mejor

[7] Barry Wellman, «El análisis estructural: del método y la metáfora a la teoría y la sustancia», en «Análisis de redes», *Política y Sociedad*. Revista de la Universidad Complutense, Facultad de Ciencias Políticas y Sociología, n° 33, enero-mayo de 2000.

[8] Juan Gutiérrez y Juan Manuel Delgado, «Socioanálisis cibernético: una teoría de la autoorganización social», en Juan Manuel Delgado y Juan Gutiérrez, comps. *Métodos y técnicas cualitativas de investigación en ciencias sociales*, Editorial Síntesis, Madrid, 1995.

las sociedades de las que formamos parte, así como sus complejas relaciones con el entorno, y pudiéramos contribuir mejor a su manejo y desarrollo.

Entre tanto, lo que hacemos, consciente o inconscientemente, explícita o implícitamente, son mezclas artesanales que resultan útiles y atractivas, dependiendo en cada caso de la disponibilidad de tiempo, información y recursos, aunque muchas veces el resultado no sea del todo coherente. Eso no está necesariamente mal; lo que sí estaría mal, como se acostumbra y algunos están haciendo, es renegar irreflexivamente del legado y adoptar como recetas las nuevas tendencias, como si el conocimiento evolucionara a saltos o cambiase con cada estación, como la moda, olvidando que «si bien es cierto que no todo tiempo pasado fue mejor, también es cierto que no todo lo que brilla es oro y que en conuco viejo siempre hay batatas».[9]

Antropología e integralidad

La antropología consiste en el estudio del hombre y sus obras, tanto materiales como inmateriales, de manera que cabe suponerla como la más integradora de las disciplinas. Sin embargo, mantuvo durante mucho tiempo la separación clásica entre su objeto de estudio y el ambiente que lo rodea, entendiendo que interactúan, pero haciéndolos pertenecer a dos dominios diferentes, hasta que la antropología ecológica ha intentado borrar este límite artificial.

A este respecto, en la evolución de la antropología es posible distinguir, muy esquemáticamente, tres etapas: la inicial o del determinismo ambiental, la del posibilismo y la ecológica. Para Holmes,[10] uno de los más notorios defensores del determinismo ambiental, el entorno natural era la variable capaz de explicar el avance, tanto material como cultural de cualquier pueblo, noción que fue pronto destruida por grandes antropólogos «posibilistas» de los años veinte y treinta como Kroeber, al afirmar lo siguiente: «Si bien es cierto que la cultura de un pueblo está enraizada en la naturaleza, siendo entonces ilusorio llegar a comprenderla suficientemente sin hacer referencia al entorno natural que le sea propio, la cultura no será fruto del entorno más de lo que una planta es producto del suelo sobre el

[9] Hercilio Castellano, mezcla heterodoxa de refranes populares.

[10] W.H. Holmes, *Handbook of Aboriginal American Antiquities*, Smithsonian Institution, Bureau of American Ethnology, Bulletin 60, Washington, D.C., 1919. Citado por Donald Hardesty en *Antropología ecológica*, Ediciones Bellaterra, 1977.

que se asienta. Las causas inmediatas de los fenómenos culturales son otros fenómenos culturales».[11]

Siendo muy distintos, el determinismo ambiental y el posibilismo tenían en común el considerar al hombre y su cultura por una parte y al ambiente por otro, como dos realidades interactuantes pero claramente distinguibles la una de la otra. La perspectiva ecológica rompe con este dualismo clásico y pretende una explicación holística hombre-cultura-entorno.

Así, la llamada «ecología cultural» deja claro que: no existe una cultura a priori, cada cosa es definida por su relación con otra u otras y el ambiente natural no sólo tiene un poder limitador, juega también un papel activo en el modelaje del hombre y su cultura.[12] A partir de esta base, la disciplina se ha dedicado a explorar las relaciones entre el entorno natural, la tecnología de producción y los modos de comportamiento, conduciendo a lo que sería más adelante la «ecología de sistemas», definida por Geertz[13] al expresar: «Nos interesamos más en las propiedades de los sistemas tales como su estructura, equilibrio, alternaciones eventuales, etc., que en las relaciones bilaterales que puedan existir entre diferentes parámetros de tipo cultural o natural». En vez de preguntarnos entonces si las condiciones de hábitat promueven el auge cultural o solamente lo condicionan, por ejemplo, planteamos la cuestión en otros términos diciendo: dado un ecosistema *en el cual diferenciamos un núcleo cultural inmerso en el entorno*, ¿qué tipo de organización se establece en el sistema?, ¿qué mecanismos regulan su funcionamiento?, ¿qué tipo de estabilidad le caracteriza y qué grado de estabilidad se mantiene?, ¿cuál es su línea de evolución con el tiempo?, ¿en qué medida pueden compararse unos sistemas con otros?

Si ahora miramos sumariamente la lista actual de preocupaciones de la antropología ecológica, terminaremos convencidos de que ella ofrece una de las entradas magistrales posibles para continuar intentando comprender la totalidad de la relación hombre-cultura-naturaleza, como también la ofrece la relación economía-ambiente discutida en la segunda parte del presente trabajo.

---

[11] A.L. Kroeber, *Cultural and Natural Areas of Native North America*, University of California Press, 1939.

[12] Los más difundidos defensores de esta tesis son D. Kaplan y R. Manners en *Culture Theory*, Prentice Hall, Englewood Clifs, 1972.

[13] C. Geertz, *Agricultural Involution: The Processes of Ecological Change in Indonesia*, University of California Press, 1963. Citado por Donald Hardesty, en *Antropología ecológica*, Ediciones Bellaterra, 1977.

Un tema particularmente representativo de la disciplina es el de la *adaptación* de las especies a los cambios en el ambiente, proceso en el que pueden distinguirse tres niveles: primero, el de *reacción*, posible por el comportamiento idiosincrásico de los individuos o por el comportamiento cultural de los mismos, a través de la tecnología, la organización o la ideología; segundo, la adaptación *fisiológica*, que puede ser reversible como en el caso de la aclimatación, o irreversible cuando se modifica el fenotipo ante perturbaciones continuadas; y tercero, la adaptación *genética*, en la que es posible distinguir tres formas de selección: la estabilizadora con eliminación de genotipos desfavorables; la direccional, con aumento de nuevos genes a expensas de los antiguos; y la diversificadora, con aparición de genotipos óptimos. En sentido evolutivo, el proceso de adaptación al medio implica la selección de aquellas características genéticas y *culturales* que condicionan el éxito adaptativo en detrimento de aquellas otras que no ofrezcan tales garantías.

Otro tema clave es de la *energética humana*, dedicada a estudiar cómo se resuelven los problemas de localización, procesamiento, distribución y consumo de fuentes energéticas, ya que los humanos, como todos los seres vivos, deben recibir energía del entorno para compensar las pérdidas que se producen, según las leyes de la termodinámica, lo que lleva a preocuparse por las relaciones entre la alimentación, los ciclos físicos y los circuitos de los materiales. En ese contexto convergen la economía y la ecología, tomando en cuenta las pautas socioculturales que le proporcionan a los individuos diversas formas de cooperación, con el propósito de explotar colectivamente los recursos.

Esta preocupación por la energía es parte de una mayor, según la cual el hombre transforma intencionalmente los sistemas ecológicos mediante instrumentos culturales para compensar las carencias del entorno, neutralizar los depredadores, combatir las enfermedades y enfrentarse a los desastres geológicos y metereológicos, procesos en los que ha introducido nuevos y a menudo inesperados problemas, aunque existen también relaciones de cooperación y mutualismo con efectos mutuamente beneficiosos, todo lo cual constituye hoy el quehacer de la planificación y la gestión ambiental en todo el mundo, obligando a desarrollar visiones cada vez más comprehensivas de las realidades.

También los antropólogos ecólogos dedicados a la demografía, abren o refuerzan campos de intensa interdisciplinariedad, ya que la abundancia de la población, su estructura cronológica y su estructura sexual son variables especialmente sujetas al cambio adaptativo. El tamaño y la densidad de la

población condicionan, hasta cierto punto, el éxito con que un grupo humano resuelve los problemas ambientales; la proporción de sexos refleja a menudo los peligros ambientales y, finalmente, la variación de la distribución de una población humana depende de sus relaciones con el entorno físico, biológico y sociocultural.

Finalmente, la antropología ecológica discute el tema de la capacidad sustentadora del entorno como condicionante del crecimiento económico y demográfico, capacidad que depende no sólo del potencial productivo natural y del tamaño de la población, sino también de la tecnología utilizada, de los canales de comercialización y de los hábitos de consumo, es decir, de la vasta y compleja gama de interrelaciones entre la sociedad, la cultura y la naturaleza.

El desarrollo sostenible impone la integralidad

No cabe duda de que el gran paradigma emergente es el paradigma del desarrollo sostenible, entendiendo por tal cosa a un estilo de desarrollo capaz de lograr equilibrios dinámicos entre el crecimiento económico, la justicia social y la conservación del ambiente, en función del bienestar de las generaciones actuales y futuras. Esta definición pone de relieve, como nunca y de inmediato, la urgencia por desarrollar enfoques, criterios y métodos que permitan el análisis integral de las sociedades humanas.

En el contexto de esta definición general existen por lo menos cuatro grandes enfoques operativos de la sostenibilidad, que son los siguientes:

- El primero es el enfoque de la riqueza, según el cual el capital cultural y el natural son sustituibles el uno por el otro, mientras que el capital total permanezca igual.
- El segundo es el enfoque del mosaico de sistemas, que es el más difundido y el adoptado por el Banco Mundial: los sistemas económico, cultural y ambiental deben mantenerse balanceados, especialmente en su área de intersección.
- El tercero es el enfoque del mosaico de principios, según el cual es preciso: maximizar el bienestar mejorando la eficiencia, vivir dentro de las capacidades de soporte de la naturaleza y mantener la equidad intra e intergeneracional.
- El cuarto es el enfoque sistemático-principista, en el que todos los sistemas deben satisfacer siete necesidades básicas para subsistir: existencia, efectividad, libertad de acción, seguridad, adaptabilidad, coexistencia y satisfacción de necesidades psicológicas.

Ubicar aquí esta clasificación de enfoques de la sostenibilidad viene a cuento porque más adelante hacemos una propuesta para el análisis integral en la que las tres últimas alternativas se consideran no excluyentes y se mezclan en una sola. Por ahora, sólo se desea recalcar una vez más la urgencia por el análisis integral en un ambiente sistémico y de conformidad con el paradigma del desarrollo sostenible.

El enfoque sistémico

«El universo opera por medio de un intercambio dinámico... Dar y recibir son aspectos diferentes del flujo de la energía en el universo. Y si estamos dispuestos a dar aquello que buscamos, mantendremos la abundancia del universo circulando en nuestras vidas».[1]

En el presente capítulo se introduce primero el concepto de macroscopio como antesala para lo que sigue; después, se hace una microsíntesis del enfoque sistémico y del pensamiento sistémico; luego, se discute su aplicación al estudio de los sistemas sociales.

El macroscopio

Antes de abordar la descripción del enfoque sistémico, consideramos de gran utilidad la particular forma como Rosnay[2] lo describe y caracteriza:

> Microscopio, telescopio: estas palabras evocan los grandes avances científicos hacia lo infinitamente pequeño y hacia lo infinitamente grande... Hoy nos enfrentamos a otro infinito: lo infinitamente complejo y esta vez no poseemos instrumento alguno. Sólo un cerebro, una intuición y una lógica inermes ante la inmensa complejidad de la vida en sociedad... Necesitamos por tanto una nueva herramienta... A esta nueva herramienta la denomino *macroscopio*.
>
> El macroscopio filtra los detalles, amplifica lo que une, destaca lo que aproxima. No sirve para ver más grande o más lejos, sino para observar lo

[1] La Ley del Dar, Deepak Chopra, *Las siete leyes espirituales*, Grupo Editorial Norma, Bogotá, 1995.
[2] Joel de Rosnay, *El macroscopio*. Introducción

> que, a la vez, es demasiado grande, demasiado lento y demasiado complejo a nuestros ojos, como la sociedad humana, este organismo gigantesco que nos es totalmente invisible. Antaño, para tratar de penetrar los misterios de la complejidad buscábanse las unidades más simples que permitían explicarla: la molécula, el átomo, las partículas elementales. Con respecto a la sociedad, hoy somos nosotros esas partículas y debemos fijar la atención en los sistemas que nos engloban a objeto de comprenderlos mejor antes que nos destruyan. Se han invertido los papeles: ya no es el biólogo que observa al microscopio una célula viva; es la propia célula la que examina, a través del macroscopio, al organismo que la contiene.

Esta nueva herramienta, este macroscopio de Rosnay, no es más que el no tan joven enfoque sistémico, rejuvenecido por las urgencias de los tiempos que vivimos.

Síntesis del enfoque sistémico

Antes de iniciar el presente punto, nos parece importante una advertencia: para algunos, el término «sistémico» pareciera sinónimo de «integral», lo cual no es necesariamente cierto. Un sistema puede referirse a una «totalidad» más o menos grande o a sólo una fracción de esa totalidad, considerando lo que es pertinente para su existencia y funcionamiento y, sobre todo, tomando siempre en cuenta las múltiples interrelaciones de las partes componentes. De cualquier forma, conceptualizar todo y permanentemente de manera sistémica, contribuye poderosamente a entender y manejar la integralidad de situaciones y disciplinas.

Precisamente, desde su aparición, el enfoque sistémico ha sido la gran promesa para lograr el análisis realmente integral de la sociedad y de sus complicadas interrelaciones con el entorno. Si bien es cierto que en la práctica este sueño no se ha realizado, es indudable que los esfuerzos en ese sentido han logrado alcanzar una visión mucho más clara del conjunto, que a su vez ha permitido mejores procesos de planificación y de toma de decisiones que afectan al colectivo. En el peor de los casos, esos esfuerzos han conducido a innumerables investigadores a ser más «sistemáticos», más ordenados y consecuentes en sus trabajos, lo cual constituye de por sí un logro importante.

No consideramos pertinente extendernos aquí sobre el tema, ya que la literatura sobre sistemas es abundante y conocida. Por lo tanto, nos limitamos a ofrecer una síntesis muy apretada del enfoque, para dar paso a otra sobre su aplicación a las sociedades y terminar proponiendo, en otro capítulo, el uso de un método relativamente sencillo y muy poderoso, capaz de hacer proliferar como nunca el análisis sistémico.

Se han hecho innumerables definiciones de sistema, muchas de las cuales han sido recogidas por Voltes,[3] pero una manera usual y sintética de expresar el concepto es diciendo que un sistema es un conjunto de elementos en interacción dinámica organizados en función de un fin.

Así definidos, existen sistemas abiertos y cerrados. Los sistemas abiertos intercambian energía, materia e información con su entorno para mantener su organización frente a la degradación provocada por el tiempo; y genera entropía, «energía usada» a ese entorno, de forma tal que sistema y ambiente se modifican mutua y constantemente. Los sistemas cerrados, por el contrario, no intercambian con su entorno, razón por la cual, a medida que utiliza su energía interna, la entropía se hace irreversible.

En todo sistema es posible identificar una estructura y una determinada forma de funcionar. La estructura define la organización espacial del sistema e incluye un límite reconocible que lo separa de otros sistemas y elementos componentes que pueden ser enumerados y reunidos en dos grandes categorías o familias: los depósitos, donde se acumulan los resultados de los procesos propios del sistema y una red de comunicaciones entre los elementos, con formas muy diversas.

Al nivel de las funciones se distinguen flujos y válvulas. Los flujos se identifican con un caudal determinado de energía, materiales o informaciones, en tanto que las válvulas regulan esos caudales, actuando como centros de decisión.

Por otra parte, es necesario distinguir entre variables de flujo y variables de estado. Las variables de flujo se expresan en términos de cuánta energía, materiales o información recorre un cierto trayecto, en cierto tiempo a cierta velocidad. Las variables de estado se expresan en términos de los niveles alcanzados en un momento dado por las acumulaciones de energía, materiales o informaciones.

En la dinámica de la estructura a través de sus flujos y válvulas, los desfases en el tiempo juegan un papel decisivo; y esos desfases pueden ocurrir por las diferentes velocidades de los flujos, la duración del almacenaje en los depósitos, roces entre los elementos y retroalimentaciones (*feed backs*) positivas y negativas, que tienden a acercar o a alejar al sistema de sus objetivos últimos. Mantener esos desfases dentro de límites tolerables

[3] Pedro Voltes Bou, *Teoría general de los sistemas*, capítulo IV, Editorial Hispano Europea, Barcelona, España, 1978.

significa, precisamente, lograr la estabilidad dinámica, mantener en equilibrio al sistema que está en movimiento.

En el contexto de esa dinámica que permite la conservación del sistema, se complementan dos fuerzas: la homeostasis, es decir, la resistencia al cambio y la tendencia a que aparezcan nuevos elementos e interacciones entre ellos, en la medida en que los excedentes energéticos, logrados por la minimización de la entropía del sistema, lo permitan.

Precisamente, a medida que ese número de elementos e interrelaciones aumenta, el sistema, por definición, se hace más complejo, hasta el punto en que resulta totalmente impredecible o dejamos de entenderlo. Cuando se trata de sistemas naturales, la creciente complejidad llega a un punto en el que aparecen «fenómenos curiosos», como se les llama en la literatura especializada, tales como los «fractares» o repeticiones *ad infinitum* de las formas a medida que se observa de lo general a lo particular, o «puntos de atracción» hacia los cuales convergen los movimientos del sistema, como péndulos.

Una vez que están claras las nociones sistémicas básicas, es necesario pasar a la noción del cambio en los sistemas vivos y complejos como los ecosistemas y las sociedades, en los que «cualquier cambio se paga con entropía»[4] y son de naturaleza abierta y disipativa, como afirma Margalef,[5] término este último que explicamos brevemente a continuación: cualquier sistema vivo, abierto y complejo que intente comportarse de manera uniforme en el tiempo, tropezará de todas formas con perturbaciones que son inciertas e intentará superar en cada caso, lo cual le mantendrá permanentemente cambiando, para mantener lo que se denomina «equilibrio dinámico».

En ese proceso de cambio, como se ha dicho, la entropía no cesa, el sistema pasa frecuentemente del orden al desorden, de lo previsible a lo imprevisible, y viceversa, lo que permite hablar de un «desorden creador», en medio del cual se generan «ruidos», alteraciones en la transmisión de información en el sistema, y se cometen «errores» o reproducciones incorrectas de esa información.[6]

En suma, al alejarse por determinadas circunstancias de su punto de equilibrio, los sistemas vivos tienen capacidad de «autoorganización» y pueden alcanzar una nueva forma de estabilidad. Este tipo de organizaciones con capacidad de autoorganización han sido denominadas «estructuras disipativas» por Prigogine.[7] Si el nuevo equilibrio no se logra a la velocidad necesaria, el sistema entra en crisis, se impone el desorden y deja de ser lo que ha sido.

Así, pues, en tales momentos de crisis, el desorden conduce a una «bifurcación» entre adaptarse o desaparecer, que suele ser explicada por el «azar», el cual deviene en creador y constituye, entonces, una de las más extraordinarias posibilidades de los sistemas vivos.[8]

Podemos concluir entonces, con Novo,[9] que «Lo normal no es el equilibrio perfecto. Lo normal es el orden por fluctuaciones, el juego entre equilibrio y desequilibrio, la irregularidad, el azar, la incertidumbre. Y con todo ello, la vida va abriéndose paso a partir de la única forma posible: la regeneración permanente, la lucha por la autoorganización, la búsqueda de sucesivos estados estables que, por definición, serán siempre provisionales».

A los fines de la aplicación práctica del enfoque de sistemas a la toma de decisiones, Rosnay[10] propone los «diez mandamientos» descritos a continuación.

1. Conservar la variedad: el empobrecimiento de las especies en la naturaleza o de los canales de comunicación en las organizaciones, disminuye la capacidad de resiliencia, es decir, la capacidad de volver al estado natural una vez que se le perturba.
2. No abrir retroalimentaciones de regulación: el aislamiento de factores dentro de cadenas causales, con el propósito de interrumpir las causas de determinados fenómenos, puede fácilmente alterar todo el equilibrio y las posibilidades de regresar al mismo.
3. Buscar los puntos de amplificación: aquellas variables capaces de ejercer un impacto muy motriz sobre el resto, de forma tal que al actuar sobre ellas se generen efectos multiplicadores importantes.
4. Restablecer los equilibrios por la descentralización: lo cual implica tratar de resolver los desequilibrios allí donde se están produciendo, antes de que su efecto se expanda al resto del sistema.
5. Saber mantener restricciones: como quiera que un sistema complejo y abierto puede funcionar de distintos modos y hacia distintos fines, es

[4] R. Margalef, *La biosfera, entre la termodinámica y el juego*, Editorial Omega, Barcelona, 1980.
[5] R. Margalef, *Dinámica de los ecosistemas. ¿Hacia dónde camina el planeta?*, Fundación Universidad-Empresa, Madrid, 1990.
[6] E. Morin, *El paradigma perdido*, Editorial Kairós, Barcelona, 1983.
[7] I. Prigogine, *¿Tan sólo una ilusión? Una exploración del caos al orden*, Editorial Tusquets, Barcelona, 1983.
[8] J. Wagensberg, *Ideas sobre la complejidad del mundo*, Editorial Tusquets, Barcelona, 1985.
[9] M. Novo, «El análisis de los problemas ambientales: modelos y metodología», en *El análisis interdisciplinar de la problemática ambiental*, Fundación Universidad Empresa, Madrid, 1997.
[10] Joel de Rosnay, *El macroscopio*

necesario definir hacia dónde y cómo se desea que funcione, a fin de establecer las restricciones que lo mantengan dentro de esos límites.

6. Diferenciar para integrar mejor: si bien las partes integran un todo, el tratamiento dado al todo debe tomar muy en cuenta las diferencias entre las partes o de lo contrario podría destruirlas o distorsionarlas hasta destruir o desdibujar el sistema.
7. Para evolucionar, dejarse agredir: un sistema homeostático sólo evoluciona si recibe estímulos del exterior.
8. Preferir los objetivos a la programación minuciosa: intentar predeterminar el comportamiento de todas las interrelaciones en una organización conduce fácilmente a su parálisis. Debe bastar con una clara definición de objetivos y de medios aceptables para lograrlos.
9. Saber utilizar la energía de mando: no dispersarla en funciones operativas.
10. Respetar los tiempos de respuesta: entender que cada flujo tiene un tiempo «natural» que lo caracteriza y que debe engranar con los tiempos «naturales» de los demás flujos, para que el sistema sea coherente. En la medida en que el tiempo natural de un flujo aumente o disminuya aisladamente, el conjunto se hará incoherente.

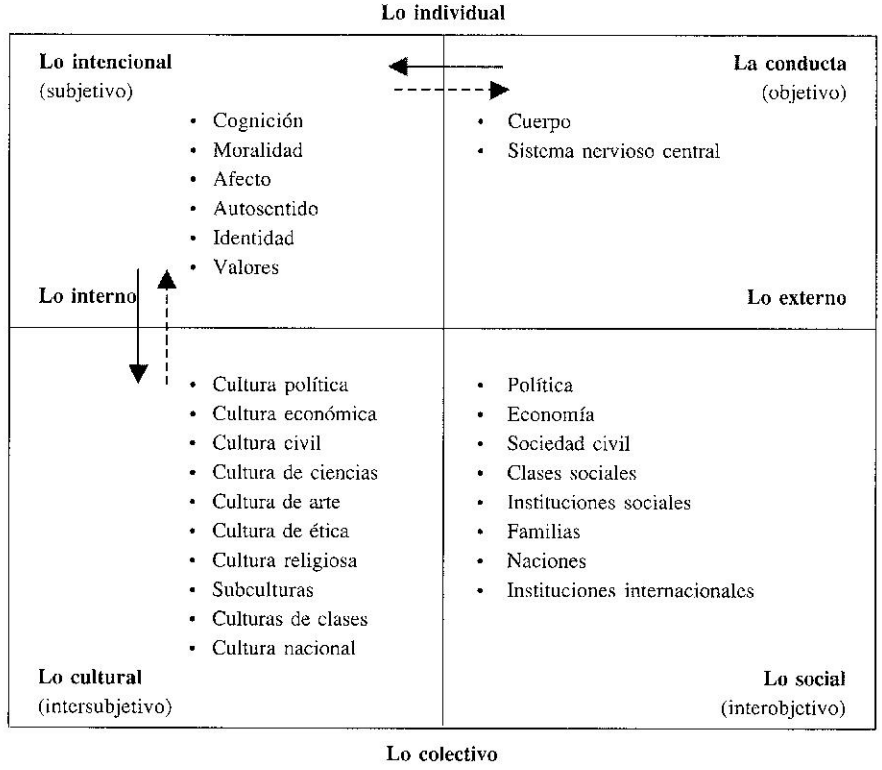
En este punto, cabe advertir, de la mano de Rosnay, contra cuatro peligros del enfoque sistémico. El primero es de la sistematización excesiva, intentando incluir demasiadas variables y demasiadas conexiones para la explicación del sistema, haciéndolo así inmanejable; el segundo se refiere a que, por el contrario, la excesiva generalización del concepto conduce a la superficialidad del análisis; el tercero tiene que ver con el uso incontrolado de analogías, homologías e isomorfismos en las ciencias sociales que se derivan de las ciencias naturales, sin mayores contemplaciones; y el cuarto consiste en la sempiterna tentación por lograr «la teoría» unitaria y universal, pidiéndole peras al olmo del enfoque sistémico.

Es importante destacar también la fertilidad del concepto sistémico: en la transmisión del conocimiento, permite organizarlos y memorizarlos; en la acción, permite segregar reglas para enfrentar la complejidad; y en la creación, cataliza la imaginación, la creatividad y la invención.

Finalmente, nos parece interesante añadir que, recientemente, Gregory Wilbert [11] nos presenta una manera novedosa y útil de explicar sistémicamente el significado de lo «integral» en el contexto del desarrollo y la globalización. Para él, «integral», en ese contexto, significa prestar atención,

[11] Gregory Wilbert, "Hacia una teoría de sistemas crítica e integral para el desarrollo y la globalización", Conferencia dictada en Caracas, en junio de 2001.

simultáneamente, a todos los factores incluidos en el esquema presentado a continuación.



En este esquema, los factores de potencialidad están representados por flechas continuas y los factores condicionantes, por flechas discontinuas.

El pensamiento sistémico: la quinta disciplina

Durante los últimos años, dos de los libros más exitosos han sido los de Peter Senge, *La quinta disciplina* y *La quinta disciplina en la práctica*,[12] los que han orientado a gran parte del mundo gerencial a definir y aplicar estrategias y herramientas para construir la organización abierta al aprendizaje. A los fines del presente trabajo, su importancia radica en el hecho de

[12] Peter Senge con R. Ross, B. Smith, Ch. Roberts y A. Kleiner, Editorial Granica, primera edición en 1995.

estar difundiendo como nunca la idea y la praxis del análisis integral de las realidades.

En los propios términos de los autores, «la creación de organizaciones inteligentes» se basa en cinco disciplinas de aprendizaje que constituyen programas permanentes de estudio y práctica:

- Dominio personal: aprender a expandir nuestra capacidad personal para crear los resultados que deseamos y crear un entorno empresarial que aliente a todos sus integrantes a desarrollarse con miras a las metas y propósitos que escogen.
- Modelos mentales: reflexionar, aclarar continuamente y mejorar nuestra imagen interna del mundo, viendo cómo modela nuestros actos y decisiones.
- Visión compartida: elaboración de un sentido de compromiso grupal acerca del futuro que procuramos crear y los principios y lineamientos con los cuales esperamos lograrlo.
- Aprendizaje en equipo: la transformación de las aptitudes colectivas para el pensamiento y la comunicación, de modo que los grupos de personas puedan desarrollar una inteligencia y una capacidad mayor que la equivalente a la suma del talento individual de sus miembros.
- Pensamiento sistémico: un modo de analizar –y un lenguaje para describir y comprender– las fuerzas e interrelaciones que modelan el comportamiento de los sistemas. Esta disciplina nos permite cambiar los sistemas con mayor eficacia y actuar en forma más acorde con los procesos del mundo natural y económico.[13]

Más adelante, los autores afirman que el pensamiento sistémico abarca una gran variedad de métodos, herramientas y principios, todos orientados a examinar la interrelación de fuerzas que forman parte de un proceso común, tales como la cibernética, la teoría del caos, la terapia guestáltica o los conceptos propuestos por Gregory Bateson, entre otros. Según ellos, las herramientas por excelencia serían los diagramas de ciclo causal, los arquetipos y los modelos informáticos. A continuación se ofrecen breves resúmenes de cada una de ellas.

• Los diagramas de ciclo causal

En nuestra interpretación, y al margen de los propuestos por los autores en cuestión, los diagramas de ciclo causal incluyen, entre otros posibles, a

[13] Peter Senge *et al.*, *op. cit.*, p. 6.

los flujogramas causales, los mapas cognitivos y las matrices de impactos cruzados. Los flujogramas causales son gráficos que se inician con un recuadro indicando el problema analizado; a continuación, procediendo de izquierda a derecha, otros recuadros dependientes del primero indican las manifestaciones del problema. Dependiendo de cada una de esas manifestaciones del problema, aparecerán las causas inmediatas o más próximas; y dependiendo de estas últimas, las causas profundas.

Existen tres maneras usuales de organizar estas secuencias de causas y efectos. La primera consiste en ir, intuitivamente, de lo más visible y palpable a lo menos visible y más abstracto; la segunda es de corte marxista y consiste en separar la secuencia en tres secciones: los hechos directamente observables, la superestructura y la infraestructura; y la tercera, que es la propuesta por el situacionismo,[14] consiste en dividir también la secuencia en tres secciones, distintas a las anteriores, a saber: el área de la fenoproducción, donde están los hechos concretos analizados; el área de la genoproducción, donde se observan las acumulaciones históricas de los hechos, manifestadas en leyes, instituciones y costumbres; y el área de la genoestructura, donde se ubican aquellos elementos más permanentes y determinantes de la totalidad.

Por su parte, el *mapa cognitivo* es un modelo diseñado para representar la manera como una persona define una postura o propuesta. No es un modelo general de cómo piensa esa persona, ni pretende ser un modelo de simulación para la toma de decisiones. Es una red de ideas conectadas con flechas, codificada a partir de lo que las personas involucradas dicen y las flechas indican la forma como una idea puede conducir a otra o tener implicaciones para otra.[15]

Las matrices de impactos cruzados, que serán explicadas con mayor detalle más adelante, constan de filas y columnas, en las que se muestran las variables involucradas en una situación dada, sin intentar catalogarlas como causas o como efectos; y en cada casilla se califica, de manera más o menos sujetiva, la influencia que cada una ejerce sobre otra. Las sumas horizontales constituyen indicadores de determinación, es decir, de la medida en que cada variable influye en el resto; y las sumas verticales constituyen indicadores de dependencia, es decir, de la medida en que cada variable depende de las demás.

[14] Carlos Matus, *El enfoque de la planificación estratégica*, Cordiplan, 1982.

[15] Colin Eden, "Using Cognitive Mapping for Strategic Option, Development and Analyses", en Jonathan Rosenhead, *Rational Analysis in a Problematic World*, John Wiley and Sons, New York, 1989.

De esta forma, cada variable tendrá dos indicadores, uno de determinación y otro de dependencia, que pueden ser ubicados en un gráfico de coordenadas, definiéndose así cuatro tipos de variables según sean, simultáneamente, más o menos determinantes y más o menos dependientes, lo que tiene consecuencias inmediatas para la toma de decisiones. Por otra parte, la ubicación de la nube de puntos en el entorno de la diagonal proporciona una idea muy útil sobre la mayor o menor estabilidad del sistema. Una concentración de puntos en torno a ella demostraría que al moverse una variable, muchas otras la seguirían, lo que es propio de sistemas flexibles, capaces de cambiar con mayor facilidad; en cambio, una dispersión demostraría que el sistema es más inflexible. El hecho de que una variable sea modificada no implica que otras la sigan.[16]

• Los arquetipos

Las formas como los diferentes sistemas se comportan pueden ser incontables; por lo tanto, se requiere una herramienta que establezca alguna tipología que los agrupe, de acuerdo con rasgos comunes, facilitando así su abordaje. Precisamente, «los *arquetipos* son herramientas que permiten construir hipótesis creíbles y coherentes acerca de las fuerzas que operan en los sistemas. ...También constituyen un vehículo natural para clarificar y verificar modelos mentales acerca de esos sistemas».[17] A partir de esta definición, se distinguen los siguientes arquetipos:

- Ciclo reforzador: el comportamiento del sistema se acelera hacia arriba o hacia abajo.
- Ciclo compensador: el sistema se mueve hacia el objetivo sin o con demoras en el trayecto.
- Soluciones contraproducentes: los síntomas mejoran y el problema empeora.
- Límites del crecimiento: el sistema sigue un ciclo de crecimiento, nivelación y declinación.
- Desplazamiento de la carga o coexistencia de cuatro patrones: la dependencia de la solución inmediata, el debilitamiento de la solución de fondo, el mejoramiento de los síntomas y el agravamiento del problema.
- Tragedia del terreno común: la actividad total crece y las actividades individuales se deterioran, a medida que el terreno compartido se congestiona.
- Adversarios accidentales: la rivalidad aumenta y el desempeño de las partes se deteriora.

[16] Para detalles a este respecto, ver Michel Godet, *De la anticipación a la acción*, Alfaomega, 1993, capítulo 2.
[17] Peter Senge *et al.*, obra citada, p. 127.

• Los modelos informáticos

El desarrollo de la informática ha permitido el diseño y uso de herramientas computarizadas poderosas y rápidas para simular el comportamiento de sistemas, facilitando enormemente la utilización de conceptos y enfoques que, hasta hace poco, estaban reservados para unos cuantos investigadores con fuertes conocimientos matemáticos. La lista incluye, entre otros, diferentes tipos de graficadores de mapas cognitivos, manejadores de matrices y, muy especialmente, al proceso analítico jerárquico y al modelo Ithink, que son detallados en otros capítulos.

Cabe recordar que todos estos instrumentos, para funcionar, requieren que se les alimente con detalles y precisiones, que usualmente manejamos sólo de manera intuitiva e imprecisa, lo que a menudo es difícil y puede conducir, muy rápidamente, a grandes errores. Por lo tanto, el desarrollo de la habilidad para sistematizar situaciones complejas aparentemente amorfas con el propósito de hacerlas comprensibles y manejables, deviene en esencial, más que nunca. En gran medida, en eso consiste la evolución de la planificación durante los últimos años, una intensa búsqueda por ordenar lo desordenado, tratando de encontrar el sentido que sabemos tienen las situaciones complejas, pero está escondido.

En suma, el enfoque sistémico continúa siendo la mejor esperanza para entender de manera integral las realidades propias y las de nuestros entornos. Desde su propuesta inicial hasta hoy, ha ganado en claridad y en instrumentos; sin embargo, queda todavía mucho por comprender e inventar. Pocas aventuras son actualmente más importantes para la humanidad que la de intentar lograr visiones completas e integradas del mundo en que vivimos y de sus parcelas.

La ecología del paisaje: ¿un enfoque alternativo?

La ecología del paisaje es una disciplina relativamente reciente, que intenta explicar la integralidad de la realidad desde afuera hacia dentro, de lo más visible a lo más recóndito, de lo más envolvente a lo más específico, definiendo categorías de análisis que se prestan a eso. A los fines del presente trabajo, hemos investigado, aunque no exhaustivamente, en qué medida se cumple tal promesa y llegado a la conclusión de que lo hace sólo muy parcialmente, pero ya ha encendido luces prometedoras en la búsqueda de la integralidad.

En pocas palabras, la ecología del paisaje demuestra que es posible definir ciertas características muy visibles y comunes en ellos, cada una de las cuales influye de manera diferente en la actividad de los ecosistemas presentes. Por otra parte, cada actividad humana, dependiendo de su tecnología y de las relaciones sociales que implica, es capaz de modificar esas características del paisaje de una manera diferente y, finalmente, modificar la actividad de los ecosistemas de una forma predecible.

Para explorar preliminarmente este camino, hemos acudido, por ahora, a dos conocidas fuentes, el libro de Foreman y Godron[1] y la compilación hecha por Sanderson y Harris.[2] A continuación se resumen los principales conceptos propuestos por estos autores, añadiendo algunos pensamientos y conclusiones propios.

El paisaje puede ser definido como un área heterogénea de tierra, compuesta por un conjunto de ecosistemas interactuantes, que se repite de manera similar a lo largo de una extensión relativamente grande, siendo moldeado por procesos geomorfológicos, colonización de organismos y

[1] Richard T. Forman y Michael Godron, *Landscape Ecology*, John Wiley and Sons, 1986.

[2] Jon Sanderson y Larry Harris, eds., *Landscape Ecology: A Top Down Approach*, Lewis Publishers, 2000.

perturbaciones de distinto tipo. Consecuentemente, la ecología del paisaje trata de los patrones espaciales de los elementos paisajísticos y los objetos ecológicos; los flujos de objetos entre los elementos del paisaje; y los cambios del mosaico a través del tiempo.

Todos los paisajes muestran *una estructura fundamental común de parches y corredores y una matriz* que hacen posible sistematizarlos mediante siete principios generales de la ecología del paisaje, referidos a estructura y función, diversidad biológica, flujo de especies, redistribución de nutrientes, flujo de energía, cambio y estabilidad.

• Los parches

Los parches son rasgos estructurales prominentes y ubicuos, siendo posible reconocer cinco tipos de ellos, basándose en sus orígenes: los causados por perturbaciones, los correspondientes a recursos naturales, los remanentes, los plantados y los habitacionales.

Su tamaño afecta la cantidad y tipo de biomasa, la producción y el almacenaje de nutrientes por unidad de área y la composición y diversidad de especies. Sin embargo, esta última está principalmente determinada por la diversidad de hábitat y el régimen de perturbaciones. El tamaño de los parches es también importante por los efectos de sus bordes y la relación que éstos guardan con lo que ocurre al interior.

• Los corredores

Los corredores son originados por los mismos mecanismos que los parches y presentan más o menos rupturas y nodos, conteniendo especies interiores comúnmente asociadas a ellos. Tienen también gradientes microclimáticos y de suelos de un lado al otro y su centro es generalmente un hábitat único, parcialmente determinado por el transporte o movimiento que ocurre a lo largo del corredor.

Los corredores lineales son estrechos y compuestos básicamente por especies de borde. Los corredores «franja» son más anchos y contienen abundantes especies interiores a lo largo de su línea central. El ancho ejerce un control clave sobre la naturaleza del total.

Los corredores de corrientes regulan el movimiento del agua y de los materiales de los alrededores y el transporte dentro de la corriente misma. La erosión, el deslave de nutrientes, las inundaciones, la sedimentación y la

calidad del agua son todos modificados por el ancho. Adicionalmente, las especies terrestres que se mueven a lo largo de estas corrientes pueden requerir una faja bien drenada sobre ellas. Los corredores son importantes en la sociedad humana, proveyendo rutas de transporte, varios tipos de protección y recursos cosechables.

• Matriz y red

La matriz es el tipo de elemento que predomina claramente en el área total del paisaje. Tres características la identifican: un área relativa mayor que cualquier tipo de parche dentro de ella; es la porción más conectada del paisaje; y desempeña un rol predominante en la dinámica del mismo.

La matriz puede variar de una densidad de elementos ligera a una densidad alta, independientemente del grado de conectividad. Los bordes externos, a menudo, son más convexos que cóncavos y su forma es un indicador útil del crecimiento o disminución de los elementos del paisaje. El rol de una red en el paisaje se refleja en los tipos de intersecciones presentes, el patrón reticulado de elementos y el tamaño del desorden de los elementos encerrados. La estructura de la mayoría de las redes es determinada por influencias humanas, aunque una red de corrientes determinada por la erosión sea una excepción muy extendida.

• Estructura general

Los elementos descritos se combinan para formar un paisaje único, en el que la escala es fundamental para comprender la estructura. Así, en un paisaje micro heterogéneo, el ensamblaje de los elementos es similar en toda el área. En un paisaje macro heterogéneo, el ensamblaje difiere marcadamente en los extremos. Entre ambos extremos, son comunes cinco tipos no aleatorios principales de configuración: el regular, el agregado, el lineal, el paralelo y el mezclado.

Los paisajes difieren marcadamente en el grado de contraste, es decir, en el grado de diferencia y en lo abrupto de la transición con áreas adyacentes. Típicamente, un bosque lluvioso presenta bajo contraste y áreas fronterizas bosque-sabana, en tanto que casi todos los paisajes con fuerte presencia humana tienen alto contraste. Otra característica estructural conspicua es la «granulometría», la cual es indicada por el tamaño de los elementos

presentes. Y finalmente, los rasgos inusuales o raros son a menudo centros mayores de actividad o de flujos en el paisaje.

• La modificación del paisaje por las actividades humanas

Las actividades humanas generalmente incrementan la heterogeneidad del paisaje de tres formas: primero, los ritmos de las perturbaciones naturales en el tiempo son modificados mediante prácticas agrícolas o forestales. Segundo, los métodos de modificación del paisaje –por ejemplo, la extracción de recursos renovables, el desarrollo agrícola y la construcción de edificios o de vías de comunicación– han aumentado en número y en efectividad, variando desde la caza elemental y el uso del fuego, hasta la maquinaria moderna y los insumos químicos.

Tercero, los procesos de agregación, desde caseríos a ciudades, están relacionados con las necesidades de centralización, la diversificación o especialización de roles humanos, la construcción de monumentos sagrados y de otros tipos y el desarrollo de políticas. En el paisaje cultivado, la geometrización y la abundancia de aldeas son dos rasgos prominentes que se desarrollan donde existen recursos especiales.

Cuando se examina separadamente cada una de las características estructurales de un paisaje, a lo largo de un gradiente de modificación humana, surgen patrones. Los parches introducidos aumentan, en tanto que los parches de perturbación y de recursos naturales disminuyen. La densidad de parches y la regularidad de forma aumenta, en tanto que su tamaño y variabilidad disminuyen. Los corredores lineales y las redes aumentan y las corrientes disminuyen. Los cambios en los paisajes son, por lo tanto, un producto, tanto de las influencias humanas como de los procesos naturales.

Los humanos han tendido a establecerse cerca de fronteras entre dos áreas distintas de recursos y a incrementar la heterogeneidad presente a fin de proveer la flexibilidad involucrada en la estabilidad en el largo plazo. Los sistemas ecológicos pueden ser estirados en la fase intermedia representada en la curva S de acumulación de biomasa, a fin de proveer cosechas más grandes y predecibles. El incremento de la cosecha debe ser contrastado con los costos económicos, sociales, ecológicos y energéticos.

• Conclusión

La brevísima síntesis que hemos hecho de la ecología del paisaje, apoyándonos fuertemente en Foreman y Godron, nos anima a visualizar esta

«nueva» disciplina como una extraordinaria alternativa para «amarrar» conocimientos muy diversos. El punto de contacto entre la cultura, las relaciones sociales y las actividades productivas, por un lado, y las complejas interacciones en el medio natural, por el otro, estaría ubicado en los lugares y en los momentos en que la humanidad modifica los rasgos inmediatamente visibles y palpables del paisaje, sus parches, sus corredores y sus matrices, mediante una cierta tecnología.

Un ejemplo evidente se tiene en lo que puede ser un análisis integral de los diferentes sistemas agrícolas, tales como el conuco, la plantación o la ganadería intensiva. A cada uno de ellos corresponde una cierta subcultura, una tecnología y unas determinadas relaciones sociales. Añadiríamos ahora que a cada uno de ellos corresponde, también, una cierta forma de modificar los parches, los corredores y la matriz de un cierto paisaje, modificaciones que alteran de cierta manera el número y tipo de especies vegetales y animales, su densidad, sus tasas de crecimiento y la totalidad de sus dinámicas.

Herramientas de uso múltiple

En este capítulo se abre espacio a cuatro herramientas que serán mencionadas o utilizadas en distintas oportunidades a lo largo del trabajo, resultando inconveniente repetirlas en cada caso. La primera se refiere a la metodología interdisciplinaria; la segunda, al extenso uso que haremos de los datos subjetivos; la tercera, al modelo computarizado Ithink; y la cuarta, al proceso analítico jerárquico, técnica que por sí misma constituye una alternativa para el análisis integrado y que, además, facilita enormemente el uso de datos subjetivos para la investigación en los campos más disímiles.

La metodología interdisciplinaria

Queda claro que lo ideal para la investigación y la acción integral es el enfoque sistémico en el sentido estricto, lo cual será más o menos posible, dependiendo de las circunstancias de lugar, tiempo, recursos y temática investigada. En todo caso, para poder acercarse al ideal de la integralidad, toda investigación puede y debe proceder de manera interdisciplinaria.

Consecuentemente, en el presente subcapítulo se abordan los temas siguientes: el concepto de interdisciplinariedad, los puentes entre distintas disciplinas y los fundamentos del pensamiento sistémico.

El concepto de interdisciplinariedad

Antes de continuar con el tema de la metodología interdisciplinaria (o interdisciplinar), es conveniente esclarecer su significado exacto en comparación con términos usuales similares. Así, se entiende por multidisciplinariedad al agrupamiento de distintas disciplinas dentro del mismo marco docente, como la universidad; por pluridisciplinariedad, al agrupamiento de distintas disciplinas dentro del mismo contexto de aprendizaje,

como el currículo; por interdisciplinariedad, a la cooperación articulada de distintas disciplinas; y por transdisciplinariedad, al hecho de que diversos especialistas lleguen a comprender lo esencial, al menos de las distintas disciplinas involucradas en su trabajo, estando así en capacidad de opinar sobre todas las intersecciones entre ellas.[1]

Dentro de esta concepción del manejo simultáneo de diversas disciplinas, existe un peligro muy común: confundir la presencia de distintos especialistas con interdisciplinariedad. Esto ocurre muy frecuentemente, generando resultados desastrosos, pues en tales circunstancias nadie en realidad presta atención al posible resultado de las interacciones en juego, pues cada uno de los participantes emite un voto de confianza a los demás, independientemente de que entienda o no lo que ellos afirman o niegan.

Puentes entre disciplinas

Cuando se conforma un equipo para emprender una investigación o cualquier otro tipo de trabajo que requiera la participación de distintas disciplinas, lo primero a cuidar es que el grupo sea realmente eso, un equipo, muy desde el comienzo. Los objetivos, los procedimientos y los métodos tienen que estar claros para todos, la comunicación interna debe fluir continua y cómodamente, el liderazgo tiene que estar bien definido y ser accesible y, no menos importante, todos los miembros del equipo deben sentirse satisfechos con su trabajo y con el ambiente donde lo realizan.

En este contexto, el coordinador no es solamente un técnico, sino también un facilitador que trata de entender las características personales y las reacciones de cada quien. No debe olvidarse que, muy frecuentemente, los investigadores son una especie de artesanos, de artistas con una susceptibilidad muy particular. Por ello, es muy recomendable la ayuda de expertos en dinámica de grupos, *coaching* en el espacio organizacional y otras técnicas actuales como la neurolingüística.

Los otros grandes puentes consisten en la información compartida, que debe ubicarse en un lugar accesible a todos, debidamente clasificada y ordenada; el lenguaje común, que será desarrollado a medida que el trabajo avance; y la claridad en cuanto a la metodología a compartir. Los dos primeros puentes, información y lenguaje, se explican solos; el tercer puente, el método, requiere de algunas consideraciones adicionales.

[1] María Novo, «El análisis de los problemas ambientales: modelos y metodología», en *El análisis interdisciplinar de la problemática ambiental*, Fundación Universidad Empresa, Madrid, 1997.

La posibilidad de definir un método que todos realmente puedan compartir, pasa por la definición de isomorfismos, es decir, por la definición de aquellos elementos conceptuales básicos que traspasan las fronteras disciplinarias. Por ejemplo, independientemente del objeto planificado, cualquier proceso de planificación incluye ciertas fases interactuantes metodológica y operativamente bien definibles: objetivos, descripción, juicio, explicación, propuestas, jerarquización, mecanismos.

Otro ejemplo, cualquiera que sea el sistema estudiado, incluirá partes, flujos, interacciones, regulaciones, resistencias, acumulaciones y entropía; y cualquier sistema debe satisfacer ciertos requisitos para subsistir, como efectividad para aprovechar los recursos del entorno, capacidad de adaptación a los cambios y a las mutaciones y convivencia con otros sistemas. Precisamente, la propuesta para el análisis integrado que haremos más adelante se basa en la definición de ese último tipo de isomorfismos en los sistemas.

El uso de datos sujetivos

Casi todos los métodos sugeridos en el presente trabajo se apoyan en el uso de datos derivados de la opinión de expertos. Por lo tanto, antes de continuar, resulta imprescindible detenerse un momento para discutir la validez de la información subjetiva en la investigación social y en la planificación.

Precisamente, una de las grandes limitantes de la investigación en Venezuela estriba en la crónica carencia y dispersión de datos "objetivos", especialmente los publicados. Frente a esta realidad, abunda una tendencia funesta en muchos investigadores: la de incluir variables cuantificables y excluir las no cuantificables, independientemente de su relevancia o de su validez.

En gran medida, esto se debe a la convicción según la cual sólo se catalogan como ciencias "serias", aquellas que se apoyan en estadísticas recolectadas o en cálculos matemáticos. Curiosamente, sin embargo, esta convicción no impide que se acepten como "científicos", muchos de los estudios relacionados con represas y casi todos los estudios de impacto ambiental, basados casi totalmente en apreciaciones subjetivas de personas o grupos expertos.

En efecto, proyectar el comportamiento de una represa implica prever, para el corto, medio y largo plazos, variables como el arrastre de sedimentos, la vegetación en el área, la evapotranspiración, los fenómenos geomorfológicos y muchos que, a su vez, dependen del poblamiento, los

comportamientos, las tecnologías, el uso de la tierra, el nivel de ingresos y decenas de otras variables económicas, sociales y culturales. A partir de unos poquísimos datos, generalmente dudosos, los ingenieros suelen construir un gigantesco andamiaje de supuestos, sobre el que levantan proyecciones sobre el gasto de agua y la colmatación. Eso sólo es posible porque en ese andamio vuelcan una sólida experiencia sobre el tema.

Los expertos en impactos ambientales, por su parte, no dudan en trabajar con calificaciones del tipo mucho, regular, poco o nada y con eso comparan proyectos de gran envergadura que luego comparan, a los fines de lograr financiamiento internacional.

Es tiempo, pues, de que los investigadores sociales, aquellos que aún no lo han hecho, abandonen sus reservas y se atrevan a dar al juicio de expertos la importancia y la validez que tiene. A este respecto, vienen como anillo al dedo dos antecedentes lapidarios generados por Warsavsky[2] y Rusque.[3]

En 1970, Warsavsky concluía: "Dadas las condiciones de complejidad e interacción con el medio ambiente de los sistemas sociales, creemos que será imposible hacer para ellos predicciones de cierta precisión cuantitativa con respecto al marco de referencia de la vida cotidiana.

Nos parecen en cambio, alcanzables las predicciones cualitativas, suficientemente útiles para resolver gran cantidad de problemas de decisión. Pero aun este objetivo limitado sólo será posible si las leyes y teorías se expresan en un lenguaje cuyo rigor lógico permita descubrir lagunas e inconsistencias y localizar rápidamente las hipótesis empíricamente menos correctas para mejorarlas.

Los modelos matemáticos del tipo experimentación numérica, aunque están aun en la infancia metodológicamente, han probado ya su utilidad en el campo de la planificación ... Parecen cumplir con las condiciones recién enunciadas".[4]

Cabe aclarar que Warsavsky, quien contribuyó en la acuñación del término, entendía por modelos de experimentación numérica, aquellos con las características indicadas, capaces, además, mediante el uso de computadoras cada vez más accesibles, de simular situaciones muy diversas, convirtiéndose así, no sólo en instrumentos para la investigación, sino

[2] Warsavsky, Oscar, «Los modelos matemáticos y las predicciones en ciencias sociales», *Cuadernos de la Sociedad Venezolana de Planificación*, nos 74 y 75, mayo de 1970.
[3] Rusque, Ana María, *De la diversidad a la unidad en la investigación cualitativa*, Ediciones Faces/UCV, Vadell Hermanos Editores, 2000.
[4] Oscar Warsavsky, *op. cit.*, p. 11.

también en un mecanismo para el aprendizaje continuo. Los instrumentos y técnicas que pretendemos divulgar en el presente trabajo se inscriben fervorosamente en ese paradigma.

Por su parte, la interesantísima y reciente obra de Ana María Rusque, publicada en 1999, concluye así:

> El trabajo que hemos presentado ha dejado en claro que el período de las diferencias irreconciliables entre los investigadores que se adscriben a las corrientes cuantitativas y cualitativas ha terminado. Las ciencias sociales viven una nueva etapa de reflexión, en una búsqueda de puntos comunes, cooperación y complementariedad de los paradigmas que permitan el trabajo en conjunto. En este momento, debemos superar antiguas dicotomías para poder integrar los modelos en una perspectiva más productiva y eficiente, que permita hacer frente a los nuevos desarrollos de la disciplina.

Un método computarizado para el análisis sistémico

En lo que sigue, se describe un instrumento computarizado que consideramos sumamente importante para la aplicación práctica del enfoque sistémico y un ejemplo de aplicación.

Descripción del método

El programa computarizado denominado "Ithink",[5] constituye una herramienta práctica valiosísima para la aplicación del pensamiento sistémico, cuyos rasgos principales son descritos a continuación.

En principio, el programa es relativamente amigable y muy flexible e incluye los siguientes elementos gráficos:

- Depósitos en forma de cuadrados, para las acumulaciones de recursos de cualquier tipo, que pueden constituir fuentes y/o resultados de flujos, indicando cómo anda todo.
- Hornos, depósitos rayados, donde los flujos de energía o materia sufren transformaciones, solos o combinándose con otros.
- Círculos, en los cuales se anotan los tipos de relaciones que existen entre los distintos depósitos y flujos.
- Flechas que simulan flujos, indicando origen y destino e incluyendo válvulas que regulan el paso.

[5] «Introduction to Systems Thinking and Ithink: The Visual Thinking Tool for the 90s», High Performance Company, Hanover, USA, 1995.

A partir de estos pocos elementos gráficos, el proceso de modelaje de un sistema sigue los pasos siguientes:

- Se dibujan en pantalla los distintos componentes y flujos del sistema, de manera directa e intuitiva.
- Al "cliquear" cualquiera de esos elementos, se abre la posibilidad de describir matemáticamente el tipo de relaciones que mantiene con otros elementos. El programa facilita enormemente esta tarea, indicando los elementos que es posible utilizar en cada caso.
- Una vez que todo el sistema está dibujado y se han especificado las relaciones que unen los distintos componentes, se hace posible construir automáticamente y muy rápido una tabla o dibujar un gráfico, en el que se reflejen los cambios de una o varias variables, como resultado de cambios en otra u otras.
- A cada variable se le puede asignar gráficamente una especie de regulador, que permite aumentar o disminuir su valor y pasar de inmediato a ver los efectos en otras variables.

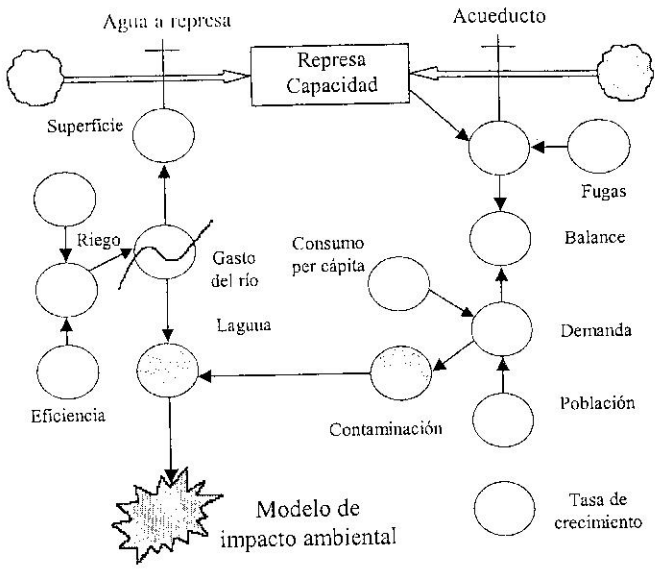
Obviamente, las capacidades de simulación de este programa son extraordinarias, lo que lo convierte en una herramienta también extraordinaria para la investigación a través de preguntas del tipo: ¿Qué pasaría si...? A continuación se ofrece un ejemplo de aplicación, que permitirá entender mejor lo dicho hasta aquí.

Una aplicación del método

Imaginemos, como ejemplo, una región donde un río y una represa proporcionan agua para el abastecimiento de una gran ciudad y para el riego, estando sujeto el sistema a fugas permanentes por el mal mantenimiento y por el despilfarro y robo del recurso. Por otra parte, un porcentaje importante del agua utilizada por la población es devuelta a una laguna sin tratamiento, disminuyendo su capacidad de soporte de vida. El gráfico siguiente, típico del programa reseñado, esquematiza la situación.

Se especifican el caudal aprovechable y la capacidad de almacenamiento. Por otro lado, se conoce la superficie regada, la eficiencia del riego en metros cúbicos por hectárea, así como los porcentajes perdidos a través de roturas en las tuberías o por conexiones clandestinas. También se conoce la población total de la ciudad servida, su tasa interanual de crecimiento y los hábitos de utilización del líquido, en términos de litros por día y por persona. Al "cliquear" cualquiera de los elementos del gráfico, aparecerán las ecuaciones utilizadas, que son muy sencillas y muy de sentido común.

Gráfico 1
Aplicación hipotética del modelo Ithink



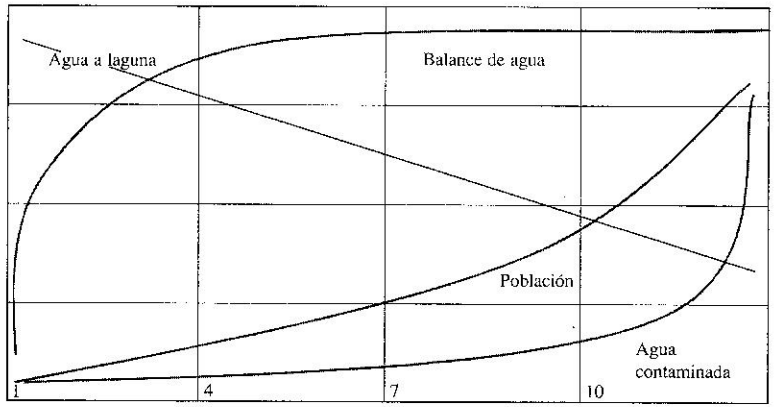
- Represa = Nivel inicial + (Agua a represa - Oferta)
- Agua a represa = Gasto*(Capacidad/ Gasto))
- Oferta = Represa - (Represa * Fugas)
- Agua a laguna = Gasto - Agua a represa - Contaminación.
- Balance = Oferta - Demanda
- Capacidad = 2.000.000 (m^3)
- Gasto = 1 (m^3/segundo) - Riego
- Consumo per cápita = 0.003 (m^3 por persona por día)
- Contaminación = Demanda * 0.5
- Demanda = Población * Consumo per cápita
- Eficiencia = 5 (m^3 por ha por día de riego)
- Fugas = 0.5
- Población = Población inicial * (1+ Tasa de crecimiento) ^ n
- Población inicial = 2.000.000
- Riego = Superficie * Eficiencia
- Superficie = 100.000 (ha)
- Tasa de crecimiento = 0.03

A partir de estos datos, el programa puede generar, en segundos, cuadros y gráficos que representen el comportamiento global del sistema al

cambiar cualquiera de ellos. Para ello, es posible asociar en pantalla cada parámetro con un "deslizador" que permite disminuirlo o aumentarlo a voluntad, lo que de inmediato se refleja en los resultados totales.

Si pensamos que en ese comportamiento están involucrados determinantes culturales como la eficiencia del riego o el consumo diario de agua per cápita, e intereses económicos como la rentabilidad proveniente de las áreas bajo riego, es fácil imaginar cómo este programa puede simular los efectos de variables pertenecientes a distintos subsistemas sociales o ambientales. A título de ejemplo, el gráfico 2 ilustra lo que decimos, utilizando los datos hipotéticos arriba señalados.

Gráfico 2
Ilustración de resultados obtenidos con el modelo Ithink



El proceso analítico jerárquico

En lo que sigue, se describe otra herramienta que consideramos sumamente importante para la aplicación práctica del enfoque sistémico y un ejemplo de aplicación del mismo.

Descripción del método

Para el uso constante de datos cualitativos, el proceso analítico jerárquico (PAJ)[6] constituye una especie de panacea que se ha popularizado en todo el

[6] Thomas Saaty, *Analytic Hierarchy Process*, Pennsylvania University Press, 1982.

mundo y en todo tipo de temas, en los que se hace necesario asignar importancia, preferencia o probabilidad relativa a varias variables, en función de varios criterios previamente ponderados. Tan es así que su autor, Thomas Saaty, después de publicarlo por primera vez, ha continuado publicando libros con bastante frecuencia, conteniendo aplicaciones a las más variadas disciplinas.[7] Un breve ejemplo bastará para demostrar su uso.

Supóngase que se desea jerarquizar un conjunto de proyectos, en función de tres grandes grupos de criterios: la importancia del problema atacado con el proyecto, la factibilidad de los proyectos y sus impactos. El primer paso consiste en llenar una matriz de tres por tres, en la que se comparan estos criterios par a par, mediante preguntas de este tipo: "Como criterio para jerarquizar proyectos, que es más importante: ¿el problema atacado o la factibilidad?" y luego ¿Cuánto más importante es uno en relación con el otro? La respuesta se da dentro de una escala de 1 a 9, en la que 1 significa igual y 9 significa absolutamente más importante uno que el otro. El vector propio de la matriz contiene los pesos relativos de los tres criterios.

Debajo del primer criterio, importancia del problema, se anotan los subcriterios: superficie afectada, población afectada, intensidad del problema, tendencia del problema y criticidad del problema, es decir, la medida en que explica otros problemas. Se construye una matriz como la descrita en el párrafo anterior, cuyo vector propio contendrá los pesos de estos subcriterios.

De manera similar, debajo del segundo criterio, factibilidad, se anotan los subcriterios de factibilidad técnica, financiera, gerencial y ambiental y se construye la matriz correspondiente. Y debajo del tercer criterio, impactos, se anotan los subcriterios impactos económicos, sociales, políticos y ambientales y se construye la matriz.

Luego, debajo de cada subcriterio ya ponderado, se anotan los proyectos a ser jerarquizados y se les compara par a par, en función de sus comportamientos en relación con ellos. De esta manera, cada criterio tiene una calificación parcial para cada criterio, que es multiplicada por el peso de éste y por el peso del criterio superior. La suma de las calificaciones parciales constituye la calificación total de cada proyecto.

Obsérvese que este método, aparte del uso ordenado de la subjetividad y del manejo conjunto de variables de muy distinta naturaleza, permite la combinación de los puntos de vista de los decisores y de los técnicos. Los primeros comparan la importancia de los criterios que permiten decidir y los segundos califican a los proyectos en función de esos criterios.

[7] *Ibidem*

Una aplicación hipotética del método

Como ejemplo del uso del proceso analítico jerárquico y de su *software*, el Expert Choice, a continuación se comparan dos grandes proyectos: el «nuevo puente sobre el Orinoco» y la «represa hidroeléctrica de Tocoma». Los criterios para compararlos, los pesos asignados y los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3
Comparación hipotética multicriterios integrada de los proyectos «nuevo puente sobre el Orinoco» y «planta hidroeléctrica en Tocoma»

Criterios	Pesos C	Subcriterios	Pesos SC	Proyectos	Pesos P
Sociales	0.537	Empleo	0.365	Tocoma	0.365
				Puente	0.197
		Ingreso	0.172	Tocoma	0.172
				Puente	0.028
Soberanía	0.268	Territorial	0.214	Puente	0.214
				Tocoma	0.068
		Económico	0.054	Tocoma	0.054
				Puente	0.018
Económicos	0.146	Multiplicador	0.108	Puente	0.108
				Tocoma	0.034
		Producción	0.038	Tocoma	0.038
				Puente	0.021
Ambientales	0.049	Conservación	0.033	Puente	
				Tocoma	
		Recuperación	0.017	Puente	
				Tocoma	
Tocoma	0.544				
Puente	0.456				

En este ejemplo, el criterio predominante ha sido el social, seguido por el de soberanía nacional, manteniéndose a mayor distancia los criterios económicos y ambientales. Consecuentemente, el proyecto hidroeléctrico sobrepasa moderadamente al del puente.

Evidentemente, los resultados dependerán de los pesos asignados a los distintos criterios y esto puede ser muy fácilmente simulado y expresado en gráficos mediante el Expert Choice, como puede apreciarse con el ejemplo

siguiente, en el que el puente sobrepasa a la planta hidroeléctrica al aumentar la importancia del criterio relacionado con la soberanía nacional.

Criterios	Pesos
Económicos	02.9
Sociales	10.5
Ambientales	31.5
Soberanía	55.1

Proyectos	Pesos
Puente	61.4
Tocoma	38.6

Como quiera que este tipo de simulaciones puede hacerse muy rápidamente en pantalla, el método deviene en una posibilidad de experimentación numérica, es decir, en una forma de aprendizaje.

Modelos matemáticos integradores

Durante los años sesenta a ochenta, aproximadamente, el modelaje matemático de sistemas constituyó una gran esperanza para comprender y manejar integralmente los grandes problemas del mundo. Las siguientes afirmaciones de Sage[1] son muy reveladoras al respecto: «Recientemente, muchos han llegado a la conclusión según la cual hay algo seriamente equivocado con la tecnología y con el uso de la tecnología en la solución de los complejos problemas a gran escala que enfrenta la humanidad. Otros no irían tan lejos, pero argumentarían que los métodos clásicos para lidiar con los problemas sociales no son ya adecuados.

En tiempos recientes, hemos estado especialmente comprometidos con problemas que involucran: salud, crimen, transporte urbano, contaminación ambiental, recursos energéticos, alimentos, servicios sociales, inflación y recesión. Pareciera que muchos de estos problemas están fuertemente atados por *feedbacks* de varios tipos. Por lo tanto, los intentos por producir una solución en una crisis pueden ir en detrimento de la solución en otra. La falta de comprensión de la estructura del sistema subyacente nos conduce a menudo a conclusiones erradas sobre la solución del problema».

A partir de esta preocupación, Sage (y con él numerosísimos autores de la época) definía los siguientes «ingredientes» para comprender y manejar grandes sistemas complejos:

- Una manera de tratar exitosamente con problemas que involucran muchas consideraciones e interrelaciones.
- Una manera de tratar exitosamente con áreas en las cuales se mezclan juicios valorativos controversiales de largo alcance.

[1] Andrew P. Sage, «Introduction» *Methodology for Large Scale Systems*, McGraw Hill, 1977.

- Una manera de tratar exitosamente con problemas cuya solución requiere conocimientos de distintas disciplinas.
- Una manera de tratar exitosamente con problemas en los cuales los eventos futuros son difíciles de predecir.
- Una manera de tratar exitosamente con problemas en los cuales se consideren plenamente los elementos estructurales e institucionales.

Una nueva y poderosa disciplina, la ingeniería de sistemas, cumpliría con tales requisitos y se convertiría en la panacea para entender y manejar los grandes y complejos problemas de la humanidad. Sus fundamentos matemáticos pueden ser rastreados en libros típicos como el de Luenberger:[2] ecuaciones diferenciales, álgebra lineal, ecuaciones lineales, sistemas lineales con coeficientes constantes, sistemas lineales positivos, cadenas de Markov, conceptos de control y análisis de sistemas no lineales.

Por su parte el «arsenal» usual de la disciplina incluía herramientas como matrices y gráficos interactivos, gráficos Delta y de Grant, modelos de insumo-producto, modelos de población, modelos de localización y transporte, análisis de decisiones bajo incertidumbre y riesgo, proyecciones a futuro o probabilísticas. Todo ello como base para abrirse después al análisis de sistemas dinámicos importantes, tales como las poblaciones interactuantes, las epidemias, la competencia económica o la genética.

Esta esperanza matematizante invadió considerablemente a las ciencias sociales, donde se entronizó por un tiempo la estadística matemática y la investigación de operaciones, prueba de lo cual ofrecen libros como los de Babbie,[3] Runkel[4] y McGrath o Van Dalen.[5] Este mismo «estado de ánimo» en las ciencias sociales propició también el surgimiento de otra disciplina relacionada, la teoría de juegos para la toma de decisiones, la cual tuvo su máxima representación en un libro que era ya viejo y poco conocido en los setenta, el libro clásico de Luce y Raiffa.[6]

Así, en los sesenta y parte de los setenta, en el Centro de Estudios del Desarrollo de la Universidad Central, las matemáticas y la estadística matemática eran consideradas materias fundamentales sin las cuales resultaba inconcebible convertirse en planificador del desarrollo, porque sólo después

[2] David G. Luenberger, *Introduction to Dynamic Systems*, John Wiley & Sons, 1976.
[3] Earl Babbie, *The Practice of Social Research*, Wadsworth Publishing Co., 1979.
[4] Philip J. Runkel y Joseph E. McGrath, *Research on Human Behavior*, Rinehart and Winston Inc., 1972.
[5] Deobold B. Van Dalen, *Understanding Educational Research*, McGraw-Hill, Berkeley, 1973.
[6] R. Duncan Luce and Howard Raiffa, *Games and Decisions. Introduction and Critical Survey*, John Wiley & Sons, 1957.

de dominarlas, aunque fuese en menor grado, era posible entender e intentar aplicar el arsenal ofrecido por la ingeniería de sistemas, la investigación de operaciones o la teoría de los juegos.

Como trabajos emblemáticos de esa época, cabe resaltar dos: *Estilos de desarrollo* del Cendes[7] y *Estudio sobre América Latina*, de la Universidad Simón Bolívar (1977), auspiciado por el Club de Roma, lamentablemente publicado el último sin identificar a los autores. Ambos fueron importantes esfuerzos por generar análisis útiles que integraran diversos tipos de problemas y de disciplinas, mediante el lenguaje matemático.

Después, la desilusión y el abandono. Luego de un corto período de *boom*, las limitaciones de la ingeniería de sistemas aplicada a la problemática social empezaron a evidenciarse, destacando el «problema» del comportamiento generalmente no lineal e impredecible de la gran mayoría de las variables involucradas. Por un tiempo la respuesta consistió en insistir en el manejo de ecuaciones estocásticas no lineales, haciéndose populares libros como el de Schlaifer,[8] pero al final vino el silencio; en el Cendes y prácticamente en todas partes, se cerraron las puertas a estas disciplinas que tanto prometieron.

Muchas veces nos hemos preguntado qué ocurrió y la respuesta es sencilla: se le pidieron peras al olmo. No se podía, ni se debía, esperar que unas cuantas ecuaciones permitieran derivar conclusiones directamente aplicables en la práctica en torno a situaciones extremadamente complejas, inciertas y conflictivas. Lo que debía aprovecharse era la capacidad para simular situaciones repetitivamente, lo que «supuestamente ocurriría si...», ofrecida por las nuevas herramientas, con el propósito de generar conocimientos útiles, lo que de todas formas no era fácil sin las computadoras personales de hoy.

Por otra parte, era obvio que la gran mayoría entre aquellos que manejaban suficientemente las matemáticas involucradas, manejaban demasiado mecánicamente las teorías y las realidades sociales, y por el contrario, aquellos que manejaban bien las segundas poco entendían de las primeras o, lo que es peor, no querían entender por razones ideológicas o simplemente personales. De manera, pues, que los escasos y débiles puentes entre ambas terminaron por derrumbarse.

[7] Cendes, UCV, Grupo de modelos matemáticos, coordinado por Juan Pablo Pérez Castillo e integrado por Jose Belda, Jose Cammotta, Jose Bianciotto, Nelida Lugo de Bianciotto y Lourdes Yero, 1971.
[8] Robert Schlaifer, *Analysis of Decisions under Uncertainty*, McGraw Hill, 1969.

Sin embargo, más allá de la caja original de herramientas, los conceptos centrales del legado frecuente y peyorativamente estigmatizado con el adjetivo «matematizante», está muy presente hoy en la planificación y la gestión estratégica, aunque no siempre sea fácil para el no advertido notar esa presencia.

Los mapas cognitivos, las matrices de impactos cruzados, los arquetipos sistémicos, las matrices de insumo-producto, las matrices multicriterios mencionadas o descritas en diferentes puntos del presente trabajo, así como muchas otras, han permanecido en lo esencial y se utilizan ampliamente, formando parte de lo que se ha dado en llamar «metodologías suaves» (por contraste con las «duras», aquellas que demandaban matemáticas fuertes), en el contexto de la disciplina en desarrollo conocida como «planificación bajo presión», cuyos libros emblemáticos por excelencia son el de Rosenhead[9] y el de Friend y Hickling.[10]

A este respecto, las palabras de Friend y Hickling son elocuentes: «El enfoque de la selección estratégica ha llegado a ser reconocido como una ruptura mayor en el pensamiento planificador. Su teoría está fuertemente enraizada en la toma de decisiones empresariales y el enfoque ha demostrado ser altamente versátil en su rango de aplicaciones dentro y entre las organizaciones.

La planificación bajo presión confronta las realidades que los planificadores deben enfrentar al atacar decisiones complejas de manera estratégica: incertidumbre, falta de tiempo, recursos limitados, e intereses y demandas conflictivos. Ofrece un rango de métodos prácticos efectivos que capacitarán a la gente para analizar problemas interconectados y trabajar hacia las decisiones. El énfasis se centra en ayudas gráficas a la comunicación más que en el análisis de «laboratorio», de forma tal que el enfoque ha demostrado ser especialmente *útil en estimular la colaboración entre gente de diferentes disciplinas, puntos de vista y habilidades*.[11]

[9] Jonathan Rosenhead, *Rational Analysis in a Problematic World*, John Wiley and Sons, 1989.
[10] John Friend y Allen Hickling, *Planning under Pressure. The Strategic Choice Aproach*, Pergamon Press, 1987.
[11] *Ibid.*, p. 1.

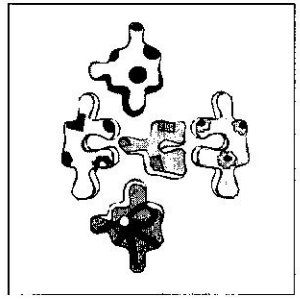
UNA PROPUESTA PARA EL ANÁLISIS INTEGRAL

«...desbaratando encajes, regresaré hasta el hilo...».[1]

En el presente capítulo, como su título indica, proponemos un método para lograr análisis razonablemente integrados de las realidades, de una manera sencilla y rápida como corresponde a los objetivos pragmáticos que animan este trabajo.

En primer lugar se describen maneras de identificar lo que llamamos «las piezas del rompecabezas», es decir, la manera como se divide la totalidad en variables o grupos de variables capaces de captar, *juntas*, la totalidad relevante analizada; y después, una manera de armar ese rompecabezas.

Las piezas del rompecabezas



En el ámbito de la planificación del desarrollo existen formas más o menos estereotipadas de dividir la realidad para analizarla, siendo posible distinguir, entre otras y como ejemplos, las siguientes: la división de los planes en los subsistemas natural, económico, social, cultural, físico-urbano, institucional y legal; la división de los proyectos en oferta, demanda, tecnología, precio, costos y beneficios; y la división de los análisis institucionales en funciones internas y externas. Cada una de estas partes es analizada

[1] Andrés Eloy Blanco, fragmento de «La remembranza».

aparte, intentándose tomar en cuenta sus interrelaciones de una manera siempre difícil y, por lo general, a posteriori.

Por otra parte, sabemos que el concepto mismo de desarrollo sostenible es, por definición, de naturaleza integradora; es un estilo de desarrollo que intenta armonizar el crecimiento económico con la justicia social y la conservación de la naturaleza. Consecuentemente, la teoría y el instrumental analítico que le sustentan, derivados en gran medida del ambientalismo, tienden a la búsqueda de visiones holísticas de la realidad.

En ese contexto, los indicadores para el desarrollo sostenible constituyen una interesante fuente de criterios y datos construidos expresamente para ser armados, para que las piezas encajen después las unas con las otras, razón por la cual a continuación se exploran dos propuestas: primero, la del Foro Económico Mundial y, después, las de Hartmut Bossel.

Los indicadores del Foro Económico Mundial

• Descripción del índice

El Foro Económico Mundial, propiciado como es sabido por un gran número de grandes empresas privadas, se reúne anualmente en Davos, Suiza, para discutir temas de interés primordial para el desarrollo. Para la reunión celebrada en febrero de 2000, sus organizadores contrataron a las universidades de Columbia y Yale para que diseñaran y aplicaran lo que se llamó el índice piloto de sostenibilidad ambiental, al nivel mundial.[2]

El cuadro 4 resume los componentes que integran este índice, incluyendo la calificación dada a Venezuela para cada uno de ellos. El hecho de tratar conjuntamente variables tan disímiles para intentar dar una idea adecuada sobre el tipo de desarrollo en cuestión, resulta un aporte importante para el logro de visiones integrales, que pueden consolidarse, –sugerimos– ponderando cada factor en función de su indicador de determinación en el conjunto (ver subcapítulo sobre análisis estructural). Como puede verse, Venezuela califica bien desde todos los puntos de vista, pero su escasa capacidad social e institucional de respuesta disminuye considerablemente su calificación total.

[2] «Pilot Environmental Sustainability Index. An Initiative of the Global Leaders for Tomorrow Environmental Task Force, World Economic Forum», february, 2000.

Cuadro 4
Índice piloto de sostenibilidad ambiental. Venezuela

Componente	Descripción	Puntos
Sistemas ambientales	Una sociedad es ambientalmente sostenible en la medida en que sus sistemas ambientales vitales son mantenidos en niveles saludables y en la medida en que están mejorando o deteriorándose.	71
Estrés y riesgos ambientales	Una sociedad es ambientalmente sostenible, si los niveles de estrés antropogénico son lo suficientemente bajos como para no generar daños demostrables en los sistemas ambientales.	71
Vulnerabilidad humana a los impactos ambientales	Una sociedad es ambientalmente sostenible, en la medida en que la gente y los sistemas sociales no son vulnerables a los disturbios ambientales. Ser menos vulnerables es una señal de que la economía está en vías de ser más sostenible.	78
Capacidad social e institucional	Una sociedad es ambientalmente sostenible, en la medida en que cuenta con instituciones políticas y patrones subyacentes sociales de actitudes y redes que propician respuestas eficientes a los retos ambientales.	23
Participación global	Una sociedad es ambientalmente sostenible, si coopera con otros países para el manejo de problemas comunes y reduce sus propios impactos negativos en otros países.	52
Calificación total para Venezuela		56

Fuente: World Economic Forum.

• Aplicación del índice

Para ilustrar el uso del índice piloto de sostenibilidad del Foro Económico Mundial, en el cuadro 5 se le aplica a dos subregiones venezolanas: el área inmediata de influencia de Ciudad Guayana y el Litoral Central.

Cada factor ha sido ponderado, según su participación porcentual en la suma de los indicadores de determinación, en una matriz de impactos cruzados entre ellos. En esta oportunidad, las calificaciones han sido asignadas de manera directa y subjetiva mediante la discusión de un grupo de expertos, pero pudieran ser, como se ha dicho ya, el resultado de estudios más o menos exhaustivos.

Los resultados obtenidos indican que en el área de Ciudad Guayana, con 15 puntos, era más fácil alcanzar el desarrollo sostenible que en el Litoral Central, con 12 puntos. Evidentemente, esto puede cambiar en la

medida en que cambien las calificaciones parciales, lo cual hace del índice un instrumento para el seguimiento de la realidad.

Cuadro 5
Índice piloto de sostenibilidad ponderado del Foro Económico Mundial

Componente	Factor	Peso	Ciudad Guayana		Litoral Central	
			Calificación	CXP	Calificación	CXP
Sistemas ambientales	Calidad aire urbano	0.018	14	0.249	18	0.321
	Cantidad de agua	0.041	20	0.814	5	0.204
	Biodiversidad	0.005	20	0.102	3	0.015
	Tierra disponible	0.015	14	0.214	5	0.076
Estrés ambiental	Contaminación del aire	0.033	14	0.463	20	0.662
	Contaminación del agua	0.041	15	0.611	5	0.204
	Producción de desechos	0.031	5	0.153	15	0.458
	Población	0.071	15	1.069	10	0.712
Vulnerabilidad humana frente al ambiente	Dotación de servicios	0.041	18	0.733	10	0.407
	Salud pública	0.008	15	0.115	9	0.069
	Exposición a desastres	0.013	20	0.254	2	0.025
Capacidad social e institucional	Capacidad tecnológica	0.079	20	1.578	12	0.947
	Capacidad para discutir políticas	0.130	15	1.947	16	2.076
	Regulación y manejo ambiental	0.130	15	1.947	15	1.947
	Capacidad de seguimiento	0.130	15	1.947	15	1.947
	Ecoeficiencia	0.130	10	1.298	10	1.298
Contribución global	Cooperación internacional	0.043	15	0.649	5	0.216
	Impacto en los bienes comunes	0.043	10	0.433	15	0.649
Capacidad para alcanzar el desarrollo sostenible				14.573		12.232

Fuente: Cálculos propios.

Los indicadores ecosistémicos de Bossel

• Descripción de los indicadores

El trabajo central sobre indicadores ambientales de Hartmut Bossel, del Centro de Investigación de Sistemas Ambientales de la Universidad de Kassel, Alemania, se titula «Derivando indicadores del desarrollo sostenible» y fue publicado en enero de 1997.

Según Bossel, cuando se dice que un sistema es viable, significa que este sistema es capaz de sobrevivir, estar saludable y desarrollarse en su ambiente particular. Por otra parte, recuerda que todos los sistemas de cualquier tipo tienen ciertas propiedades, para cada una de las cuales es posible definir un *orientador*, que permite diseñar indicadores de la sostenibilidad. El cuadro 6 muestra tales propiedades y orientadores.

Cuadro 6
Propiedades y orientadores comunes a todos los sistemas

Propiedades comunes a todos los ambientes	Orientadores para los sistemas dentro del ambiente
Estado natural del sistema: Siempre es posible definir lo que se entiende por tal cosa.	**Existencia:** Asegúrese que el sistema puede existir en ese ambiente.
Recursos escasos: los recursos requeridos por un sistema no están inmediatamente disponibles cuando y donde se les necesita.	**Efectividad:** Hágalo capaz de encontrar, recoger y procesar recursos efectiva y eficientemente.
Variedad: Muchos procesos y patrones de variables ambientales cualitativamente diferentes, ocurren y aparecen en el ambiente constante e intermitentemente.	**Libertad de acción:** Hágalo capaz de enfrentar una variedad de diferentes situaciones.
Variabilidad: el estado normal del sistema fluctúa aleatoriamente y las fluctuaciones pueden llevar ocasionalmente al sistema lejos de su estado normal.	**Seguridad:** Asegúrese que el sistema estará seguro aun bajo condiciones no usuales.
Mutación: En el curso del tiempo, el estado normal del sistema puede cambiar abrupta o gradualmente, hasta un estado normal permanente diferente.	**Adaptabilidad:** Provéale la habilidad para aprender y adaptarse.
Otros sistemas: El comportamiento de otros sistemas introduce cambios en el ambiente de un sistema dado.	**Coexistencia:** Habilítelo para coexistir con otros.
Ser sensible: Existe una relación entre el ambiente y las necesidades psicológicas de la gente, que deben ser satisfechas.[3]	**Satisfacción psicológica:** El sistema dentro del ambiente se sentirá bien en la medida en que éste responda a sus necesidades psicológicas.

Fuente: Bossel, *op. cit*

[3] El aspecto relativo a la satisfacción psicológica es muy poco claro en los trabajos de Bossel. Nos hemos permitido la interpretación aquí presentada

Estas propiedades de los sistemas son únicas, ninguna puede ser expresada por ninguna combinación de las otras. Si queremos describir totalmente a un sistema, tenemos que decir algo sobre cada una de ellas. Su contenido, sin embargo, es específico para cada sistema.

La cuantificación del grado de satisfacción de los orientadores proporciona una medida de la salud del sistema en diferentes ambientes. Esto puede hacerse identificando indicadores que puedan informarnos cómo cada uno de los orientadores está siendo satisfecho en un momento dado, tomando en cuenta que cada orientador representa un requerimiento único y que no es posible satisfacer uno mediante la sobreatención a otro. El desarrollo del sistema estará constreñido por el orientador que menos está siendo satisfecho.

Diferentes comportamientos de organismos o de humanos y sistemas humanos pueden ser explicados a menudo por la atención diferencial a los orientadores, como intenta demostrar Bossel con los ejemplos incluidos a continuación.

Cuadro 7

Ejemplo: Orientadores básicos reflejados en emociones

Orientador básico	Emociones si el orientador es amenazado	Emociones si el orientador es satisfecho
Existencia, subsistencia	Temor a la muerte, hambre, sed, dolor.	Alegría de la vida, satisfacción, sentirse bien.
Efectividad	Irritación, frustración.	Sentimiento de logro, alivio.
Libertad de acción	Desafío, revuelta.	Liberación, sentirse ligero.
Seguridad	Ansiedad, temor.	Abrigo, seguridad.
Adaptabilidad	Impaciencia, curiosidad, incertidumbre, aburrimiento.	Gozo del aprendizaje, de la novedad, del despertar.
Coexistencia	Celos, odio, envidia, impotencia.	Amor, solidaridad, amistad.
Necesidades psicológicas	Dudas de sí mismo, complejo de inferioridad, humillación.	Confianza.
Orientación ética	Futilidad, desconfianza, irresponsabilidad.	Significado, orden, confianza, responsabilidad

Ejemplo: Orientadores básicos reflejados en castigos

Orientador básico	Castigo por la privación del orientador
Existencia	Ejecución
Subsistencia	Hambre
Efectividad	Censura, difamación, suspensión
Libertad de acción	Cárcel
Seguridad	Justicia arbitraria
Adaptabilidad	Censura, aislamiento,
Coexistencia	Exilio, expulsión
Necesidades psicológicas	Destrucción de identidad
Orientación ética	Prohibición religiosa, intolerancia

Ejemplo: Orientadores básicos reflejados en estilos de vida

Tipo de cultura	Integración social	Regulación externa	Orientador enfatizado
Igualitaria	Alta	Baja	Coexistencia
Jerarquizada	Alta	Alta	Seguridad
Individualista	Baja	Baja	Libertad
Fatalista	Baja	Alta	Existencia
Innovadora	Baja?	Baja?	Adaptabilidad
Organizadora	Alta?	Alta?	Efectividad

Avanzando en el diseño de indicadores para el desarrollo sostenible, Bossel plantea lo siguiente:

- Cada sector o subsistema o partes esenciales de la antroposfera requiere indicadores para cada orientador. Estos sectores son: infraestructura, sistema económico, sistema social, desarrollo individual, gobierno y recursos.
- Cada sector cuenta con un tipo particular de capital que debe ser mantenido. Así, se tienen los siguientes tipos de capital: infraestructuras, de producción, social, humano, organizacional y natural.
- Resumiendo, Bossel propone una matriz para cada sistema considerado en cuyas filas aparecen los orientadores y en cuyas columnas aparecen los sectores, subdivididos en dos columnas cada uno: una para expresar lo que significa el estado actual de cada orientador para el desempeño del sector; y otra para expresar cuánto contribuye la satisfacción del orientador en el sistema estudiado a la satisfacción del mismo en la totalidad.

• Aplicación de los indicadores ecosistémicos de Bossel

El cuadro 8 muestra una aplicación libre de los IESB al gran sistema Venezuela, en la que se ha calificado a cada uno de los indicadores, según la opinión de expertos, utilizando una escala de 0 a 20. El promedio revelaría, en principio, que el país constituye un sistema que, en conjunto, tiende a ser precario, especialmente a causa de la escasa participación de los individuos, la no diversificación de la economía, la insuficiente vigilancia de los recursos naturales y la incoherencia gubernamental.

Cuadro 8
Una aplicación libre de los indicadores ecosistémicos de Bossel. El sistema Venezuela

Orientadores	Sectores	Indicadores	Puntos	Promedio
Existencia	Infraestructura	Suficiencia	15	
	Economía	Rentabilidad	20	
	Sociedad	Mortalidad infantil	18	
	Individuo	Autoestima	10	
	Gobierno	Legitimidad	18	
	Naturaleza	Equilibrio	15	15
Efectividad	Infraestructura	Uso racional	10	
	Economía	Crecimiento	10	
	Sociedad	Paz social	15	
	Individuo	Participación	5	
	Gobierno	Popularidad	15	
	Naturaleza	Biodiversidad	18	12
Libertad	Infraestructura	Financiamiento	18	
	Economía	Diversificación	8	
	Sociedad	Descentralización	12	
	Individuo	Educación	10	
	Gobierno	Popularidad	18	
	Naturaleza	Biodiversidad	18	14
Seguridad	Infraestructura	Mantenimiento	10	
	Economía	Control	10	
	Sociedad	Control	15	
	Individuo	Seguridad social	5	
	Gobierno	Fuerza	20	
	Naturaleza	Vigilancia	5	11

Cuadro 8 (continuación)
Una aplicación libre de los indicadores ecosistémicos de Bossel. El sistema Venezuela

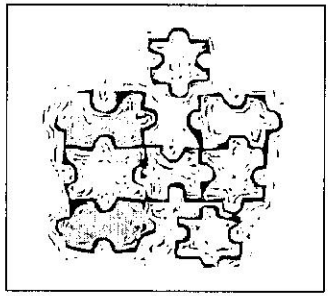
Orientadores	Sectores	Indicadores	Puntos	Promedio
Adaptabilidad	Infraestructura	Planificación	10	
	Economía	Diversificación	8	
	Sociedad	Integración	8	
	Individuo	Empatía	15	
	Gobierno	Coherencia	10	
	Naturaleza	Biodiversidad	18	12
Convivencia	Infraestructura	Diseño	10	
	Economía	Complementariedad	10	
	Sociedad	Tolerancia	18	
	Individuo	Tolerancia	15	
	Gobierno	Tolerancia	10	
	Naturaleza	Fragilidad	12	13
Satisfacción	Infraestructura	Estética	10	
	Economía	Remuneraciones	10	
	Sociedad	Movilidad	12	
	Individuo	Felicidad	10	
	Gobierno	Popularidad	15	
	Naturaleza	Belleza	15	12
Viabilidad del sistema Venezuela				13

En suma, los subsistemas que integran el sistema Venezuela responden, en general, a las siguientes características:

- Son muy capaces de subsistir dentro del estado normal del ambiente en que encaja.
- Su efectividad para aprovechar recursos es moderada.
- Su grado de libertad para enfrentar la variedad de procesos y patrones de variables ambientales en su ambiente, es también moderada.
- Su nivel de seguridad para enfrentar la inconstancia del estado normal del ambiente es deficiente.
- Su adaptabilidad para enfrentar las mutaciones graduales o abruptas en su ambiente es también deficiente.
- Su capacidad de convivencia es relativamente baja.
- Satisfacen mediocremente las necesidades psicológicas de la población.

Armando el rompecabezas

La matriz de intersecciones



En el contexto de la Maestría en Planificación Global del Centro de Estudios del Desarrollo (Cendes) de la Universidad Central de Venezuela, hemos estado ensayando con los estudiantes una manera sencilla y poderosa de «armar el rompecabezas» venezolano, es decir, hemos estado intentando una manera de explicar que abarque simultáneamente las diferentes aristas de la problemática nacional. La hemos denominado «matriz de intersecciones», un ejemplo que se muestra en el cuadro 9.

Como puede verse, en las filas y columnas aparecen los distintos sectores de la realidad y, en cada casilla, un breve comentario sobre cómo cada uno de ellos influye al otro, luego de discutir en grupo al respecto. Independientemente de los resultados, que de por sí pueden ser muy ricos, esta matriz permite que afloren de una manera ordenada, dudas, lagunas de conocimiento y, sobre todo, preguntas correctas, lo que es siempre la mejor manera de buscar soluciones.

Obviamente, la matriz recoge solamente los impactos «directos» entre sectores, pero no soluciona el viejo problema de la cadena de impactos «indirectos» característica de cualquier sistema. La matriz de impactos cruzados, discutida más adelante, contribuye mucho más en ese sentido.

La matriz de impactos cruzados

Sin desmedro de otras formas posibles de armar rompecabezas como el «pensamiento murmullante»,[4] la correlación estadística o los modelos, la experiencia personal nos dice que el análisis estructural a la Godet[5] constituye una excelente alternativa que se ha difundido en todo el mundo, durante el pasado decenio. A continuación se presenta una aplicación muy

[4] La habilidad para interrelacionar variables mentalmente, mientras se emiten murmullos y se mira hacia arriba.

[5] Michel Godet, *De la anticipación a la acción. Manual de prospectivas y estrategias*, Alfa Omega, México, 1995.

Cuadro 9
Principales intersecciones sectoriales en Venezuela
Todas las intersecciones son relativas y discutibles

	Económico	Social	Cultural	Institucional	Educación	Religión	Arte	Político	Ambiental
Económico		Poco empleo. Bajos salarios. Altas tasas de interés.	Consumismo. Patrones importados de consumo, no acordes con la producción natural del país.	Corrupción.	Orientación de matrícula según los salarios.	Valores contradictorios.	Orientación del mercado.	Condicionantes. Corrupción.	Sobreexplotación. Contaminación. Erosión.
Social	Mercado pobre que genera altos costos.		Escasa preocupación por el cambio.	Presión por ineficiencia. Corrupción.	Orientación de matrícula según la tradición.	Escasa presión para cambiar. Desencanto.	Escaso interés.	Presiones.	Escasa organización y participación.
Cultural	Baja productividad. Escaso ahorro. No mantenimiento.	Escasa organización y participación.		Ineficiencia. Pasividad que favorece el abuso.	Prioridades equivocadas.	Religiosidad dudosa y formalista.		Propensión al caudillismo.	Débil conciencia ambiental.
Institucional	Tenencia de la tierra no clara. Ineficiencia. Corrupción	Ineficiencia. Corrupción.	Ineficiencia. Corrupción.		Ineficiencia. Corrupción	Ineficiencia. Corrupción.	Ineficiencia. Corrupción.	Ineficiencia. Corrupción.	Ineficiencia. Corrupción.
Educación	No dirigida al trabajo.	No garantiza la movilidad social.	Refuerza valores equivocados.	No ataca la ineficiencia y la corrupción.		No enfatiza el papel de la religión en los pueblos.	Orientación formalista y repetitiva.	No se enseña a participar en política.	No se inserta todavía la educación ambiental transversal.
Religión	El lucro es pecado.	El catolicismo pierde terreno.	Su huella en la cultura tiende a desdibujarse.	No influye de manera directa.	Marca algunas orientaciones clave.		Impone algunas limitaciones.	Impone cierto fatalismo.	Afirma que la tierra está al servicio del hombre.
Arte	Apoyo publicitario. Genuflexión.	No transmite mensajes masivos para el desarrollo.	Consolida patrones al servicio de la economía.	Consolida los mensajes institucionales.	Se le utiliza poco como instrumento de cambio cultural.	Limitado a la Iglesia.		Incursiona poco en política.	Incursiona poco en lo ambiental.
Político	Ambigüedad.	Caudillismo. Populismo.	Condiciones ideológicas.	Determinante principal actual.	Se intenta mediatizarla.	Se intenta mediatizarla.	Se le ignora como posible instrumento.		Posiciones contradictorias.
Ambiental	Recursos. Condiciones.	Recreación.	Motivos para cambiar.	Una dimensión a incorporar.	Un posible eje transversal.	Una posible vinculación entre los hombres, la naturaleza y Dios.	Una gran fuente de motivos para expresarse.	Una fuente constante de presiones.	

Fuente: Centro de Estudios del Desarrollo. Maestría en Planificación Global. Instrumentos y Técnicas de Planificación, 2001.

libre de este enfoque a lo que consideramos es la realidad venezolana, parcelándola previamente de conformidad con el enfoque de Bossel, antes descrito.

El primer paso ha consistido en seleccionar indicadores para cada orientador y sector; luego se ha construido una matriz de impactos cruzados, con las siguientes características: cada fila y cada columna se refiere a un determinado indicador y cada casilla muestra el mayor o menor impacto de uno sobre otro, en el corto plazo, mediante una escala en la que cero significa ningún impacto, uno es un impacto pequeño, dos es un impacto medio y tres es un impacto fuerte.

Las sumas horizontales de estas calificaciones constituyen los indicadores de determinación de las variables, es decir, su capacidad para modificar a las demás; y las sumas verticales constituyen los indicadores de dependencia, es decir, la medida en que cada variable depende del resto.

La primera matriz capta solamente los impactos directos entre las variables, pero no capta la cadena de impactos entre ellas, lo cual es posible mediante la multiplicación sucesiva de la matriz original por sí misma, hasta que no cambia más la posición relativa de los indicadores de determinación.

De esta manera, cada indicador tiene a su vez dos indicadores, uno de determinación y otro de dependencia, como puede verse en el cuadro 10, lo cual permite ubicarlos en un gráfico de coordenadas como el gráfico 3.

En el cuadro 11 y el gráfico 3 es posible clasificar los indicadores en cuatro grupos, a saber:

Más determinantes y más dependientes

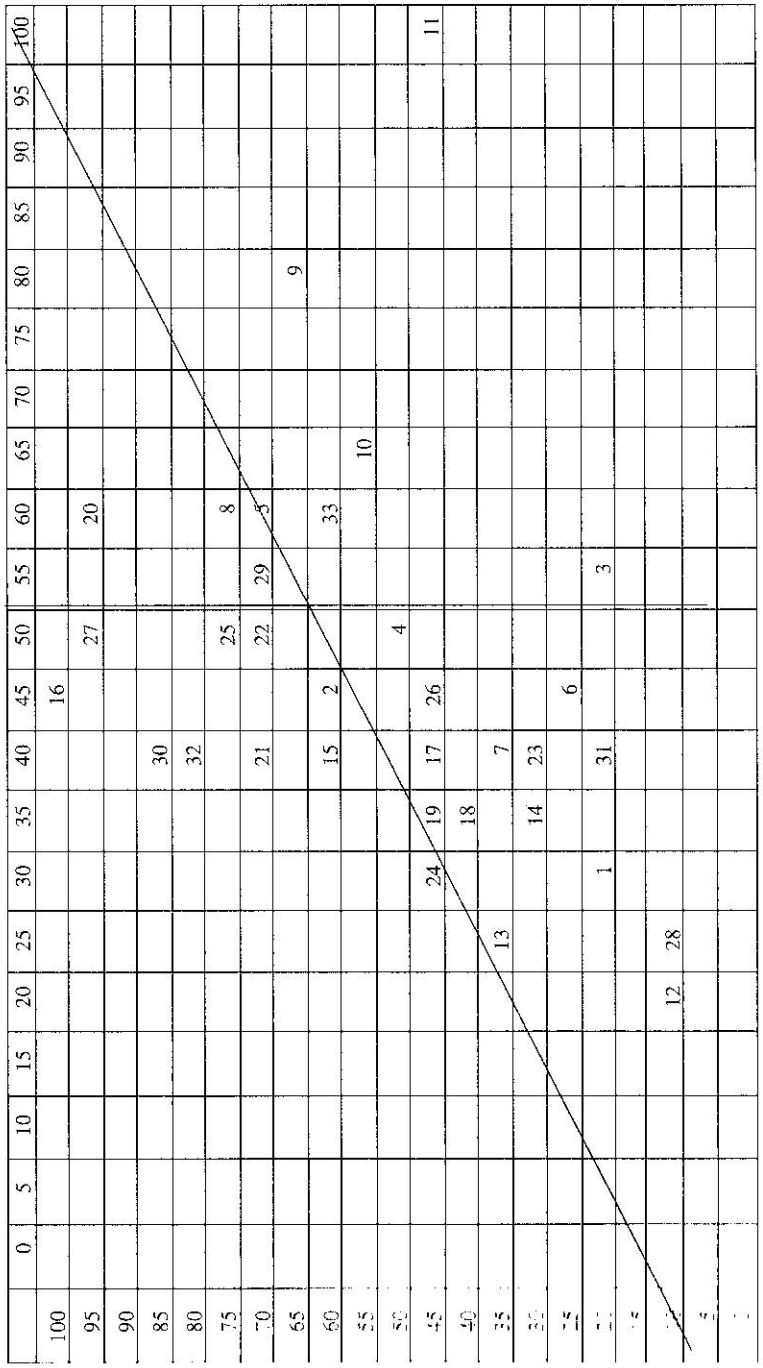
Coherencia del gobierno
Control de la sociedad
Integración social
Crecimiento económico
Fuerza del gobierno
Tolerancia social
Legitimidad del gobierno
Paz social
Movilidad social
Participación
Autoestima
Popularidad del gobierno

Cuadro 10
Análisis estructural del sistema venezolano

Orientadores	Sectores	Indicadores		Determinación	Dependencia
		N°	Nombre		
Existencia	Infraestructura	1	Suficiencia	21	28
	Economía	2	Rentabilidad	61	45
	Sociedad	3	Mortalidad infantil	20	53
	Individuo	4	Autoestima	50	49
	Gobierno	5	Legitimidad	69	63
	Naturaleza	6	Equilibrio	23	44
Efectividad	Infraestructura	7	Uso racional	35	41
	Economía	8	Crecimiento	74	58
	Sociedad	9	Paz	66	81
	Individuo	10	Participación	57	64
	Gobierno	11	Popularidad	46	100
	Naturaleza	12	Biodiversidad	8	22
Libertad	Infraestructura	13	Financiamiento	37	26
	Economía	14	Diversificación	32	35
	Sociedad	15	Descentralización	60	44
	Individuo	16	Educación	100	46
	Gobierno	17	Independencia	45	40
Seguridad	Infraestructura	18	Mantenimiento	37	34
	Economía	19	Control economía	45	31
	Sociedad	20	Control social	97	62
	Individuo	21	Seguridad social	70	39
	Gobierno	22	Fuerza	73	51
	Naturaleza	23	Vigilancia	31	42
Adaptabilidad	Infraestructura	24	Planificación	46	30
	Sociedad	25	Integración social	75	48
	Individuo	26	Empatía	46	45
	Gobierno	27	Coherencia	95	50
	Economía	28	Complementariedad	10	25
Convivencia	Sociedad	29	Tolerancia social	72	53
	Gobierno	30	Tolerancia gobierno	87	42
	Naturaleza	31	Fragilidad natural	20	37
Satisfacción	Individuos	32	Remuneraciones	81	41
	Sociedad	33	Movilidad social	63	63

Gráfico 3

Matriz de impactos cruzados de la realidad venezolana



Más determinantes y menos dependientes

Educación
Tolerancia del gobierno
Remuneraciones a la población
Seguridad social
Descentralización
Rentabilidad de la economía
Planificación
Control de la economía
Independencia del gobierno
Empatía de los individuos

Menos determinantes y menos dependientes

Financiamiento de la infraestructura
Uso racional de la infraestructura
Diversificación de la economía
Vigilancia de la naturaleza
Equilibrio de la naturaleza
Suficiencia de la infraestructura
Fragilidad de la naturaleza
Biodiversidad
Complementariedad de la economía

Menos determinantes y más dependientes

Mortalidad infantil

El cuadro 11 contribuye a explicar el significado de estos cuatro grupos:

Cuadro 11

Significado de la combinación determinación/dependencia

Más determinantes y menos dependientes Son parte de las que mejor explican la realidad y su solución depende menos de la solución previa o simultánea de otras variables. Constituyen prioridades menos difíciles de manejar.	**Más determinantes y más dependientes** Son parte de las que mejor explican la realidad y su solución depende mucho de la solución previa o simultánea de otras variables. Constituyen prioridades difíciles de manejar.
Menos determinantes y menos dependientes Dentro del sistema, influyen poco en las demás variables y éstas, a su vez, influyen poco sobre ellas. Se supone que importan mucho menos que las demás.	**Menos determinantes y más dependientes** Son aquellas variables cuya solución depende mucho de la solución previa o simultánea de muchas otras. Se supone que se solucionan solas si las determinantes se solucionan.

Por otra parte, el gráfico 3 permite apreciar que los puntos, es decir, la ubicación de las distintas variables en función de su determinación y dependencia, es muy dispersa, con una correlación de 0,41 sobre 1, lo cual constituye un indicador de que el sistema, en general, es duro de modificar, requiere de grandes esfuerzos para modificarlo; el hecho de que unas variables se muevan, no significa que las demás deban necesariamente moverse a la velocidad deseada.

Debe estar claro, finalmente, que la matriz de impactos cruzados que origina este análisis se refiere a los impactos previsibles en el corto o muy mediano plazos. Si se le construyera con una visión de largo plazo, entonces es muy probable que otras variables, aparentemente menos determinantes hoy, lo fuesen mucho en el futuro.

Educar para la integralidad

La educación sobre la base de «materias» constituye el mecanismo más poderoso para perpetuar la fragmentación de las realidades. También lo es el tratamiento en dos fases de la situación actual y la deseable, para luego imaginarse el proceso de cambio.

Sugerimos que la educación, al menos al nivel de posgrado, se imparta a partir de problemas y para el cambio, mediante talleres con contenidos de la realidad, en la que un grupo de especialistas en diversos campos interactúa con un grupo de estudiantes.

En el cuadro siguiente se resume lo que podrían ser los contenidos de una Maestría en Planificación para el Cambio en Venezuela y cómo abordarlos, a partir de esos principios.

La relación economía-ambiente como pieza maestra del rompecabezas

El presente punto ha sido concebido como un puente entre todo lo anterior y lo que sigue. En lo anterior, hemos discutido el problema de la integralidad y cómo enfrentarlo; en lo que sigue, proponemos el análisis de la relación entre la economía y el ambiente como otra forma muy especial y, particularmente rica, de comprender cómo interactúan y porqué interactúan los diversos sectores y compartimientos de la sociedad, sin ser deterministas de lo económico.

No decimos que todo lo demás «depende» de lo económico, lo que sería una total locura. Lo que decimos es que, analizando la relación eco

Los venezolanos queremos cambiar...

Desde	Hacia
Sistema económico	Sistema económico
Dependiente del petróleo	Diversificado
Semiabierto a importaciones	Abierto a exportaciones
Semiabierto a inversiones	Abierto a inversiones
Baja productividad	Alta productividad
Sistema político y gobierno	Sistema político y gobierno
Clientelista	Representativo
Personalista	Participativo
Sistema educativo	Sistema educativo
Énfasis en la información	Énfasis en hacer
Uniforme	Diversificado
Irrelevante	Relevante
Sistema tecnológico	Sistema tecnológico
Capital intensivo	Más generador de empleo
No modular	Modular
No conservacionista	Modular conservacionista
Sistema cultural y sus claves	Sistema cultural y sus claves
Descalificador	Estimulante
Improvisador	Proactivo
Individuos	Individuos
Con baja autoestima	Con alta autoestima
No participativos	Muy participativos

¿Cómo explicar la diferencia? ¿Cómo cambia una sociedad, sus instituciones y su gente? ¿Cuáles son los puntos de *intersección* entre los subsistemas? ¿Cuáles son *las palancas* para el cambio?	Arsenal de teorías disponibles. Selección ecléctica de explicaciones y palancas
¿Cómo será el futuro si todo continúa igual? ¿Cuáles son los escenarios probables y deseables del entorno determinante y menos manejable?	Prospectiva. Técnicas de escenarios
¿Qué hacer? ¿Cómo mover las *palancas* y activar las *intersecciones*? ¿Con qué secuencia, con cuál profundidad?	Evaluación y jerarquización de propuestas. Análisis de compatibilidad y complementariedad. Análisis y solución de conflictos

nomía-ambiente, estamos en buen camino para analizar las relaciones entre muchos sectores y disciplinas, es decir, estaríamos en el camino de la integralidad.

En pocas palabras, es el sistema económico el que se apropia de una naturaleza con ciertas características, la modifica y la insume, mediante una tecnología aplicada por una población que tiene valores, actitudes y aptitudes, que produce y consume según determinados patrones culturales.

Economía y ambiente

«De todos los dientes del tiempo, el que más trabaja es la pala del hombre. El ser humano es un roedor. Merced a él, todo se modifica y altera, sea para mal, sea para bien. Aquí desfigura, allá transfigura. El hombre, ese ente de vida tan corta, ese eterno moribundo, persigue lo infinito».[1]

El presente capítulo se inicia discutiendo al nivel teórico, la relación entre la sociedad y la naturaleza, con el propósito de definir criterios que permitan juzgar la aceptación o no de una determinada teoría al respecto. Después, se entra de lleno al análisis de la relación específica entre la economía y el ambiente, proponiéndose herramientas concretas para analizarla e intentar predecirla. Finalmente, se juzgan estas herramientas en función de los criterios mencionados.

No olvidemos que el criterio central aquí consiste en considerar al análisis de la relación economía-ambiente como una puerta importantísima para la comprensión y el manejo *integral* de los diferentes aspectos involucrados en el paradigma del desarrollo sostenible.

La relación sociedad-naturaleza

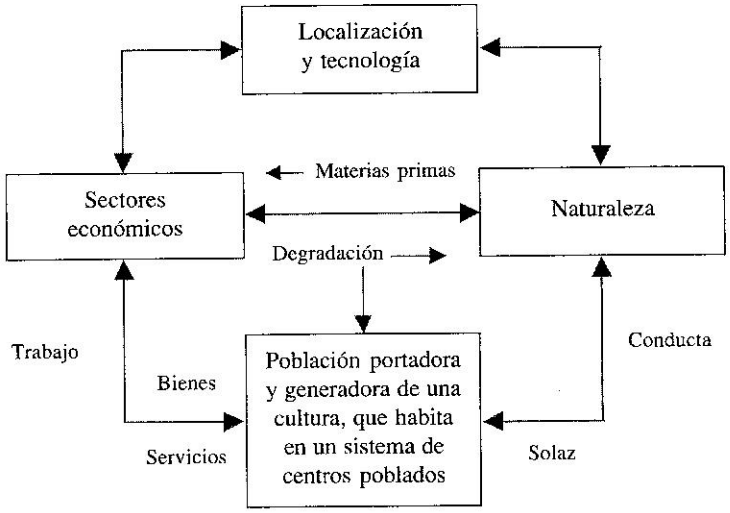
En términos generales, puede decirse que el tema de la relación sociedad-naturaleza ha sido planteado más en términos de la praxis inmediata que en términos de la reflexión teórica, girando, muy predominantemente, en torno a esquemas como el presentado a continuación.

Los sectores de la producción utilizan y ocupan a la naturaleza mediante procesos tecnológicos y de ordenamiento territorial, intercambiando materias

[1] Victor Hugo, «El trabajador del mar».

primas por diferentes tipos de degradación ambiental. Por otra parte, la población que habita en el sistema de centros poblados, condicionada por la cultura que genera, ofrece trabajo al sistema productivo a cambio de bienes y servicios. Su conducta afecta positiva o negativamente a la naturaleza y ésta le ofrece satisfacciones corporales y espirituales. De una forma u otra, todo el proceso de planificación y gestión ambiental en Venezuela, incluido el ordenamiento territorial, parten de esta manera directa y pragmática de concebir la relación sociedad-naturaleza.

Gráfico 4
Esquema básico de la relación sociedad-naturaleza



En un plano más teórico, nos parecen importantes los aportes de Leff [2] y los de Fischer-Weisz.[3] Según Leff, podemos distinguir cuatro problemas en las relaciones entre la biología y la historia, es decir, entre la naturaleza y la sociedad:

- «La producción de conocimientos sobre los procesos físicos, la evolución biológica o la organización ecológica de la naturaleza. En este sentido, el objeto del conocimiento es un objeto externo a la historia, pero el conocimiento sobre dichos procesos es un proceso histórico de producción científica.
- El conocimiento de procesos de evolución y transformación de ecosistemas naturales, en que el objeto natural está sobredeterminado por procesos sociohistóricos. En este sentido, la articulación entre naturaleza y sociedad –entre la ciencia biológica y el materialismo histórico– se da como la articulación de los efectos de ambos objetos teóricos en un proceso real, la transformación concreta de los ecosistemas y las condiciones ecológicas de la producción.
- La absorción de la naturaleza en el proceso capitalista de producción, en tanto objetos del trabajo, de recursos y fenómenos naturales o de productividad ecológica, la naturaleza se incorpora tecnológicamente al proceso productivo.
- El estudio de una formación social «no capitalista». Este análisis hace converger, tanto los efectos del medio ambiente particular en la división del trabajo, el lenguaje y la estructura social, como los efectos de la sociedad capitalista, mediante el intercambio mercantil y su integración a través de los aparatos del Estado a la sociedad nacional.

Por su parte, Fischer y Weisz discuten tres posibles modelos de la interacción sociedad-naturaleza, a partir de los cuales proponen uno propio, en el que hemos trabajado recientemente, aplicándolo a la realidad venezolana. Los tres primeros modelos son resumidos a continuación.

El primer modelo es de ecología humana de Boyden[4] en el que la distinción entre las realidades biofísicas y la cultura abstracta se solapa con la distinción entre la sociedad humana y la naturaleza. Las realidades biofísicas incluyen a los humanos y sus actividades, por una parte, y a la biosfera, identificada con la naturaleza, por otra. La sociedad humana incluye también a los humanos y sus actividades, a la cultura abstracta y a los intercambios con la biosfera, a través del biometabolismo, el tecnometabolismo. De esta forma, los humanos son vistos, simultáneamente, como organismos biológicos y como humanos individuales; y, por lo tanto, no habría diferencia cualitativa entre la evolución biológica de un atributo de las especies y la evolución de sistemas simbólicos elaborados.

El segundo modelo es el de Godelier,[5] quien considera a las interrelaciones sociedad-naturaleza como una fuerza impulsora del cambio social.

[2] Enrique Leff, *Ecología y capital*, Siglo Veintiuno Editores, 1998.
[3] Marina Fischer-Kowalsky y Helga Weisz, «Society as Hybrid Between Material and Symbolic Realms. Toward a Theoretical Framework of Society-Nature Interaction», *Advances in Human Ecology*, volume 8, JAI Press, Austria, 2001.

[4] Stephen Boyden, *Biohistory: The Interplay Between Human Society and the Biosphere-Past and Present*, Man and the Biosphere Series, vol. 8, Paris, Unesco, Parthenon Publishing Group, New Jersey, 1992.
[5] M. Godelier, *The Mental and the Material. Economy and Society*, Blackwell, 1986.

Para él, los humanos no son sólo individuos representativos de una especie; y siempre relaciona las actividades humanas con la cultura y la sociedad, en el contexto marxista de la dialéctica de los modos y medios de producción, es decir, en la dialéctica de los modos de apropiación de la naturaleza, en la que ambos (sociedad y naturaleza) se modifican mutuamente.

El tercer modelo es el de Sieferle,[6] en el contexto de los sistemas complejos y la evolución cultural, donde interactúan la naturaleza, la población y la cultura. La naturaleza comprende, para él, a todos los elementos materiales de la realidad, excepto los seres humanos. La población incluye específicamente sus características biológicas y constituye la interfase entre la cultura y la naturaleza. Y la cultura es el ensamblaje de información almacenada en el sistema nervioso de los humanos o en otros portadores de información.

Fischer y Weisz se confiesan influenciadas por estos tres modelos y proponen otro que consta de dos pilares: el metabolismo socioeconómico y la colonización de los procesos naturales. El primero es visto como una relación de insumo-producto, que será profundizado más adelante, y el segundo, como un proceso de ordenación histórica del territorio. Estos dos pilares teóricos cumplirían con las condiciones que ellas mismas definen para evaluar la bondad de un enfoque sobre la relación sociedad-naturaleza; a saber:

- ¿Ayuda a entender, dada la precondición de la evolución biológica, cómo las sociedades humanas pudieron ser tan exitosas como para lograr que las especies humanas llegasen a ser tan dominantes en el planeta?
- ¿Es útil para el logro de una comprensión de los rasgos principales de los diferentes modos de subsistencia y la transición entre ellos?
- ¿Es aplicable a un rango amplio de condiciones históricas?
- ¿Permite ubicar el cambio social en el marco de la historia natural?
- ¿Provee un marco conceptual para entender los problemas ambientales?
- ¿Ayuda a estructurar datos empíricos sobre las interacciones sociedad-ambiente?
- ¿Puede incorporar la posibilidad de una crisis ambiental de origen antropogénico?

Para las autoras, tanto la teoría del metabolismo socioeconómico como la teoría de la colonización de los procesos naturales, cumplen con esta lista de criterios. Por nuestra parte, como hemos dicho desde el principio, no es nuestra intención directa construir o comprobar aquí teorías; sin embargo, creemos que los métodos y las herramientas que proponemos en el presente capítulo se adaptan, a su nivel, a la lista de criterios, de forma tal que su uso podría contribuir eventualmente con la construcción teórica.

[6] R.P. Sieferle, *Looking Back at Nature. A History of Man and his Environment*, Luchterhand, Alemania, 1997.

La intersección economía-ambiente

Como hemos dicho, la conservación del ambiente es un campo particularmente fértil en esfuerzos por lograr análisis integrales, estando claro que las tecnologías, las actitudes, los comportamientos y las necesidades humanas terminan reflejándose de una manera u otra en la calidad y posibilidad de permanencia de su entorno.

En efecto, sobre un territorio con determinadas características naturales, una cierta población con sus actitudes, aptitudes y organización, mediante una tecnología más o menos agresiva, se localiza en los lugares correctos o incorrectos, para realizar actividades productivas que generan más o menos desechos, los que a su vez producen problemas sobre el ambiente natural y social. Esta misma población es remunerada adecuada o inadecuadamente por el sistema productivo, provocando un cierto estilo de vida y nivel de marginalidad, que condiciona sus actitudes y aptitudes, generando, a su vez, problemas ambientales.

Tomando en cuenta esa cadena de hechos, puede decirse que cada estilo de desarrollo, en cada lugar y momento histórico, se puede definir dando respuesta a las siguientes preguntas: qué producir; cuánto producir; cómo, con cuál tecnología; con qué, con cuáles materias primas; con qué eficiencia; donde; con qué actitud y cuáles comportamientos.

Obviamente, cada respuesta implica determinadas realidades económicas, sociales, culturales y políticas y, consecuentemente, implica también resultados distintos para la calidad del ambiente.

Política económica y calidad del ambiente

Lo que sigue a continuación es un esfuerzo por cuantificar los posibles cambios en la calidad del ambiente, frente a diferentes políticas económicas. Primero se describe la metodología utilizada y después los resultados obtenidos.

Metodología[7]

La metodología utilizada, como otras en el presente trabajo, tiene un carácter eminentemente experimental y constituye, sobre todo, una invitación a continuar perfeccionándola. En pocas palabras, se la puede resumir de la siguiente manera: se analizan, como ejemplo, dos tipos de política económica nacional posibles, en las que el énfasis pasa de lo meramente económico a una preocupación adicional importante por lo social: neoliberal ortodoxa y neoliberal social.

Estas políticas se diferencian entre sí por el tratamiento que dan a las siguientes variables: nivel de privatización, liberación de precios, liberación de intereses, subsidios, apertura a las importaciones, apertura a la inversión extranjera, exportación según ventajas competitivas, nivel de impuestos, nivel de controles gubernamentales. Varios descriptores de estas políticas son insumidos por un modelo econométrico,[8] que genera cifras globales sobre el consumo final, la inversión, la variación de existencias y la exportación para un decenio.

Esos totales son desagregados por sectores de la producción, de acuerdo con la experiencia histórica, y el vector de demanda final resultante es multiplicado por una matriz de Leontief inversa,[9] obteniéndose un vector de la producción sectorial. Este tipo de cálculos será explicado detalladamente más adelante.

La producción en cada sector es insumida por una ecuación, calculada aparte, que cuantifica la variación correspondiente en el estado del ambiente. La manera como se le ha calibrado ha sido la descrita en los puntos subsiguientes.

La variable dependiente, es decir, el estado del ambiente, ha sido el de las treinta y cinco subregiones geoeconómicas que integran el país, calificando cada recurso natural, entre cero y cien puntos, de acuerdo con una encuesta entre expertos de primer orden. Las variables independientes seleccionadas fueron:

- Relacionadas con la capacidad del ambiente para soportar actividades humanas: los indicadores de estabilidad y de capacidad para soportar infraestructuras físicas del Proyecto Sistemas Ambientales Venezolanos (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, 1985).
- Relacionadas con la presión antrópica: la densidad de población, el nivel de vida, y la producción agropecuaria, forestal, de hidrocarburos, minera y manufacturera, en toneladas.

[7] Hercilio Castellano, «Política económica y conservación del ambiente», Proyecto Ajuste Estructural y Ambiente, WWF, Universidad de Harvard, Cendes, 1994.

[8] Luis Mata Mollejas, *Modelo de simulación de la economía venezolana*, Cendes, 1994.

[9] La matriz de Leontief resulta de restar la matriz de coeficientes técnicos de una matriz unidad, en el proceso de utilizar la matriz de insumo-producto. Por su parte, la matriz de coeficientes técnicos resulta de dividir cada insumo de un sector por la producción total del mismo

Resultados

En el cuadro 12 se muestran los resultados obtenidos. La política neoliberal ortodoxa resultaría ambientalmente catastrófica en función del énfasis indiscriminado en la explotación de minerales y bosques y el aumento masivo de la pobreza. La política neoliberal social, con mayor diversificación de la producción y mejorando el nivel de vida de las mayorías, resultaría mucho mejor para la calidad del ambiente.

Para comprender el cuadro es necesario tomar en cuenta lo siguiente: primero, que las subregiones abarcan no sólo los centros poblados identificados, sino también su área de influencia; segundo, que la calificación máxima, cien puntos, corresponde a un estado del ambiente perfecto; y tercero, que las cifras son meramente indicativas de la realidad, sin pretender la exactitud.

Cuadro 12
Proyección del estado del ambiente por subregiones

Subregiones	1989	2003	
		P NL ortodoxa	P NL social
Maracaibo	50	-4	46
Machiques	87	-2	80
El Vigía	65	-9	49
San Antonio	94	56	93
San Cristóbal	60	-3	58
Mérida	88	-2	84
Valera	90	19	89
Trujillo	95	21	94
Ciudad Ojeda	22	-16	-12
Cabimas	20	-16	-15
Punto Fijo	50	0	56
Coro	87	-3	78
Barquisimeto	69	-5	62
Barinas	82	-3	67
Guanare	98	59	97
Acarigua	82	-4	75

Cuadro 12 (continuación)
Proyección del estado del ambiente por subregiones

Subregiones	1989	2003	
		P NL ortodoxa	P NL social
San Felipe	85	-3	78
Puerto Cabello	50	-1	56
Valencia	69	-2	65
San Carlos	89	-1	85
Guasdualito	86	-2	82
San Fernando	85	-3	79
Calabozo	80	-3	70
San Juan	96	4	91
Maracay	70	-2	70
Caracas	55	-4	54
Valle de la Pascua	49	-6	40
Barcelona	45	-4	45
El Tigre	80	-2	77
Cumaná	89	-1	85
Carúpano	90	-1	87
Maturín	55	-5	50
Temblador	91	-1	85
Tucupita	99	1	99
Ciudad Bolívar	35	-11	18
Ciudad Guayana	30	-38	-70
Puerto Ayacucho	100	88	97
Media	72	2	63
Dispersión	23	21	34
Variación	0.31	9.23	0.54

Fuente: H. Castellano. «Proyecto Ajuste Estructural y Ambiente». WWF, Harvard University, Cendes, 1994.

El análisis del flujo de materiales

El análisis (o contabilidad como también se le denomina) del flujo de materiales sustraídos a la naturaleza por el hombre, en distintos países y momentos históricos, constituye actualmente una manera de intentar comprender las múltiples interrelaciones de lo ambiental. A continuación se describe la base conceptual del método y una aplicación reciente a Venezuela.[10]

[10] Hercilio Castellano, «Análisis del flujo de materiales. Nivel nacional», Proyecto Amazonas 21. Universidad de Viena y Centro de Estudios Ambientales de la Universidad Central de Venezuela, 2000.

Base conceptual y metodológica[11]

El análisis de flujos materiales (AFM) puede ser visto como un conjunto de métodos para describir y analizar el metabolismo socioeconómico. Esto supone, de parte de los seres humanos, una organización colectiva para mantener formas de vida dentro de un ambiente natural y social. Así, vemos sistemas socioeconómicos que se reproducen cultural y socialmente a sí mismos, pero también físicamente, mediante un constante intercambio de energía y materiales con sus ambientes naturales.

Cuánta energía y materiales y cuáles materiales extraen de sus ambientes y cómo los transforman, depende mucho de sus modos históricos de subsistencia y éstos, a su vez, están íntimamente relacionados con la tecnología, de forma que se pueden describir «perfiles metabólicos característicos» para cada modo de subsistencia; y asociar cambios históricos globales con cambios sustantivos en el metabolismo. Esto implica cambios sustantivos en la utilización de los recursos y en la degradación del ambiente.

Por su parte, el metabolismo socioeconómico se refiere a la suma total de flujos materiales y energéticos hacia, dentro y desde un sistema socioeconómico. El metabolismo socioeconómico sirve (a) para producir y reproducir los elementos materiales del sistema socioeconómico y (b) eventualmente, para producir excedentes para otros sistemas socioeconómicos.

El método utilizado parte de una lista de materiales predefinidos, dividida en tres grupos (extracción, importación y exportación), y a su vez en fósiles, minerales y biomasa, separando las cantidades directamente apreciables, de las «ocultas», entendiendo por «ocultos» aquellos materiales desperdiciados durante los procesos productivos o que constituyen insumos no explícitos de otros materiales.

La suma de los materiales extraídos con los materiales importados, constituye el insumo directo de materiales (IDM) de un país o región, y al restarle las exportaciones, se obtiene el consumo doméstico de materiales (CDM). Las relaciones entre el IDM y el CDM, por una parte, y el producto interno bruto y la población, por otro, constituyen indicadores de la presión que ejerce ese país o región sobre la naturaleza. Se supone que dichas relaciones son características de cada tipo de país y de cada momento histórico.

[11] Extractado de Marina Fischer Kowalsky *et al.* «Material Flow Accounting». Information Package for the Training Workshop in Austria. July 1999.

Los problemas para el manejo de estos datos se refieren, básicamente, a tres cosas: primero, a la transformación de las unidades de medición para adaptarlos a los requerimientos del trabajo; segundo, a la necesidad de agregar o desagregar datos a veces demasiado detallados o demasiado agregados; y tercero, a la cuantificación de los flujos ocultos. La manera como estos últimos han sido abordados, será descrita a continuación.

• Los flujos ocultos

Minerales

Al nivel de la extracción de minerales, las cantidades publicadas se corresponden con las cantidades efectivamente extraídas, a excepción de las correspondientes al oro, diamantes y minerales industriales.

Oro y diamantes

En cuanto al oro y los diamantes, que son predominantemente fluviales, los expertos opinan que por cada gramo de ellos se remueven, en promedio, dos toneladas de tierra que son desplazadas por los propios ríos o por las lluvias, convirtiéndose en fuente importante de sedimentos que aumentan el peligro de inundaciones y destruyen diferentes tipos de hábitats vegetales y animales.

Minerales industriales

La relación entre los minerales industriales extraídos y sus flujos ocultos no es conocida todavía. Se espera que lo sea en el futuro próximo. Por ahora, los minerales industriales han sido multiplicados por tres.

Madera

La producción de madera es publicada en metros cúbicos. Al multiplicarla por 1,49 se obtiene madera rolliza; y al multiplicarla de nuevo por 2, se obtiene la biomasa involucrada. Finalmente, una multiplicación por 1,7 transforma los metros cúbicos originales en toneladas de biomasa. Estos coeficientes provienen de algunos pocos estudios dispersos en la materia y de la opinión de expertos.

Productos agrícolas

Para obtener la biomasa oculta en la producción agrícola vegetal, se le multiplicó por ocho, arbitrariamente y sin mayor apoyo, por lo que, evidentemente, estas cifras deben ser mejoradas en el futuro inmediato

Pastos

Para calcular los pastos consumidos, se ha estimado una cantidad diaria de 45 kilos por bovino, multiplicándola por el rebaño nacional y por 365 días. La información sobre el rebaño total es contradictoria y vieja; se ha supuesto un crecimiento histórico medio de 3 por ciento a partir de 1988.

Agua

Para calcular el consumo de agua doméstica, se utilizó una cifra real de 400 litros por persona y por día, bastante por encima del estándar de diseño, que es de 250 litros. A partir de información dispersa, se estimó que el agua para uso industrial es 1,7 veces la de uso doméstico; y la utilizada en riego, el 10 por ciento.

Importación y exportación

Para estimar los flujos ocultos se mantuvieron las relaciones utilizadas para la extracción nacional.

Resultados y conclusiones

Los resultados obtenidos se resumen en el cuadro 13, seguido por las conclusiones correspondientes.

Cuadro 13

Venezuela. Análisis del flujo de materiales. 1997

Indicadores relacionados con población	Con	Sin
Insumo material directo per cápita	13,4	4,1
Consumo material doméstico per cápita	8,1	3,2
Requerimiento material total per cápita	33,3	23,7

Indicadores relacionados con el PIB	Con	Sin
Insumo material directo por millón de $ (mil TM)	0,51	0,23
Consumo material doméstico por millón de $ (mil TM)	0,29	0,16
Requerimiento material total por millón de $ (mil TM)	1,27	1,30

En valores absolutos, el insumo material directo (IMD) de Venezuela es muy pequeño en comparación con los demás países considerados, en función del tamaño modesto de su población y de su economía.

- Sin embargo, el crecimiento porcentual de ese IMD para el período 1988-1997, es superior al de Alemania, Japón y Holanda y muy superior al de Estados Unidos. La diferencia puede ser explicada porque el crecimiento porcentual de esos países se refiere a cifras absolutas mucho más grandes; pero, en todo caso, es evidente que el país ha estado basando, y continuará basando por mucho tiempo, su desarrollo en la explotación de sus recursos naturales.
- Excluyendo petróleo y gas natural, es decir, considerando la economía no petrolera, el crecimiento del IMD es mucho menor que el resto, y casi igual al de Estados Unidos.
- La cantidad de toneladas insumidas por cada millón de dólares del producto interno bruto es más pequeña en Venezuela que en los otros países a excepción de Japón, donde los recursos naturales son muy costosos y la eficiencia muy alta. Puede observarse cómo en los países industrializados esta relación disminuye en la medida en que sus economías dependen más y más de los sectores del terciario superior y trasladan su explotación de recursos naturales a países menos industrializados.
- La relación materiales/producto ha aumentado significativamente durante el lapso considerado en Venezuela y moderadamente en Brasil; y ha disminuido en los demás países, como resultado de una mayor eficiencia en el uso de los materiales y en el predominio de sectores económicos que no los involucran.
- La cantidad de toneladas de materiales insumidas por cada habitante en Venezuela es parecida a la de Japón, superior a la de Brasil y muy inferior a la de los demás países.

La matriz ecosistémica de insumo-producto

Base conceptual y metodológica

Lograr el desarrollo sostenible pasa, necesariamente, por la definición de criterios y la elaboración de herramientas que permitan cuantificar la íntima relación que existe entre las actividades económicas y la conservación del ambiente, mucho más allá del discurso ético que caracteriza al ambientalismo, más allá también de la manera demasiado general con que suele ser tratada esa relación, y más allá, por último, de los intentos aislados por aplicar la teoría microeconómica a la valoración de recursos específicos en lugares concretos.

Los numerosos esfuerzos por lograr esa cuantificación han tomado dos direcciones muy claras y complementarias: primero, la inserción de «cuentas» de los recursos naturales dentro de los sistemas de cuentas nacionales, que permitan contrastar el crecimiento económico con la degradación (y eventualmente el mejoramiento) del capital natural que lo sustenta; y segundo, la valoración de «externalidades» generadas por proyectos específicos.

En ambos casos, el conocimiento ha avanzado significativamente durante los últimos años y con él la bibliografía al respecto. Sin embargo, parecieran funcionar dos fenómenos que de alguna manera están limitando ese avance: primero, los intentos, a veces mecanicistas, por trasladar a este nuevo campo la teoría microeconómica con todas sus virtudes y aberraciones, encasillando a priori el pensamiento; y segundo, la evidente carencia de una visión conceptual e instrumental comprehensiva de la relación economía-ambiente.

Consecuentemente, la investigación aquí reseñada se ha propuesto dos cosas: primero, ver el problema directamente desde una perspectiva ecológica, con todo lo que ello implica desde el punto de vista conceptual e instrumental; y segundo, abordarlo mediante la amplia caja de herramientas propias de la planificación integral. Lo que estas afirmaciones significan, realmente, será comprendido a medida que la exposición del método avance.

El concepto más central consiste en considerar al conjunto de recursos naturales que integran la naturaleza, como un capital capaz de producir bienes y servicios que pertenece a la sociedad, y por el cual tiene derecho a que se le retribuya de alguna manera su participación en los procesos económicos, lo cual plantea de inmediato interrogantes fundamentales.

Primero, no todo ese capital está realmente al servicio de la economía en un momento determinado, sino sólo aquella parte que está ocupada y/o está siendo utilizada como fuente de insumos para la producción. Con tiempo suficiente, esta porción del capital natural puede ser definida de manera relativamente fácil; por el momento, se adoptará una hipótesis preliminar.

Segundo, dentro de ese capital en servicio es posible distinguir dos segmentos: uno que está normalmente reflejado en el precio de la tierra y otro que no lo está. Proponemos que el valor monetario del primer segmento sea tal que, sumado al segundo, genere una rentabilidad de una cierta magnitud, medida como el cociente de dividir el producto directamente atribuible a los recursos naturales y ese capital.

Tercero, el segmento no incluido en los precios de mercado se refiere al aporte que hace cada recurso al equilibrio ecológico de los demás. Proponemos que se le identifique con una cuota anual de depreciación, que por el momento hemos calculado linealmente con una vida útil de cincuenta años, lapso que pareciera suficiente para que la naturaleza venezolana pierda su capacidad de reproducción si se le continúa manejando como hoy; lapso que, por supuesto, es altamente discutible.

El método utilizado consta de dos vertientes, una ecológica y otra económica, que se unen al final. La vertiente económica se refiere a la elaboración de la matriz nacional de insumo-producto convencional, para 1998 y a precios constantes de 1984, a partir de la estructura de la matriz correspondiente a 1986, que es la única disponible.

La vertiente ecológica muestra los siguientes componentes:

- En primer lugar, la distribución porcentual de las contribuciones de cada recurso natural al equilibrio de los demás, mediante una matriz de impactos cruzados.
- Luego, la distribución porcentual de los aportes de cada recurso natural a todos y cada uno de los sectores económicos, mediante el proceso analítico jerárquico.
- Por otra parte, se calculó el valor total en bolívares de la naturaleza venezolana, excluyendo los hidrocarburos y los minerales.
- Este valor total fue distribuido entre los recursos y sectores de acuerdo con las estructuras porcentuales indicadas en los dos primeros puntos.
- De esta manera, se logró introducir un nuevo sector, el sector preprimario, a la matriz convencional de insumo-producto.

La nueva matriz obtenida ha sido bautizada como matriz ecosistémica de insumo-producto y permite cuantificar los cambios en la estructura sectorial de la economía y en las demandas sobre los recursos naturales, a partir de cambios en la demanda final, es decir, en el consumo, la inversión o las exportaciones de cualquier sector económico.

La matriz de insumo-producto

El cuadro 14 contribuye a visualizar mejor lo que es una matriz de insumo-producto y para qué sirve. Como se recordará, ella consta de los siguientes elementos: cada fila corresponde a un sector de la producción y cada columna a un destino de la producción de esos sectores. Tradicionalmente se incluyen los siguientes sectores: sector primario, integrado por la agricultura vegetal, la agricultura animal, la actividad forestal, la pesca, la caza, la minería y la explotación de hidrocarburos; un sector secundario, integrado por las manufacturas, la construcción y la generación y distribución de electricidad, gas y agua; y un sector terciario, integrado por el comercio, el transporte y las comunicaciones, las actividades financieras, el turismo y los servicios comunitarios. A estos tres sectores se añaden las importaciones como fuente de bienes y servicios que son utilizados dentro del área geográfica en cuestión.

Como destinos de lo producido por los sectores se incluye la demanda intermedia, integrada por ellos mismos, y la demanda final, integrada por el consumo, la inversión, la exportación al resto del país, la exportación al resto del mundo y la variación de existencias.

Cuadro 14

Matriz ecosistémica de insumo-producto

Sectores	Sectores intermedios				Demanda intermedia	Sectores intermedios			Demanda final	Producción
	Preprimario	Primario	Secundario	Terciario		Consumo	Inversión	Exportación		
Preprimario	10	20	1	1	32	1	5	0	6	38
Primario	1	3	50	10	64	5	1	20	26	90
Secundario	2	3	60	5	70	80	10	40	110	180
Terciario	0	2	10	15	27	80	10	30	120	147
Totales	13	28	121	31	193	146	26	90	262	455
Producto	25	62	59	116	262					
Producción	38	90	180	147	455					

Producción económica total = dato exógeno
Vector porcentual de producción = grupo experto mediante el proceso analítico jerárquico
Distribución horizontal = grupo experto mediante el proceso analítico jerárquico

Matriz de coeficientes técnicos (MCT)

Sectores	Sectores			
	Preprimario	Primario	Secundario	Terciario
Preprimario	0,263	0,222	0,006	0,007
Primario	0,026	0,033	0,278	0,068
Secundario	0,053	0,033	0,333	0,034
Terciario	0,000	0,022	0,056	0,102

CT (i,j) = Insumo ij/producción j

Matriz unidad (MU)

Sectores	Sectores			
	Preprimario	Primario	Secundario	Terciario
SPP	1.000	0.000	0.000	0.000
SP	0.000	1.000	0.000	0.000
SS	0.000	0.000	1.000	0.000
ST	0.000	0.000	0.000	1.000

Matriz de Leontief (MU - MCT) = ML

Sectores	Sectores			
	Preprimario	Primario	Secundario	Terciario
Preprimario	0.737	0.222	-0.006	-0.007
Primario	0.026	0.967	0.278	-0.068
Secundario	0.053	0.033	0.667	0.034
Terciario	0.000	0.022	0.056	0.898

Matriz de Leontief inversa = MLI

Sectores	Sectores			
	Preprimario	Primario	Secundario	Terciario
SPP	1.379	0.323	0.150	0.041
SP	0.071	1.069	0.454	0.099
SS	0.113	0.081	1.540	0.065
ST	0.009	0.031	0.107	1.120

Variación en la producción sectorial
ante cambios en la demanda final

Sectores	Demanda final original	Producción original	Nueva demanda final	Nueva producción
Preprimario	6	38	38	172
Primario	26	90	200	377
Secundario	110	180	300	499
Terciario	262	455	788	1.367

NP = NDF * MLI

En el sentido horizontal, cada casilla contiene el valor de lo entregado por un sector a un destino. La suma horizontal total, lógicamente, constituye el valor total de lo producido por los sectores durante el año correspondiente. En el sentido vertical, las sumas cuantifican el total de insumos requeridos por cada sector. La diferencia entre la producción total de un sector y el valor de sus insumos, constituye el valor agregado o producto.

A partir de esta primera matriz se obtiene la de «coeficientes técnicos», dividiendo cada insumo por la producción total del sector correspondiente. Evidentemente, los coeficientes dependerán de la tecnología utilizada en cada proceso productivo.

La matriz de coeficientes técnicos se resta de la matriz unidad (llena de ceros y con unos en la diagonal), obteniéndose lo que se llama matriz de Leontief, por el autor del método a principios de siglo.

De ocurrir un cambio en el vector de la demanda final (consumo, inversión, exportación, variación de existencias) como resultado de una decisión o de un proyecto cualquiera, es posible calcular la nueva producción de cada sector, multiplicando este nuevo vector por la matriz de Leontief inversa.

En suma, una matriz de insumo-producto nacional o subnacional da cuenta de la estructura de una economía y de los cambios que ocurrirían en ella a consecuencia de determinadas políticas o proyectos. Al añadirle un sector preprimario, es decir, el conjunto de recursos naturales que producen materias «verdes y rojas», es capaz también de estimar las presiones sobre ellos, generadas por esas mismas políticas y esos mismos proyectos.

Sin embargo, pese a la importancia analítica que siempre se les ha atribuido, su utilización ha estado fuertemente limitada por la carencia de la abundante información requerida. Así, en Venezuela se han elaborado apenas tres: una en 1972 por Alejandro Grajal, Luis Mata Mollejas y Hercilio Castellano y las otras dos en la década de los ochenta por la Universidad Simón Bolívar y por el Instituto de Estudios Avanzados.

Más recientemente, Castellano ha elaborado las matrices correspondientes a los estados Anzoátegui, Monagas, Táchira, Barinas y Portuguesa, como herramientas para la evaluación de impactos económicos de proyectos petroleros, concretamente, los módulos de mejoramiento de crudos pesados en el sur de Monagas y Anzoátegui[12] y el Proyecto Flanco Sur Andino.[13] Esto ha sido posible sustituyendo la información requerida por apreciaciones subjetivas de grupos expertos, mediante el método conocido por proceso analítico jerárquico,[14] el cual será descrito más adelante.

En suma, y como puede verse en el gráfico 5, la matriz ecosistémica de insumo-producto consta de los siguientes seis segmentos.

Gráfico 5
Segmentos de la matriz ecosistémica de insumo-producto

Matrices de impactos cruzados y proceso analítico jerárquico

Sector preprimario a sector preprimario	Sector preprimario a demanda intermedia	Sector preprimario a demanda final
Sectores económicos a sector preprimario	Sectores económicos a demanda intermedia	Sectores económicos a demanda final

El segmento superior izquierdo da cuenta de los intercambios entre los recursos que conforman el sector preprimario y es tratado en conjunto mediante una matriz de impactos cruzados.

El segmento superior medio contiene los aportes del sector preprimario a los sectores económicos que conforman la demanda intermedia, requiriendo cada casilla pertinente un tratamiento específico.

El segmento superior derecho contiene los aportes del sector preprimario a los componentes de la demanda final: consumo, inversión, exportaciones. Cada casilla pertinente requiere también de un tratamiento específico.

El segmento inferior izquierdo contiene los aportes de los diferentes sectores productivos a los recursos que integran al sector preprimario y

[12] R. Red Consultores Asociados, para Maraven, 1994.
[13] Ecology and Environment, para Corpoven, 1996.
[14] Thomas Saaty, *The Analytic Hierarchy Process*, Pennsylvania University Press, 1972.

requiere también de tratamiento específico en cada casilla pertinente, que por ahora no se ha intentado.

Los segmentos inferiores medio y derecho contienen los aportes de los sectores económicos a ellos mismos y a la demanda final. Se les aborda en conjunto mediante el proceso analítico jerárquico (PAJ), antes mencionado.

El sector preprimario

En el presente subcapítulo se describe la manera como fue elaborada la submatriz correspondiente al sector preprimario, el cual consta de dos tipos de intercambios, los intercambios «intrasistémicos» o entre los recursos naturales y los intercambios «extrasistémicos» o entre los recursos naturales y los sectores económicos.

Los intercambios intrasistémicos, es decir, el segmento superior izquierdo de la matriz ecosistémica de insumo-producto constituye, sin dudas, el elemento conceptual y operativamente más complicado dentro de la metodología en cuestión. Las preguntas planteadas son las siguientes: ¿Cuánto aporta cada recurso natural al equilibrio de todos y cada uno de los demás dentro de un cierto ecosistema, en este caso el gran ecosistema nacional? ¿Cuánto vale ese aporte? A continuación se resume el esquema metodológico mediante el cual se han generado las respuestas:

El primer paso consistió en dividir al país según sus grandes paisajes, los cuales tienen, simultáneamente, tanto sentido ecológico como económico.

El paso siguiente consistió en una matriz de impactos cruzados, dividida en las áreas definidas. Cada casilla contiene la intensidad del aporte de un recurso de un área al equilibrio de otro recurso de la misma área o de otra área, utilizándose una escala 0 a 3 en la que 0 significa ningún aporte y 3 un aporte máximo. Esto se hizo mediante la opinión de expertos muy conocedores del comportamiento de los recursos naturales en el país.

Las sumas horizontales en esta matriz de impactos cruzados constituyen indicadores de determinación, es decir, de la medida en que cada recurso contribuye al equilibrio del conjunto. Las sumas verticales constituyen indicadores de dependencia, es decir, de la medida en que cada recurso depende de los demás.

La suma (vertical) de los indicadores de determinación se distribuyó porcentualmente entre sus sumandos. Los diferentes sumandos horizontales se distribuyeron porcentualmente entre los indicadores de determinación correspondientes. Por otra vía que será descrita en puntos subsiguientes, se estimó el valor total de mercado de la naturaleza del país y la remuneración anual que debería recibir este capital.

Al aplicarle a una parte de esa remuneración anual que debería recibir el capital representado por la naturaleza por sus aportes al sistema productivo, los porcentajes descritos en el párrafo precedente, se obtuvo el aporte de cada recurso a todos y cada uno de los demás, dentro del sector preprimario, en unidades monetarias. La cuantificación de esa parte de la remuneración anual del capital natural aplicada a los intercambios intrasistémicos será explicada más adelante.

Los intercambios extrasistémicos

El siguiente problema a solucionar ha sido la cuantificación y valoración de los aportes de cada recurso a los distintos sectores económicos. La estructura porcentual correspondiente ha sido definida mediante el proceso analítico jerárquico, método que es descrito brevemente a continuación.

En suma, todo consiste en llenar una matriz cuadrada, para cada recurso natural, cuyas filas y columnas se refieren a los distintos sectores económicos. En ella se comparan, par a par de sectores, los aportes del recurso en cuestión. Así, cada casilla compara a dos sectores desde el punto de vista del aporte ofrecido por dicho recurso, utilizándose una escala de 1 a 9, en la que 1 significa aportes iguales del recurso a los dos sectores, y 9, un aporte extremadamente mayor del recurso a uno de los dos sectores, siendo válido cualquier valor entre 1 y 9.

El vector propio de esta matriz contiene la distribución porcentual de los aportes del recurso entre los distintos sectores económicos. Y estos porcentajes se traducen a unidades monetarias al multiplicarlos por aquella parte de la remuneración anual del capital natural del país que corresponde a los intercambios extrasistémicos, como se verá más adelante.

La valoración conjunta del capital natural

A los fines de estimar el valor monetario a precios de mercado de la naturaleza venezolana, se utilizó la metodología implícita en el cuadro 14. El país fue dividido de acuerdo con las regiones naturales de Sistemas Ambientales Venezolanos y luego se definió la importancia económica relativa de cada una de ellas, mediante el proceso analítico jerárquico.

Cuadro 15

Valoración económica tentativa del territorio nacional en 1998 en millardos a precios corrientes de 1998 y a precios constantes de 1984

Regiones		Peso económico	Superficie %	Km²	MM Bs./km²	Mil MM Bs. 98	MMM Bs. 84
N°	Nombre						
1	Golfo de Venezuela y lago de Maracaibo	0.155	0.023	22.770	447	10.181	102
2	Sierra de Perijá	0.012	0.003	2.970	35	103	1
3	Piedemonte Perijá y oeste lago	0.018	0.004	3.960	52	206	2
4	Planicie oriental lago de Maracaibo	0.144	0.010	9.900	415	4.112	41
5	Sur del lago de Maracaibo	0.034	0.006	5.940	98	583	6
6	Sistema coriano y llanura costera	0.031	0.021	20.790	89	1.859	19
7	Sierra de Mérida o Andes	0.043	0.049	48.510	124	6.017	60
8	Sector occidental	0.031	0.008	7.920	89	708	7
9	Franja costera del norte y valles	0.042	0.031	30.690	121	3718	37
11	Sector central	0.276	0.026	25.740	796	20.493	205
12	Llanos occidentales	0.026	0.058	57.420	75	4307	43
13	Llanos bajos inundables	0.002	0.030	29.700	6	171	2
14	Altiplanicie Meta-Sinaruco	0.005	0.017	16.830	14	243	2
15	Llanos centrales	0.013	0.117	115.830	38	4.344	43
16	Llanos orientales	0.013	0.127	125.730	38	4.715	47
17	Sector oriental o Sucre	0.065	0.029	28.710	188	5.383	54
18	Delta del Orinoco	0.010	0.047	46.530	29	1.342	13
19	Penillanura del norte	0.047	0.109	107.910	136	14.630	146
20	Tepuys y Gran Sabana	0.006	0.242	239.580	17	4147	41
21	Planicie del Casiquiare	0.004	0.043	42.570	12	491	5
Sumas sin el mar		0.977	1.000	990.000		87.752	878
10	Mar	0.023	0.000	760.000	66	50.423	504
Total con el mar		1.000		1.750.000		138.175	1.382

Para una de estas regiones (el piedemonte andino), se conoce el precio promedio de la tierra por hectárea,[15] lo cual permitió deducir el precio en las demás, en función de sus respectivas importancias económicas relativas. Obviamente, la suma de los productos de estos precios por las superficies de cada región, constituye una aproximación al precio total de los recursos naturales del país, sin incluir infraestructuras físicas.

Surgen de inmediato dos preguntas: primero, ¿cuál es la remuneración justa que debe recibir anualmente la sociedad por el uso de ese capital?; y

[15] Yudit Cordero, «La matriz ecosistémica de insumo-producto del estado Portuguesa», Tesis de Maestría, Unellez, 1999.

segundo, ¿cuánto de ese capital natural que pertenece a la sociedad está siendo realmente utilizado en este momento?

Una alternativa a considerar pudiera ser la de identificar los aportes intranaturaleza o intrasistémicos, con un fondo anual de depreciación del capital total, para una vida útil de treinta años y una tasa de interés de 12 por ciento. Treinta años, porque, al parecer, ése sería el plazo máximo de supervivencia del conjunto al ritmo actual de explotación y 12 por ciento, porque es el valor del dinero generalmente aceptada (e impuesta) por los organismos financieros internacionales, para proyectos de inversión social. Los aportes extrasistémicos pudieran ser más fácilmente estimados, según los precios de mercados reales.

Por el momento, lo que se ha hecho es construir un submodelo de simulación de la rentabilidad del capital natural en función del valor que se le asigne al mismo, dependiente de la matriz ecosistémica de insumo-producto. Dicho valor puede ser variado repetidas veces hasta que la relación producción-insumos/capital utilizado sea igual a la rentabilidad deseable.

¿Cuál es esa rentabilidad deseable? Diferentes posturas pueden ser adoptadas: una, la rentabilidad exigida por los organismos financieros internacionales para evaluar proyectos de interés social; otra, la tasa bancaria de interés predominante, considerando que es el límite para que alguien invierta o no su dinero; y otra, la tasa de rentabilidad real de los empresarios en Venezuela. Adoptar alguna de ellas, u otra, significa valorar de manera diferente a los aportes intra y extrasistémicos de los recursos naturales, es decir, colocar valores diferentes en la submatriz preprimaria de la matriz de insumo-producto.

Posibles resultados y conclusiones

En principio, el resultado obtenible consiste en un modelo de simulación de las variaciones en la estructura sectorial de la producción nacional y en las demandas consecuentes a los recursos naturales del país, expresado todo en unidades monetarias, como consecuencia de cambios en el consumo, las inversiones o las exportaciones en cualquiera de los sectores productivos. Una vez más es necesario insistir en que los resultados numéricos, si bien están basados en cifras razonables, son, por ahora, estrictamente indicativos; y que lo importante aquí es el llamado de atención hacia una línea de investigación que puede ser muy importante para mejorar la relación economía ambiente en Venezuela.

El cuadro 16 muestra lo que puede llamarse «los comandos» principales del modelo, es decir, las distintas hipótesis y cálculos que conducen a la estimación de la producción total, tanto económica como natural.

Los dos primeros valores en rojo se refieren a dos variables que pueden ser simuladas: el porcentaje de participación que le corresponde a los recursos naturales en el total de la producción y el porcentaje del capital natural que está realmente activo, es decir, al servicio directo de la producción. El tercer valor en rojo refleja la rentabilidad de los recursos naturales, en función de los dos primeros, expresada por la relación producto/capital, ya que el producto es el valor monetario de la producción vendida, menos el valor de los insumos necesarios para generarla. En este caso, la rentabilidad es de 0,31 y puede ser variada a voluntad, según los criterios que se adopten.

Cuadro 16
Simulación de los aportes del sector preprimario

Producción nacional según BCV en MM Bs.	1.010.863
Participación directa de la naturaleza en %	0.10
Participación directa de la naturaleza en MM Bs.	101.086
Participación corregida de la economía en MM Bs.	909.777
Capital natural total en MM Bs.	1.382.000
Capital natural activo en %	0.25
Capital natural activo en MM Bs.	345.500
Depreciación capital natural activo en Bs./año	6.910
Aporte total de la naturaleza en MM Bs.	107.996
Producto de la naturaleza en MM Bs.	105.669
Rentabilidad (producto/capital)	0.31

El cuadro 17 muestra, a título de ejemplo, lo que podría ocurrir en cada recurso o sector ante una inversión adicional de 2.000 millones de bolívares (a precios de 1984) si se destinan, alternativamente, a la agricultura, la minería o la construcción.

El mensaje que transmite este cuadro es el siguiente: una inversión de 2.000 millones de bolívares en la agricultura vegetal, en Venezuela, incrementaría la demanda de sabanas en 1,4 por ciento; la de bosques, en 0,9 por ciento; la de suelos, en 0,6 por ciento; y la de ríos, en 0,2 por ciento. Si esa misma suma de dinero se invirtiese en minería o en construcción, el incremento en la demanda de recursos naturales sería menor, alcanzando un máximo de 0,25 por ciento en bosques, si la inversión se hace en construcción. Debe quedar muy claro lo siguiente: cuando se habla de un aumento en la demanda de estos recursos, ello no significa, necesariamente, que se trata de más cantidades de los mismos; se trata de una mezcla indeterminada de cantidades físicas y de los servicios, que se prestan los recursos entre ellos mismos para mantener el equilibrio ecológico y prestan a la población y a la producción como protección y amenidad.

Cuadro 17
Inversión nueva = 2.000 millones de bolívares a precios de 1994

Sectores		Producción inicial MM Bs.	Agricultura vegetal		Minería		Construcción	
Nº	Nombre		MM Bs.	V%	MM Bs.	V%	MM Bs.	V%
RI	Ríos	7.669	7.685	0.2	7.669	0.0	7.670	0.0
LA	Lagos y lagunas	4.533	4.533	0.0	4533	0.0	4.533	0.0
SU	Suelos	25.392	25.553	0.6	25.427	0.1	25.419	0.1
BO	Bosques	10.631	10.725	0.9	10.640	0.1	10.660	0.3
SA	Sabanas	14.384	14.586	1.4	14.424	0.3	14.398	0.1
FS	Fauna silvestre	2.324	2.325	0.1	2.324	0.0	2.324	0.0
FA	Fauna acuática	2.961	2.962	0.0	2.961	0.0	2.962	0.0
AI	Aire	1.529	1.530	0.0	1.530	0.0	1.531	0.1
MA	Mar	34.717	34.739	0.1	34.739	0.1	34.732	0.0
FM	Fauna marina	3.858	3.859	0.0	3.858	0.0	3.860	0.1
AV	Agricultura vegetal	32.111	34.344	7.0	32.114	0.0	32.126	0.0
AA	Agricultura animal	40.468	40.494	0.1	40.478	0.0	40.523	0.1
PE	Pesca	6.304	6.307	0.0	6.305	0.0	6.310	0.1
FO	Forestal	520	520	0.0	520	0.0	521	0.2
HC	Hidrocarburos	149.571	149.579	0.0	149.600	0.0	149.606	0.0
MI	Minería	27.862	27.866	0.0	29.865	7.2	27.877	0.1
MA	Manufacturas	204.194	204.280	0.0	204.267	0.0	204.557	0.2
CO	Construcción	69.302	69.308	0.0	69.388	0.1	71.319	2.9
EA	Electricidad y A	15.288	15.295	0.0	15.295	0.0	15.351	0.4
CO	Comercio, R y H	171.319	171.494	0.1	171.335	0.0	171.511	0.1
TR	Transporte	43.515	43.546	0.1	43543	0.1	43581	0.2
CO	Comunicaciones	3.352	3.359	0.2	3.354	0.0	3.366	0.4
FI	Finanzas, S e I	8.368	8.372	0.0	8.370	0.0	8.393	0.3
OS	Otros servicios	34.340	34.363	0.1	34.351	0.0	34.398	0.2
IM	Importaciones	103.294	103.350	0.1	103.322	0.0	103.406	0.1
Totales		909.809	1.020.975	12.2	1.020.212	12.1	1.020.935	12.2

Por el momento, las principales conclusiones que se pueden derivar del trabajo son las siguientes:

- El modelo deseado es factible.
- Una vez más, las cifras resultantes son meramente indicativas, sobre todo, de las relaciones entre los órdenes de magnitud de los resultados alcanzados con diferentes tipos de cambios en la demanda final.
- El presente esfuerzo no debe ser visto como un final, sino como un principio capaz de orientar investigaciones más amplias y permanentes de gran utilidad para el conocimiento de las relaciones economía-ambiente y la aplicación de las políticas correspondientes.
- De especial interés para el uso de la herramienta es el desarrollo de *software* mucho más amigable que el elaborado hasta el momento por el autor, quien no es, precisamente, un experto en la materia.

Perspectivas abiertas por la matriz ecosistémica de insumo-producto

En relación con el armado del rompecabezas, motivo fundamental del presente trabajo, la matriz de insumo-producto ecosistémica abre dos posibles e importantes campos de investigación: primero, las modificaciones en la producción y el producto de los recursos naturales y de los sectores de la economía, a partir de cambios culturales relacionados con la estructura del consumo; y segundo, las modificaciones en la producción y el producto de los recursos naturales y de los sectores de la economía, a partir de cambios tecnológicos que modifiquen la matriz de coeficientes técnicos.

Así, estaríamos en presencia de una herramienta capaz de contribuir en el mundo de las intersecciones economía-tecnología-cultura-naturaleza.

Conclusiones

El presente trabajo se inició describiendo la búsqueda de la integralidad en los análisis como un gran rompecabezas, que ha quitado el sueño a muchos durante bastante tiempo, a partir del momento en que la explicación divina del orden universal dejó de satisfacer a una cantidad creciente de humanos y empezamos a pensar que todo tiene una explicación "racional" que puede ser desmenuzada, comprendida y extrapolada.

Exploramos un poco los aportes de la sociología en esa búsqueda y detectamos algunos, presentes sobre todo en los enfoques parsonianos, marxistas y cibernéticos. Exploramos también un poco los aportes de la antropología, definida como el estudio del hombre y de sus obras, tanto materiales como inmateriales, lo que da pie para suponer que constituye una disciplina integradora por principio, aunque sus métodos, preferentemente concentrados en comunidades y grupos específicos, pareciera haberle negado una visión más amplia del conjunto.

Luego, destacamos al enfoque sistémico como la respuesta obvia y clásica al problema planteado y cómo el trabajo de Rosnay sobre el macroscopio y el de Senge sobre la quinta disciplina lo han puesto otra vez de moda. Señalamos aquí, que si bien los conceptos centrales del enfoque parecieran estar claros, su praxis resulta relativamente pobre por falta de herramientas apropiadas, circunstancia que nos induce más adelante a la audacia de rescatar algunas y proponer otras.

Como un tema que merece tratamiento aparte, nos referimos a la ecología del paisaje como un enfoque alternativo y prometedor para entrar a los análisis integrales desde arriba hacia abajo, partiendo de formas visibles y específicas en la superficie de la tierra, creadas y modificadas constantemente por las fuerzas naturales y antrópicas.

Terminado nuestro intento por ofrecer una fundamentación teórica, pasamos a los instrumentos y nos referimos al trabajo interdisciplinario

convencional, el uso de datos subjetivos, los modelos matemáticos y dos herramientas poderosas de uso múltiple: el proceso analítico jerárquico y el modelo computarizado Ithink; hecho lo cual, pasamos a plantear una propuesta propia.

En esta propuesta, las variables que integran los contenidos de lo analizado, es decir, las "piezas del rompecabezas", se resumen en indicadores, de los cuales destacamos dos grupos posibles muy comprehensivos: los del Foro Económico Mundial y los de Harmut Bossel. Esta realidad comprimida en indicadores, estas piezas del rompecabezas, para ser armadas, son volcadas en herramientas propias de lo que se ha denominado "análisis estructural", cuyos paladines más emblemáticos son Michel Godet, dentro de la planificación prospectivista y Jonathan Rosenhead, dentro de la planificación bajo presión.

En ese contexto, las herramientas por excelencia son dos. Primero, la matriz de intersecciones, en la que filas y columnas contienen las mismas variables, en tanto que cada casilla explica la relación que existe entre cada par, de una manera directa, sencilla y sin mayores pretensiones, que nos permite concentrar la búsqueda de explicaciones y nos ilumina en relación con las áreas de desconocimiento o duda.

Segundo, la matriz de impactos cruzados, donde la relación se cuantifica de manera más o menos subjetiva, dependiendo del nivel de información que se tenga, de manera tal que las sumas horizontales (indicador de determinación) nos indican la medida en que cada variable influye en las demás; y las sumas verticales (indicador de dependencia), la medida en que cada variable es influida por las demás.

El hecho de multiplicar esta matriz por sí misma repetidas veces, hasta que el orden de la determinación no varíe, permite que la matriz capte no sólo las relaciones directas entre las variables, sino también la cadena de impactos que se establece entre ellas. Por último, la representación de la determinación y la dependencia de cada variable como puntos en un gráfico de coordenadas y su mayor o menor dispersión en relación con la diagonal, proporciona una idea bastante acertada del grado en que el sistema total es más o menos "duro" para ser modificado.

En este punto afirmamos que el mecanismo más poderoso para inducir a la fragmentación artificial de las realidades lo constituye el dictado de "materias" y el abordaje por separado de las situaciones presente y futura. Frente a esta tradición, proponemos la educación a partir de problemas reales y para el cambio deseable y posible, en la que grupos de expertos

trabajen codo a codo con estudiantes cuyas tesis tienen un propósito de servicio.

A continuación, postulamos que la disciplina conocida como economía y ambiente constituye una pieza maestra del rompecabezas, una entrada magistral posible a la integralidad, afirmación que no debe confundirse con una muestra de determinismo. En ese sentido, luego de algunas consideraciones teóricas sobre la relación más amplia sociedad-naturaleza, abordamos tres técnicas para el análisis concreto: las ecuaciones política económica-calidad del ambiente, el análisis del flujo de materiales y la matriz ecosistémica de insumo-producto.

¿Y qué podemos decir después de todo el esfuerzo? Podemos decir que hemos aprendido un poquito más sobre el apasionante tema del análisis integral; hemos reunido criterios y técnicas dispersas y nos hemos atrevido a proponer algunas. La gran conclusión pudiera ser que aún falta mucho por recorrer, pero estamos en el camino.