

# Notas alrededor de la Investigación Ambiental

Julio Carrizosa U.<sup>1</sup>

*Texto de la Conferencia:*

*Fortalecimiento de la Investigación Ambiental en Colombia  
ofrecida por el Doctor Julio Carrizosa Umaña  
en el acto de lanzamiento de la Revista  
Gestión y Ambiente Volumen 8 - Número 1 de Julio de 2005  
Sede de Investigación Universitaria SIU - Universidad de Antioquia*

## 1 PROBLEMAS DE DEFINICIÓN

### 1.1. Las definiciones de “ambiente” y sus implicaciones metodológicas

Toda discusión sobre ambiente tiene que retornar hasta su definición, más si se trata de abordar la relación entre ciencia, ambiente y aplicación del conocimiento científico a los problemas de un país como Colombia. El significado común o vulgar -la vulgata del ambiente- se reduce a una equivalencia con la realidad no humana, es decir, al conjunto ecosistémico no antrópico y sus partes: aire, agua, minerales, suelos, fauna y flora, y subconjuntos como el clima y la energía. El significado se amplía un poco cuando se reconoce el deterioro de esos conjuntos, a través de procesos como los de contaminación. Al considerar los procesos, surgen definiciones más amplias que se fundamentan en los conceptos relacionales entre sociedad-naturaleza o ecosistema-cultura. En un contexto más abstracto se encuentran las definiciones que provienen de la Teoría General de Sistemas y de los pensadores holísticos, en las que el ambiente de un sistema es otro sistema interrelacionado con el anterior, o es la totalidad o es lo diferente al sujeto y a su proyecto.

Cada definición o conjunto de definiciones plantea problemas teóricos y metodológicos y presenta potenciales distintos en el contexto colombiano. En la visión tradicional, según la cual el ambiente es igual a la naturaleza no humana, las ciencias relacionadas incluyen desde la botánica, la zoología, la astronomía y la geología, hasta la ecología y la climatología. En el ámbito anglosajón positivista, éstas se denominan “ciencias ambientales” y han dado lugar a múltiples programas de investigación en los que se busca establecer metodologías interdisciplinarias dentro de las ciencias físicas y naturales, como se ha hecho, por ejemplo, desde el Programa Internacional Geosfera-Biosfera<sup>1</sup>. Los problemas principales en estas aproximaciones tienen que ver con las diferencias entre la escala del laboratorio y las escalas de la realidad, y con las contradicciones metodológicas entre las ciencias físicas y las biológicas no humanas.

En las definiciones amplias y complejas que incluyen lo humano y lo social, los problemas teóricos son mucho mayores y conciernen a la brecha epistemológica existente entre ambos

*I. MSc. Ingeniero Civil. Miembro de Número de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.*

*1. Este programa fue creado en 1986 por el International Council for Science (ICSU), como uno de los cuatro ejes de investigación sobre el cambio ambiental global, junto con el Programa Internacional sobre Dimensiones Humanas del Cambio Global, el Programa de Investigación sobre el Clima y el Programa de Ciencia de Biodiversidad.*

2. Mientras el concepto de capacidad de carga analiza los factores físico-bióticos que determinan la supervivencia de una población de especie dada en un medio rural cerrado, el concepto de sostenibilidad estudia los factores socioeconómicos y culturales que permiten la existencia de un proceso heterogéneo en sistemas urbanos-rurales abiertos.

3. Aunque la relación entre la totalidad y sus partes ha acompañado el pensamiento filosófico (Aristóteles, Galileo, Hegel), fue Ludwig von Bertalanffy quien expuso la idea de la Teoría General de Sistemas en 1930, según la cual todo sistema es abierto, es decir que intercambia información con el medio ambiente como cualquier sistema vivo.

4. El llamado paradigma de la complejidad constituye una nueva racionalidad, que se rebela contra la visión lineal de los fenómenos, y promueve un nuevo enfoque, cuya base es el reconocimiento de la no linealidad, la irreversibilidad y el desorden, esencias de la transformación continua. Por supuesto, el enfoque complejo se contrapone a los supuestos científicos clásicos (Bacon, Descarte, Newton); fractales, estructuras difusas, estructuras disipativas o el no equilibrio (Ilya Prigogine, Premio Nobel en 1977) caos, verdades nómadas (Capra, Morn, Castoriadis, entre otros).

5. Este programa comenzó a funcionar en 1971, reconociendo que la relación entre hombre y biosfera está signada por el conflicto entre la conservación y el uso de los recursos naturales. En 2000, después del debilitamiento del programa, le fue asignada la misión de promover la visión de ecosistemas, según lo establecido por la Convención sobre Biodiversidad.

6. El Instituto Santa Fe es un centro de pensamiento para la sociedad y la ciencia del futuro. A través de un trabajo interdisciplinario se desarrollan y se promueven nuevas ideas, que influyen notablemente en la financiación y definición de temas de investigación y, en general, en las decisiones nacionales de Estados Unidos. El carácter estratégico de su actividad supera el enfoque prospectivo, por lo cual siempre se integra lo social y lo natural.

7. Comenzó a funcionar en 1990, bajo el auspicio del International Social Science Council, orientado al estudio de las dimensiones humanas (HDP). En 1996 se sumó el ICSU como co-auspiciador y el marco de actividad se restringió a las incidencias del cambio global

conjuntos. Si en la mayoría de las ciencias humanas y sociales, se ha llegado a la conclusión de que sus posibilidades están lejos de explicar y predecir, y que sus metas no deben pasar del comprender, entonces ¿cómo hacer trabajo interdisciplinario con las ciencias físicas, cada vez más seguras de poder encontrar las leyes de todo lo existente?

Mi opinión, en el contexto de Colombia, es que cada aproximación científica en lo ambiental tiene un campo de trabajo y cumple con una necesidad. La botánica está lejos de terminar con su tarea; la climatología y la ecología tienen mucho que explicar todavía, pero necesitamos las ciencias de la complejidad y de la sustentabilidad, ciencias que van más allá de las disciplinas y que tratan de ver amplia y profundamente, para comprender el país.

## 1.2. Praxis de las ciencias ambientales no humanas en Colombia

En la crisis actual de Colombia, las ciencias ambientales no humanas o ciencias de la tierra tienden a tener baja prioridad; no se entiende claramente que saber más acerca de la naturaleza puede tener importancia dentro de la guerra. Las aproximaciones más frecuentes tienen que ver con el uso económico de la naturaleza, y con los beneficios que podrían surgir de un conocimiento mayor sobre la geología o la botánica para hacer más productivos los sistemas de explotación agrícola y minera. Con la promoción del concepto de biodiversidad es común el discurso acerca de la necesidad de ampliar la información sobre las especies que se encuentran en el territorio colombiano; pero, aún en esta línea, es muy difícil encontrar fondos para investigaciones taxonómicas y menos para desarrollos tecnológicos dirigidos a diseñar o a refinar productos fundamentados en la biodiversidad. Hasta los problemas teóricos y metodológicos de mayor resonancia internacional adolecen de escasa atención en Colombia; es el caso de las discusiones que gulan la investigación sobre el efecto invernadero y que hacen parte de la agenda de los países que participan en los Programas de Investigación del Cambio Global, entre ellos el Programa Internacional Geosfera-Biosfera, IGBP.

En los últimos años la acción de los institutos de investigación adscritos o vinculados al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la Dirección de Ecosistemas del mismo Ministerio y las Corporaciones Regionales, así como decenas de Organizaciones No Gubernamentales han realizado investigaciones en relación con el estado de los ecosistemas y con las posibilidades de mitigación de impactos ambientales. La unidad de Parques Nacionales ha avanzado en la introducción de los métodos utilizados por la biología de la conservación y el enfoque ecosistémico en el estudio y manejo de las áreas protegidas. En estas últimas actividades se ha intentado la aplicación del concepto de capacidad de carga<sup>2</sup> propuesto por la ecología cultural moderna y por la antropología tanto para el diseño del manejo de la vida silvestre como, en general, en el estudio de las relaciones entre población y medio ambiente. También se ha despertado cierta inquietud por saber cómo la crisis político-económica ha afectado la estructura y la composición de los ecosistemas, pero asuntos tan importantes como el efecto real de las fumigaciones todavía no han encontrado ni fondos ni personal suficientemente interesado.

## 1.3. El paradigma de la complejidad: desde la teoría general de sistemas hasta los conceptos de robustez en las redes ecológicas y sociales

En las ciencias ambientales no tradicionales, lo natural y lo social se integran a los objetivos de estudio, con la aspiración de comprender la totalidad del ambiente. Para solucionar los graves problemas cognitivos inherentes al tratamiento conjunto de lo humano y lo no humano, se ha apelado primero a la Teoría General de Sistemas<sup>3</sup> y, luego, al llamado Paradigma de la Complejidad<sup>4</sup>. El Programa de la UNESCO sobre Hombre y Biosfera<sup>5</sup> abrió un poco el camino pero, al debilitarse, se truncó una iniciativa que no ha podido ser retomada integralmente por otros, aparte de algunos esfuerzos como los realizados por el Instituto Santa Fe<sup>6</sup> en Nuevo México y el Programa Internacional de Dimensiones Humanas sobre el Cambio Global –IHDP<sup>7</sup>.

En América Latina se ha visto claramente la necesidad de estudiar la totalidad del ambiente: lo físico, lo biótico, lo humano y lo social. El primer modelo que trató de entrelazar lo físico con lo

económico, Los Límites al Crecimiento del Club de Roma<sup>8</sup>, fue seguido muy rápidamente por el modelo natural-social construido por el Grupo de Bariloche en la Argentina<sup>9</sup>. Posteriormente, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la Oficina de México del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Centro Iberoamericano de Formación Ambiental (CIFCA) auspiciaron varios grupos que continuaron en esa línea de investigación, pero con escasos recursos.

La aproximación compleja ha tenido en un científico y epistemólogo latinoamericano, el argentino Rolando García, un exponente valioso que ha aclarado muchos problemas metodológicos a través de sus estudios sobre África. En Colombia, el Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo (IDEADE) con sede en la Universidad Javeriana y el Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional, desde su fundación, han tratado de afrontar estos problemas desde lo experimental y desde lo conceptual, respectivamente.

En los últimos años, el grupo de Edgard Morin y el Instituto Santa Fe han logrado los mayores avances en el estudio de ambientes con la perspectiva naturaleza-sociedad. Para Morin, la complejidad antroposocial está explicada por su base biológica y por los imaginarios propios de la época, entre ellos, el mito del progreso.

Por su parte, el Instituto Santa Fe se ha dedicado a plantear metodologías y estudios específicos dentro del paradigma de la complejidad; con la Universidad Politécnica de Cataluña y varias universidades norteamericanas, actualmente auspicia una serie de estudios matemáticos sobre evolución y robustez de redes ecológicas y redes sociales, a la vez que continúa con la investigación sistemática sobre la relación entre comportamiento individual y social, y sobre los procesos de degradación ambiental. Estos dos tipos de aproximaciones podrían hacer aportes significativos, si no a la solución, sí a la comprensión de la crisis integral de Colombia.

#### **1.4. Las ciencias de la sostenibilidad: los conceptos de resiliencia y de adaptación**

Tanto la Conferencia de Estocolmo (1972) como la posterior construcción del concepto de desarrollo sostenible, dieron origen a varias líneas de investigación inter y multidisciplinarias entre las ciencias biológicas y las ciencias económicas. La economía ambiental constituyó una primera aproximación, en lo que podría interpretarse como un intento de reforma o ampliación del modelo neoclásico. Irrumpió después la economía ecológica, conjugando los conceptos de la termodinámica, la ecología y la economía en el diseño de modelos que tratan de explicar los sistemas ambientales de manera integral. Recientemente, otros grupos de investigación han insistido en la ecología política como una forma de comprender el problema y de diseñar soluciones.

Paralelamente, desde finales de los 1970, los ecólogos sistémicos han estado diseñando metodologías para afrontar el azar y la incertidumbre que caracterizan la relación entre naturaleza y sociedad, acogiendo conceptos claves de la biología tales como resiliencia, evolución adaptable y gestión adaptativa.

Recientemente, un grupo de científicos ha propuesto que todos estos esfuerzos converjan para conformar un nuevo conjunto científico: el de la ciencia de la sostenibilidad. Para ellos, dos docenas de científicos extraídos de las ciencias naturales y de las ciencias sociales, la ciencia de la sostenibilidad "busca mejorar la substancial pero todavía limitada comprensión de las interacciones naturaleza-sociedad... esto requerirá avances mayores en nuestra habilidad de analizar y predecir el comportamiento de sistemas complejos autoorganizables. Por estructura, contenido y método la ciencia de la sostenibilidad debe diferir fundamentalmente de la ciencia como la conocemos hoy"<sup>10</sup>.

#### **1.5. La teoría general de procesos y sistemas**

En Colombia y en el marco de la Misión Ciencia y Tecnología (1990), Carlos Eduardo Vasco ha propuesto, desde las matemáticas, la Teoría General de Procesos y Sistemas que aspira

(IHDP). Su actividad se orienta al estudio del cambio ambiental, sus causas y su incidencia en la seguridad humana, dentro de una perspectiva global, pero también mediante aproximaciones específicas a las llamadas áreas prioritarias del planeta: zonas de producción agropecuaria intensiva, zonas costeras y centros de alta industrialización.

8. Según el Informe, presentado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) en 1972, los límites al crecimiento son esencialmente físicos – agotamiento de los recursos naturales no renovables, menor disponibilidad de suelos con potencial agrícola y menor fertilidad por contaminación– por lo cual la solución radicaría estrictamente en los controles al crecimiento de la población y a la evolución de la economía, dentro de un enfoque que se ha considerado esencialmente neomalthusiano.

9. Como respuesta al informe del MIT, la Fundación Bariloche diseñó un Modelo Mundial con enfoque latinoamericano, en el cual se sostiene que los límites eran inherentes al mismo modelo de desarrollo capitalista, consumista, inequitativo y concentrador. Sólo cambiando este modelo podría pensarse en un mundo mejor.

10. Según el Instituto para las Ciencias de la Sostenibilidad en Latinoamérica y el Caribe, explorando las interacciones entre comunidades y recursos específicos (agua, bosques), pueden promoverse regiones sostenibles. Otros científicos han comenzado por investigar la vulnerabilidad de los sistemas ambiente-sociedad, dentro de lo que la Universidad de Harvard califica como "Investigación de transición hacia la sostenibilidad".

a "disponer de herramientas conceptuales que ayuden a simplificar lo excesivamente complejo sin trivializarlo, a analizar lo múltiple sin destruir la totalidad, a iluminar lo oscuro sin olvidar el papel de las sombras y a ampliar el campo visual sin perder la visión de profundidad". En ese marco teórico, Vasco propone un metalenguaje que, fundamentado en el uso de la palabra proceso, permita la colaboración de varias disciplinas en la comprensión de situaciones complejas como las ambientales.

Esta aproximación se ha mostrado útil en la práctica de las evaluaciones de impacto, en la elaboración de diagnósticos y en la pedagogía de lo ambiental. El uso de la palabra proceso no sólo permite abordar los análisis por encima de los lenguajes sectoriales y disciplinarios, sino que también induce el tratamiento dinámico continuo, semejante a la realidad. Problemas de extrema complejidad como la crisis colombiana podrían comprenderse con mayor facilidad dentro de este esquema teórico.

### **1.6. Los conceptos de escasez ambiental y de vulnerabilidad**

11. *Desde 1990, el Grupo de Toronto, encabezado por Thomas Homer-Dixon, se ha concentrado en el estudio de la escasez de recursos naturales renovables, como fuente de conflicto en comunidades específicas. En este contexto, la escasez ambiental es la causa inicial o principal de los conflictos, aunque suele ocultarse detrás de otros factores ideológicos, políticos o étnicos. Sostienen también que estos conflictos tienden a ser exclusivamente locales o nacionales, afectando principalmente a los países pobres, que dependen de los recursos naturales.*

12. *"Para poder integrar humanos y otras especies vivientes, así como varios procesos materiales, en un mismo paradigma, proponemos aplicar el método de "sistemas complejos" a las dinámicas socio-naturales ... en lenguajes independientes de disciplinas específicas ... conceptualizando la interacción entre los fenómenos en diferentes escalas espacio-temporales, viendo los fenómenos largos y estables como el resultado de interacciones inestables entre entidades más pequeñas" (van der Leeuw, 2000).*

13. *El enfoque sistémico marcó el trabajo de Gallopin en el Programa de Desarrollo Sostenible del Instituto Ambiental de Estocolmo y así lo ha continuado como asesor de Políticas Ambientales en la CEPAL. El Grupo de Estocolmo inició en 1995 un programa de investigación para conciliar las metas de desarrollo con las ambientales, utilizando una metodología de escenarios, mediante la cual se exploran las acciones que deberían adoptarse para un determinado futuro global deseable.*

Durante los últimos años algunos ambientalistas han estudiado con más detalle la relación entre lo social, lo político y lo ecológico en situaciones de crisis, estableciendo nuevas metodologías y criterios de análisis que pueden ser de importancia para Colombia. Los trabajos del profesor Thomas Homer-Dixon, de la Universidad de Toronto<sup>11</sup>, han conducido a la definición del concepto de escasez ambiental como uno de los posibles factores de las guerras internas.

Otros autores que participan en el Proyecto Internacional sobre Dimensión Humana del Cambio Global -IHDP, trabajan alrededor del concepto de vulnerabilidad, como eje de los estudios sobre crisis sociales agudas y, en especial, sobre situaciones de hambrunas y migraciones obligadas en Asia y en África. A este respecto, el concepto de vulnerabilidad social y económica se considera más útil que el de pobreza y muy relacionado con el de grado de resiliencia de los ecosistemas. En el mismo sentido, el profesor Sander van der Leeuw<sup>12</sup>, de la Universidad de París I, ha presentado una interesante propuesta metodológica para el estudio integrado de los fenómenos socio-naturales.

### **1.7. La ecología del paisaje y el concepto de biorregión en la planificación ambiental**

Otro enfoque de estudio integral del ambiente se encuentra en varias metodologías dirigidas a introducir la dimensión ambiental en los procesos de planificación. En Colombia, resaltan los esfuerzos realizados en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC- y el IDEADE para hacer operativo el concepto de ecología del paisaje, al utilizarlo como instrumento didáctico y para la planificación en varias regiones del país. El Ministerio del Medio Ambiente y el IDEA también incorporaron enfoques de análisis integral en los dos últimos Planes de Desarrollo y en el proyecto de elaboración de un Plan Ambiental Decenal. De otra parte, en los ejercicios regionales de planificación ambiental colectiva, el Ministerio, las Corporaciones Regionales y la academia han utilizado los conceptos de ecosistemas y ecorregiones estratégicas, hasta incorporarlos en los Planes de Acción Anual y en los Planes de Gestión Regional.

En el plano internacional, la CEPAL avanza en la construcción de instrumentos más precisos y amplios de planificación bajo el concepto de biorregión, en tanto que Gilberto Gallopin continúa los análisis sobre desarrollo sostenible con enfoques sistémicos<sup>13</sup>, y las teorías del desarrollo global en el contexto de la "nueva economía geográfica" abren nuevos espacios de discusión en Europa.

### **1.8. La formación ambiental y la innovación**

Desde la década de los 1970, las ingenierías ambientales han abierto un nuevo espacio en la academia y en la gestión ambiental, muy unidas a las ingenierías sanitarias y de aguas. El concepto de desarrollo limpio, auspiciado en los dos últimos planes nacionales de desarrollo, ha fortalecido el enfoque tecnológico ambiental en otras líneas de ingeniería, como la mecánica, la química y la civil y en algunos grupos de diseño industrial, arquitectura y agronomía.

El concepto de innovación tecnológica ambiental avanza también en el sector privado, con el apoyo de los centros y redes de producción limpia. De otra parte, numerosas universidades, agrupadas en la Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe<sup>14</sup>, promueven nuevas líneas de formación e investigación, particularmente en las áreas de salud y derecho ambiental.

En tanto que el desarrollo tecnológico responde a saberes, problemas y complejidades específicas de nuestro medio, las innovaciones ambientales pueden constituir un activo muy importante para atender los procesos de deterioro ambiental, mejorar las condiciones de vida de la población y entrar con ventaja a los mercados verdes de bienes y servicios.

### **1.9. La historia, la filosofía y la política en la comprensión de las relaciones entre ambiente y desarrollo**

Desde la década de los 1970, Colombia y otros países de América Latina se interesaron en las discusiones sobre los conceptos ambientales y su relación con el desarrollo. En el Código Ambiental<sup>15</sup> colombiano surgió, tal vez por primera vez, la visión de lo ambiental como el conjunto de lo ecológico, lo económico y lo social. El Profesor Augusto Angel es pionero en el análisis de las relaciones del pensamiento ambiental con diferentes corrientes filosóficas<sup>16</sup>. La historia ambiental se ha incorporado a la investigación universitaria, en tanto que lo político ha sido tratado con mucha seriedad por los grupos ambientalistas.

En el contexto internacional son numerosas las aproximaciones que ligan el pensamiento ambiental con problemas éticos, económicos y políticos. Por ejemplo, el World Wild-Life Fund, WWF, ha estudiado varios casos de aplicación de las políticas neoliberales de ajuste estructural y sus relaciones con el ambiente físico-biótico. La Universidad Autónoma de Barcelona lidera en Europa el tema de ecología política<sup>17</sup>. Guimarães (2001) en la CEPAL insiste en que el concepto de desarrollo sostenible no se entiende sin consideraciones éticas. Leff, Escobar y O'Connor proponen nuevas formas de ver la sostenibilidad en el nivel local<sup>18</sup>.

Este tipo de investigación-acción concita el interés de grupos políticos que se apoyan en el pensamiento ambiental para plantear alternativas al proceso de paz que vive Colombia, lo cual puede constituirse en un aporte muy interesante.

## **2. PROBLEMAS METODOLÓGICOS**

### **2.1. Algunas cuestiones epistemológicas**

Si la sostenibilidad territorial se define a partir de las potencialidades de un lugar para mantener o reforzar procesos de vida, uno de los grandes retos se encuentra en la prospección ambiental y de la sostenibilidad. Sin embargo, las formalizaciones teóricas y metodológicas varían según la línea epistemológica que se utilice.

Ante la complejidad de los temas, no es posible emplear el método científico-positivista sin que se pierda la integralidad, por lo cual es preciso apelar a instrumentos y conceptos muy variados. Algunos grupos científicos han propuesto metodologías que exceden el marco establecido por disciplinas como la econometría y la termodinámica, con el fin de resolver problemas asociados a la sostenibilidad, entre ellos, la coexistencia de escalas diferentes en la relación entre lo global y lo local, y las discontinuidades que presenta el comportamiento humano y social en el tiempo y el espacio, representables en funciones no lineales y de grados extremos de variabilidad.

En el caso de la ecología Holling distingue dos corrientes principales: la analítica y la integradora, formas que difieren en ocho atributos, según la Tabla 1.

14. Se inició en 1981, dentro del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

15. Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente (Decreto 2811 de 1974).

16. El último libro, "El retorno del Icaro" (2001), compendia el pensamiento de Angel Maya y expone la visión ambiental desde las diferentes corrientes filosóficas.

17. El Grupo de la Universidad Autónoma de Barcelona, encabezado por Joan Martínez Alier ha reforzado el enfoque de ecología política abordando temas como la relación entre la deuda ecológica y la deuda externa de los países en desarrollo (2003), y los conflictos ambientales históricos y actuales ("La ecología de los pobres", 2003).

18. Según Enrique Leff (2001), las políticas de la localidad construyen "una globalidad alternativa desde la especificidad de los ecosistemas, la diversidad cultural y la autonomía de las poblaciones locales". Escobar (1997) reivindica el valor del lugar, como categoría territorial que explica el qué hacer y el sentir de sus habitantes. O'Connor (1994) insinúa la importancia de lo local, frente a la crisis del capitalismo.

**Tabla 1**  
*Comparación de las dos corrientes de la ecología*

Atributos	Analítica	Integradora
Filosofía	Estrecha y Enfocada	Amplia y Exploratoria
Organización Percibida	Interacciones Bióticas	Interacciones biofísicas
	Ambiente Constante	Auto-organización
	Una sola escala	Múltiples escalas
Causalidad	Una y separable	Múltiples y solamente separables parcialmente
Hipótesis	Unas y separables No rechazo de falsas hipótesis	Hipótesis múltiples en competencia Separación entre hipótesis en competencia
Incertidumbre	Eliminar incertidumbre	Incorporar incertidumbre
Estadística	Estadística Standard Experimental Preocupación con hacia Errores ( no rechazar la proposición Tipo I ( rechazo de la proposición cuando es falsa) cuando es verdadera)	Estadística Avanzada Preocupación con Errores Tipo II
Objetivo de Evaluación	Evaluación por pares para lograr acuerdos unánimes	Evaluación por pares, discernimiento para alcanzar consensos parciales
Peligros	Lograr la respuesta exactamente correcta para la pregunta equivocada	Lograr las preguntas exactamente correctas pero respuestas inútiles

Fuente Holling (1998)<sup>19</sup> Versión y traducción de Carnicosa (2005)

Algunas de estas nuevas soluciones insisten en la línea estructuralista, tratando de buscar lo que está más allá de la apariencia; otras aspiran a profundizar en el funcionamiento de los procesos; y las más cercanas a las ciencias sociales se enfocan en los conflictos que dinamizan las interrelaciones naturaleza-sociedad y apelan a métodos dialécticos. De esta forma, los estructuralistas indagan el qué, los funcionalistas el cómo y los dialécticos él por qué. Sin embargo, en la prospección de situaciones complejas ninguna de las tres preguntas puede olvidarse y, entonces, es necesario considerar metodologías multiepistemológicas que respeten los puntos de vista estructuralistas, funcionalistas y dialécticos.

19. Holling, C.S. ( 1998) *Two Cultures of Ecology. Conservación Ecología ( online) 2 (2):4. Citado por Gallopin, Gilberto ( 2001) *Science and Technology, sustainability and sustainable development. Documento de CEPAL LC/R. 2081**
20. Gibbons, Michael et al (1994) *The New Production of Knowledge: the Dynamics of Science and Research In Contemporary Societies. Sage. London*

Casi todos los grupos científicos interesados en el tema concuerdan en la necesidad de un tratamiento interdisciplinario o, por lo menos, multidisciplinario; la experiencia de quienes han realizado este tipo de trabajo apunta hacia la necesidad de establecer lenguajes comunes, que disminuyan los conflictos originados en el significado de las palabras que se emplean. Algunos de estos problemas dieron lugar a la conceptualización de un Modo Dos de investigación, presentada por Michael Gibbons y un grupo de investigadores en 1994<sup>20</sup>. El Modo Dos de investigación se identifica por cinco características: su integralidad temprana y continua con la posibilidad de aplicación, la intervención de múltiples actores interesados que aportan destrezas y experticias heterogéneas en un ambiente institucional flexible y poco jerarquizado, transdisciplinariedad que

facilite aportes intelectuales no reducibles a estructuras disciplinarias, sujeto a rendiciones de cuentas y a evaluaciones tanto por parte de los individuos como de las instituciones y las sociedades, posibilidad de un control de calidad que incluya comparaciones con valores sociales

En una línea semejante, una de las propuestas más adecuadas es la contenida en La Teoría General de Procesos y Sistemas de Carlos Eduardo Vasco (Vasco, 1996); allí, la metodología de análisis y acción se basa en la definición de procesos, un metalenguaje, cuya abstracción favorece el trabajo conjunto de diversas disciplinas. También son interesantes las propuestas metodológicas de Rolando García en sus análisis de sistemas complejos, en especial, las recomendaciones sobre la necesidad de plantear preguntas guía, y sobre la composición y secuencia de los grupos de trabajo.

En todas estas aproximaciones metodológicas subsisten los problemas relativos a la complejidad de la conducta humana, problemas afrontados por las ciencias humanas y sociales que deben ser tenidos en cuenta en cualquier análisis de las totalidades ambientales. Estos problemas surgen de las diferencias epistemológicas entre las principales corrientes de estas ciencias: marxismo, neoclasicismo, conductismo, etc; tienen su propio enfoque explicativo de las acciones y reacciones humanas a las cuales es necesario agregar las explicaciones que surgen de la biología y de la psicología. A lo largo de la historia de la psicología, la economía, la sociología y la antropología se han construido decenas de hipótesis, muchas de ellas contradictorias, para tratar de explicar y, en algunos casos, de predecir, la conducta humana. Cuando se conforma un grupo multidisciplinario de investigación, los economistas, sociólogos, psicólogos o antropólogos que intervienen, traen consigo alguna de estas líneas explicativas y, naturalmente, introducen sesgos a favor de su hipótesis favorita. La transdisciplina que propone Gibbons en el Modo II de investigación recomienda ir más allá de estos sesgos disciplinarios. Una aproximación indisciplinada supondría, por lo menos el reconocimiento explícito de estos sesgos y, si es posible, la inclusión de sesgos opuestos para lograr análisis equilibrados. Al respecto son útiles las organizaciones y tipificaciones cognoscitivas que propone John Elster en varias de sus obras<sup>21</sup>, las cuales facilitan la percepción de las diferentes líneas ideológicas, como se ve en la Tabla 2. El tipo de análisis de Elster, profundo e incluyente de todas las versiones, rescata el papel de comportamientos irracionales y proporciona argumentos que permiten ver las falencias de líneas aparentemente concluyentes como la de opción racional. Las emociones, las creencias, los deseos, la información y la acción recobran su papel y se hacen visibles sus interrelaciones. Las ciencias cognitivas han abierto nuevas formas de profundizar en estos temas al unir en el concepto de modelo mental lo biológico, lo psicológico, lo social y lo cultural. Las neurociencias, entre ellas la neuropsicología y la neuroendocrinología, permiten aproximarse a establecer concretamente las relaciones entre el comportamiento humano y su medio ambiente físico, biológico y socioecultural.<sup>22</sup>

	Física	Biología	Ciencia Social
¿Se aplica la explicación causal?	SI	SI. Explicación subfuncional Explicación suprafuncional	SI. Explicación Subintencional Explicación Supraintencional
¿Se aplica la explicación funcional? (beneficios, adaptación, selección, evolución)	NO	SI	?
¿Se aplica la explicación intencional?	NO	?	SI

Fuente: Elster, John. (1997) *El Cambio Tecnológico*. Gedisa. Barcelona

**Tabla 2.**  
*Explicaciones y ciencias*

21. Ver, por ejemplo, Elster, John (1997) *Economics*. Gedisa, Barcelona y Elster, John. (1999) *Alchemies of the Mind. Rationality and the Emotions*. Cambridge University Press. Cambridge. U.K.

22. Ver Dortier, Jean-François (Coordinador) (2003). *Le cerveau et la Pensée. La révolution des Sciences Cognitives*. Edición Sciences Humaines. París.

Sin duda, el problema de fondo es la incertidumbre que rodea todas las predicciones acerca del comportamiento de sistemas complejos que reúnen aspectos ecológicos, económicos y sociales. En este campo sobresale el concepto de evaluación y manejo adaptativo, promovido por el grupo de ecólogos sistémicos que trabaja con el auspicio del International Institute for Applied Systems Analysis (Holling, 1978); postulan que, si la incertidumbre impide predecir, la mejor solución es aumentar la comprensión del pasado y el presente de la situación, formalizar dicha comprensión conformando modelos conceptuales, transformarlos en modelos matemáticos a medida que se acopie más información, e institucionalizarlos, dejando modelos abiertos, sujetos a actualización periódica; así, la incertidumbre se reduce por efecto de la investigación científica. Estos modelos, luego, deben ser utilizados como guía de una gestión adaptable y en la evaluación continua de las políticas y estrategias.

Una prospección se visualiza integralmente a través de la construcción de escenarios. En la mayoría de métodos, se resalta el doble papel de la participación: aportar conocimiento tradicional sobre el pasado y el presente, e intercambiar expectativas sobre los futuros deseados. El hecho de que cada participante actúa de acuerdo a sus modelos mentales individuales y profesionales (Dijk, 1999) y teniendo en cuenta los intereses de quienes representa, agrega mayores dificultades a la prospección; con el objetivo de que el ejercicio de participación sea transparente, debe cuidarse tanto el equilibrio de intereses dentro del grupo, como las reglas de juego para la interpretación de los sesgos ideológicos, éticos y estéticos (Carrizosa, 2001). El concepto de ética discursiva de Habermas ayuda a despejar estas situaciones (O'Hara, 1996).

Finalmente, algunas metodologías hacen énfasis en el dilema entre las posibilidades reales y la voluntad para construir el futuro. Si bien la retórica de la participación induce al entusiasmo, existe el peligro de perder de vista los procesos exógenos de tipo físico-biótico, cultural o institucional, que imponen limitaciones o restricciones a un lugar o a un país; por ejemplo, el cambio climático global, los modelos ideológicos predominantes y la fijación de precios internacionales.

En el caso colombiano la extrema complejidad del medio físico-biótico y la simplicidad de lo sociopolítico plantean la necesidad de establecer modelos que mejoren la comprensión de la situación. Al respecto incluyo en esta ponencia un esquema metodológico preliminar, como ejemplo de tratamiento integral del tema ambiental territorial, en el contexto de la sostenibilidad.

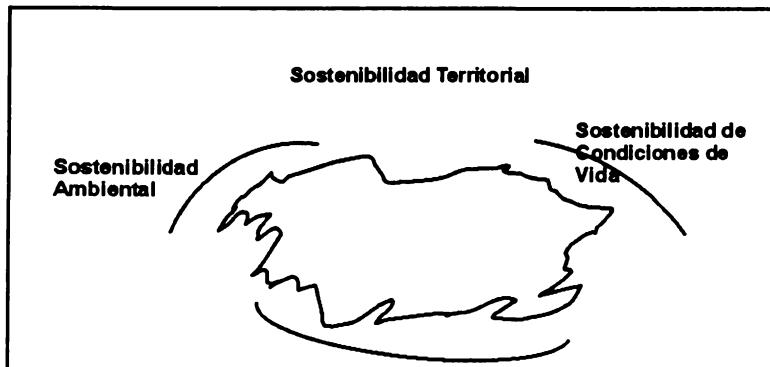


## 2.2 Definición de un Modelo Ambiental Complejo

### 2.2.1. Sistemas, subsistemas, procesos e indicadores

En esta metodología se visualiza el territorio de Colombia como un macrosistema, dividido en sistemas regionales y subsistemas municipales. En cada una de estas escalas es posible evaluar la sostenibilidad mediante el análisis de uno o más procesos que ilustren la dinámica del proceso-objetivo: mejoramiento o empeoramiento de las condiciones de vida. Entonces, la sostenibilidad del proceso define la sostenibilidad del territorio que, en nuestra propuesta, equivale a la sostenibilidad ambiental del lugar.

La sostenibilidad de un proceso depende del comportamiento y las tendencias de las variables biofísicas por una parte y, por otra, las sociales, las económicas, las políticas y todas aquellas que identifican y cualifican la sociedad de un territorio, las cuales responden a lo que llamamos, en general, las variables culturales.



**Figura 1.**  
Relaciones entre medio ambiente, condiciones de vida y sostenibilidad territorial

Macrosistema, sistemas y subsistemas pueden describirse mediante indicadores, a partir de los cuales se deducen los procesos más significativos. Así, podrán identificarse diferentes tipos de procesos, tales como de degradación biofísica, productivos, de crecimiento de la población, políticos u otros; habrá procesos propios del lugar y habrá procesos de origen esencialmente exógeno - del macrosistema o del contexto internacional o planetario- que ejercen una influencia marcada, por ejemplo, los procesos de producción para la exportación o los fenómenos atribuidos al cambio climático<sup>23</sup>.

### 2.2.2. Relaciones e interrelaciones entre procesos

Las conexiones entre los procesos identificados se ilustran mediante esquemas de relaciones. Sin embargo, es posible que, para aclarar ciertas relaciones, sea necesario introducir procesos auxiliares en los esquemas; por ejemplo, sería útil considerar el empobrecimiento, como un proceso socioeconómico que enlaza los procesos de erosión y crecimiento de la población rural. Algunas de estas relaciones obran en un solo sentido, pero la mayoría constituye enlaces de doble vía, de tal forma que el proceso causado también afecta hacia atrás a su proceso causal; éstas son las interrelaciones de procesos, en sentido estricto.

En la definición de relaciones e interrelaciones intervienen, necesariamente, razones de orden ideológico. Estos sesgos ideológicos pueden presentarse en forma de "modelos" de apariencia científica o técnica, cuyos supuestos no siempre se hacen explícitos; de ahí la importancia de explicar tanto los argumentos como sus raíces ideológicas (Carrizosa, 2001) o sus referentes bibliográficos –por ejemplo, teorías o modelos.

### 2.2.3. Conjuntos, estructuras y nudos

Con los esquemas de relaciones se facilita la identificación de conjuntos de procesos que comparten interrelaciones y conforman cadenas, estructuras y nudos (Carrizosa, 2001); su interpretación también dependerá de las raíces ideológicas y podrá ser motivo de divergencias profundas entre los investigadores<sup>24</sup>.

Con las interrelaciones más fuertes (Holling, 1978; Gallopin, 2000) se determina la estructura, es decir, el conjunto de procesos que explica la situación y tendencias ambientales de un territorio. Para evitar que se descarten interrelaciones o procesos críticos de la estructura, debe tenerse en cuenta que una de las características de los modelos ecológicos y sociales es que son discontinuos en el tiempo y el espacio (Holling, 1978; Gallopin, 2000).

En la Tabla 2 se propone una estructura de procesos para Colombia, cuya lectura no puede ser simplemente horizontal o vertical, sino que debe hacerse de manera intuitiva, explorando posibles relaciones para identificar conjuntos y procesos especialmente críticos en un momento dado. A partir de esta tabla pueden deducirse, entonces, conjuntos de procesos como los que se resumen en la Tabla 2<sup>25</sup>, que pueden caracterizar la situación de algunos territorios y sus comunidades.

23. En Carrizosa (1983 y 2001) se presentan diferentes tipos de procesos, según los fenómenos que agrupan.

24. Para la resolución de divergencias puede ser interesante el apelar al concepto de mapa conceptual (Gallopin, 2000).

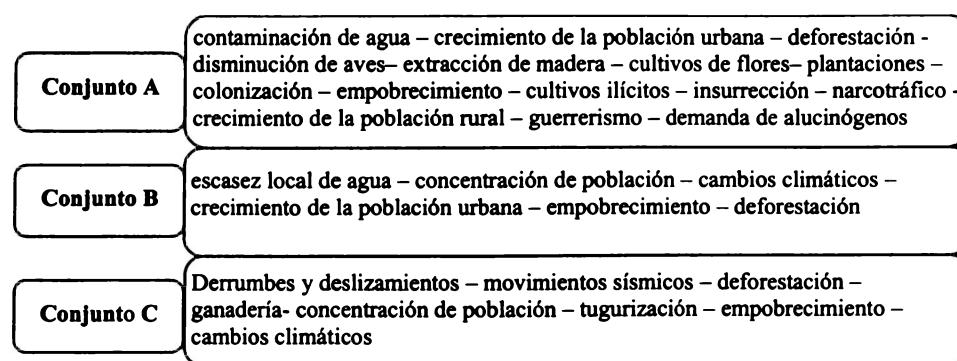
25. La posición de cada uno de los procesos en el respectivo conjunto no debe interpretarse como eslabón de una cadena, sino como elemento de un conjunto en el que las interrelaciones son múltiples y en diversas direcciones.

**Tabla 2.**  
Algunos tipos de procesos identificables en Colombia

	Procesos de deterioro biofísico	Procesos de producción	Procesos de asentamientos humanos	Otros procesos socio económicos	Procesos políticos	Procesos biológicos y culturales	Procesos exógenos
Transformación de ecosistemas		Minería de oro	Urbanización	Gasto e inversión privada	Gasto inversión pública	Crecimiento población urbana	
Derrumbes deslizamientos		Ganadería	Colonización	Empobrecimiento	Apertura importaciones		Movimientos sísmicos
Escasez local de agua		Flores	Tugurización	Injusticia social		Crecimiento población rural	Cambios climáticos
Contaminación de agua	Cultivos ilícitos			Narcotráfico	Insurrección	Guerrerismo	Modelos ideológicos
Deforestación	Extracción de madera			Enriquecimiento	Promoción exportaciones	Consumismo	Precios internacionales
Generación de residuos			Concentración de población	Inseguridad			Demanda alucinógenos
Disminución de peces		Pesca		Productividad			
Disminución de aves	Plantaciones (banano, palma)						
Contaminación del aire		Transporte					

Cuando en un proceso se concentran muchos flujos de interrelaciones con otros procesos, se configuran nudos de gran complejidad; es en éstos en donde debe concentrarse la atención de los investigadores y los hacedores de políticas, y en donde deben priorizarse las posibles acciones para reforzar, retardar o revertir procesos.

**Tabla 3.**  
La complejidad de algunos territorios, explicada por conjuntos de procesos



Finalmente, el análisis de la estructura de procesos aporta el diagnóstico del territorio, en un sentido dinámico y complejo, que apunta no sólo a las cifras de indicadores, sino a los procesos implícitos y explícitos, sus relaciones de causalidad y complementariedad, y sus múltiples incidencias. Entonces, se habrá respondido a las preguntas-guía que corresponden a las tres líneas epistemológicas: ¿Qué es?, ¿Cómo funciona?, ¿Por qué es así?

### 2.3. Prospección de la sostenibilidad

#### 2.3.1. Determinación de tendencias actuales

Cuando haya comprensión sobre lo que ha sucedido y lo que está sucediendo en el territorio, podrá pasarse al análisis de tendencias. La tendencia de cada proceso puede definirse a través de cinco características fundamentales -situación, velocidad, intensidad, sostenibilidad y dirección-, las cuales se describen e ilustran con ejemplos en la Tabla 3.

Características	Descripción	Ejemplos
Situación	Localización en el planeta	Proceso de deshielo en la Cordillera Central de los Andes
Velocidad	Relación entre tiempo y espacio	El proceso de deshielo avanza a 100 Km cada 10 años
Intensidad	Energía o masa generada por proceso	Erosión desplaza 10000 m <sup>3</sup> suelo/ año en cordillera oriental
Sostenibilidad	Cambio de intensidad en el tiempo	El proceso de deforestación está disminuyendo
Dirección	Relaciona movimiento y situación	Deforestación avanza hacia el sur y el piedemonte llanero

**Tabla 4.**  
La tendencia del proceso, descrita a través de sus características fundamentales

## 3. EL FORTALECIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN AMBIENTAL EN COLOMBIA

A pesar de los esfuerzos hechos por el estado, las universidades y algunas ONGs durante los últimos años, la investigación ambiental en Colombia todavía no suministra información suficiente para fundamentar las acciones cívicas, empresariales y gubernamentales necesarias en el proceso de mejora de la situación del ambiente. Naturalmente, por circunstancias de tiempo y de recursos, esta ponencia no aspira a elaborar un diagnóstico completo de la situación y solamente tocará algunos puntos que surgen de la experiencia y de los intereses específicos del autor, así como de la lectura inicial del documento titulado 2019 Visión Colombia II Centenario, Propuesta para Discusión, publicado hace poco por el D.N.P. Las preguntas fundamentales tienen que ver, entonces, con las posibilidades de cambiar esta situación, y la validez presupuestaria de muchas dependerá de las orientaciones dadas por el presente gobierno. En este punto trataré de dar algunas opiniones sobre el tema.

### 3.1 ¿Para qué la investigación ambiental en Colombia? . Las líneas gubernamentales

Frecuentemente los organizadores y promotores de la investigación y el desarrollo tecnológico, e inclusive, algunos investigadores, olvidan la necesidad de ligar continuamente sus actividades con las preguntas específicas que deberían estar siempre como guía de sus actividades. En el tema ambiental, de por si amplio y profundo y, desafortunadamente, todavía pleno de retórica y de confusiones, plantear bien las preguntas es una labor de enorme importancia. En el documento del DNP, el cual llamaré en adelante 2019, existen pocas preguntas explícitas pero muchas implícitas en sus enunciados de metas y políticas. Existe también, a lo largo de todo el documento, un tratamiento de lo ambiental que debemos tener en cuenta por que, además de constituir un retroceso conceptual, indica los dogmas, limitaciones y prejuicios del gobierno actual, tendencias que el documento propone mantener durante los próximos catorce años. Sin pretender analizar exhaustivamente el tema, lo cual será objeto de un trabajo conjunto organizado por el Foro Nacional Ambiental, debo referirme a las nociones de medio ambiente que aparecen en el documento, para proporcionar a la audiencia ideas sobre los obstáculos y espacios que se ofrecen a la actividad de los investigadores ambientales.

Me parece que el concepto ambiental principal que se encuentra en el documento es el que entiende el ambiente como un conjunto de recursos que deben ser utilizados por el sistema económico. Esa es la forma que utiliza el Presidente Uribe en el Prólogo cuando escribe: "Colombia cuenta con recursos gigantescos e inexplorados... capital, trabajo y recursos naturales como tierra,





localización geográfica, aguas y paisaje" que se deben emplear productivamente. En ese mismo sentido los temas ambientales se tratan dentro del Capítulo II, titulado Una Economía que Garantice un Mayor Nivel de Bienestar, como una de las ocho estrategias conducentes a lograr ese objetivo, estrategia identificada como: "Asegurar una estrategia de desarrollo sostenible". Lo ambiental aparece también, siempre en un papel marginal, en el Capítulo II, titulado Tres Condiciones Determinantes, en este caso unido al concepto de territorio y considerado en tres formas: la primera la misma del Prólogo y la segunda contradictoria a la visión positiva: el territorio cuyas "complejidades geográficas" generan dificultades a las actividades de "administración, coordinación, comunicación y logística" y a la "provisión de bienes públicos, como seguridad". Esta visión, a mi modo de ver muy acertada, se encuentra en otras partes de 2019, como en el Capítulo V, cuando recuerda: "hay que tener en cuenta que Colombia tiene una posición geoestratégica privilegiada para el desarrollo de actividades delictivas..". La tercera versión del concepto de ambiente en el Capítulo II lo considera como un conjunto patrimonial objetivo que es afectado por un sujeto identificado como las "condiciones básicas del territorio", un "riquísimo patrimonio de biodiversidad, bosques, páramos, el agua y el aire", en relación con el cual el "reto principal será proteger y reversar procesos de destrucción". Sin embargo las tres versiones del concepto de ambiente en el Capítulo II se convierten en una sola muy positiva en el título: "Un Territorio Privilegiado", positivismo que se resalta al colocar ese territorio privilegiado como una de las "Condiciones Determinantes". En el resto del documento sobresalen otros dos o tres tratamientos del tema ambiental: en la Introducción, cuando bajo el título de "Aprovechar las potencialidades del campo" se dice que el país "deberá aprovechar las ventajas que ofrece su geografía, representadas en unos ciclos climáticos más continuos, una variedad muy alta de ecosistemas, una oferta excepcional de biodiversidad y recursos genéticos, además de fuentes de aguas y una gran dotación de suelos productivos". En el capítulo I en donde, bajo el título "Donde Estamos en lo Económico", acepta que "existen relaciones muy fuertes entre el desempeño ambiental de la economía y su competitividad" y en el Capítulo IV "Una sociedad más igualitaria y solidaria" cuando, al tratar el tema demográfico, la Meta I "Reducir la Tasa de Crecimiento Poblacional" tiene, como uno de 10 lineamientos, el siguiente: "Contribuir a la desaceleración de la demanda ambiental, mediante el estímulo a la reducción de las tasas de crecimiento poblacional y una mejor distribución de la población en el territorio". En ese mismo capítulo, bajo el subtítulo Construir Ciudades Amables, la visión deseada incluye, como condición, la de que estas ciudades deben ser "generadoras de crecimiento económico, amables con los ciudadanos, ambientalmente sostenibles, fuertes institucionalmente e integradas territorialmente". En ese mismo punto se proponen las metas de agua potable y saneamiento básico.

A parte de las discusiones teóricas, filosóficas y conceptuales que ofrece el anterior tratamiento del tema ambiental, me parece interesante que los investigadores ambientales conozcan detalladamente el contenido de lo establecido en la Estrategia de desarrollo sostenible y que traten de identificar las preguntas subyacentes en ese texto, puesto que una de las metas de esta estrategia es "Redefinir las prioridades en investigación ambiental y definir lineamientos de articulación de los distintos centros de investigación", proceso que bien podría haberse iniciado en esta reunión. Para ésto, proporcionaré algunas orientaciones, sesgadas, claro está, por mis puntos de vista. En las pocas páginas dedicadas a la Estrategia, - 15 de 384- se hace una breve descripción de la situación actual, se propone una Visión y unos Principios Fundamentales y se establecen 18 metas. Una lectura desde el punto de vista de la investigación ambiental encuentra fácilmente por lo menos 12 líneas de acción que puede ser interesante divulgar en esta conferencia.

Las cinco primeras están insinuadas en la descripción de la Situación Actual. En general, esta parte del texto, sorprende la ausencia casi total de dudas y la falta de indicaciones sobre todas las fuentes de donde se extraen los datos, especialmente la falta total de referencias a las publicaciones del Sistema de Información Ambiental de Colombia, todo lo cual hace imposible una discusión seria del texto. Sin embargo creo necesario indicar algunas frases que hacen suponer que los redactores sintieron la necesidad de una mejor información, frases que podrían servir de base para que los investigadores desarrollaran proyectos relacionados. Estas son las siguientes:

- 1) Al referirse a los "procesos de deterioro de los suelos productivos" se lee; "Compactación y contaminación asociada con insumos de síntesis química en las actividades agrícolas; aún no se conocen con precisión los efectos de estos procesos"

- 2) Al comentar el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad, se dice que son necesarias tres acciones previas, una de las cuales se define como " la realización de actividades de investigación y bioprospección"
- 3) En el tema general de "Recursos Atmosféricos y clima global" se lee: "En el tema de la regulación y los estándares nacionales vigentes, al igual que para el agua, no existen parámetros actualizados y se desconoce la nueva información científica sobre el tema, las probadas relaciones entre contaminación del aire y salud y las nuevas realidades tecnológicas, demográficas, institucionales y sociales de las áreas urbanas e industriales.."
- 4) En Residuos Sólidos Peligrosos, se dice que las dificultades en la gestión obedecen entre seis causas a : "el desconocimiento generalizado del tema, a todo nivel".
- 5) En Tendencias y Realidades Institucionales, se establece que "un tema estratégico para la toma de decisiones y la generación de políticas y normatividad eficiente es... la generación de información completa, oportuna y pertinente y... definir una estrategia financiera que les dé estabilidad y autonomía a los procesos de investigación y gestión de la información ambiental"
- 6) La Visión para el 2019 incluye temas fundamentales de investigación cuando dice: " En 2019 Colombia habrá alcanzado un ritmo sostenido de desarrollo económico y social, fundamentado en el aprovechamiento sostenible del medio ambiente, los recursos naturales, la biodiversidad y los servicios que provee..."
- 7) Dentro de los Principios Fundamentales para alcanzar esta Visión, se lee, al final, lo siguiente: "Como condiciones para garantizar el desarrollo sostenible y las necesidades de las generaciones presentes y futuras, el país deberá reducir y eliminar las modalidades insostenibles de producción y consumo e intensificar la generación, difusión y transferencia de tecnologías apropiadas e innovadoras"
- 8) En la Meta 1 relacionada con los procesos de degradación de "suelos y ecosistemas" se lee que: "se deben implementar programas ...que incluyan el fomento de sistemas adecuados de manejo de los ecosistemas".
- 9) En la Meta 4, "Fomentar el uso sostenible de la biodiversidad", se lee que: "Otra acción es... apoyar el desarrollo de una industria nacional basada en su aprovechamiento, incluyendo investigación y desarrollos tecnológicos en sectores económicos claves ( farmacéutica, medicina, cosmética)..."
- 10) En las Metas de Recursos Hídricos se encuentra una recomendación especial para "el diseño de incentivos económicos para la asignación y el uso eficiente del agua".
- 11) La Meta 9 dice: "Contribuir a la reducción de los problemas climáticos globales e implementar tecnologías de producción más limpias"
- 12 ) En la Meta 11 acerca de Gestión de Riesgos, se lee que hay "Poca investigación sobre el tema y pocos postgrados en Gestión del Riesgo"

Otras cuatro posibles líneas de investigación ambiental se encuentran por fuera del tema de desarrollo sostenible, organizadas sectorialmente en los Capítulos III y IV y relacionadas con los temas de energía, vivienda, biodiversidad y salud.

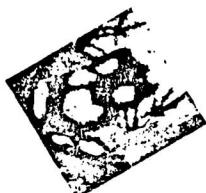
- 13) La Meta 1 del Sector Minero Energético se identifica como : "Elevar la participación de las energías alternativas en zonas no interconectadas" y aunque no menciona específicamente la necesidad de investigar, si deja una puerta abierta para los investigadores de energía solar, eólica, procedente de la biomasa, marinas etc.
- 14) En la Meta 7 de Desarrollo Urbano se espera: " Promover viviendas en construcciones verdes sostenibles," las cuales define como las que "logran ahorrar energía eléctrica utilizando fuentes alternativas, reciclan parte del agua para ser utilizada en usos domésticos, crean sistemas adecuados de ventilación natural en climas cálidos, aprovechan al máximo la iluminación natural y utilizan materiales reciclables y de bajo impacto ambiental"
- 15) y 16) En la Meta 5 del Desarrollo Científico y Tecnológico y en la Meta 7 de Educación, se recuerda que "se impulsarán áreas estratégicas del conocimiento, tales como biodiversidad y recursos genéticos y...las enfermedades infecciosas prevalentes en áreas tropicales"



Sin duda si se quiere fortalecer la investigación ambiental bajo este gobierno, habrá que tener en cuenta las 16 frases anteriores, las cuales abren numerosas puertas a las universidades pero, también cierran algunas especialmente las relacionadas con la investigación multi e interdisciplinaria y con la investigación ecológica integrativa. En defensa de éstas y otros modos de hacer investigación ambiental y, siendo optimistas, debemos, creo yo, tener en cuenta que 2019 se presenta como una Propuesta para Discusión, discusión que quiero iniciar con las siguientes observaciones

### **3.2. Para qué la investigación ambiental en Colombia. Hacia una posición universitaria**

Considero que el documento 2019 debe ser estudiado y criticado por la comunidad académica colombiana, la cual debe adoptar posiciones que permitan a la Nación construir alternativas. En el caso concreto de la investigación ambiental, pienso que el marco conceptual que utiliza 2019 genera distorsiones y origina ausencias importantes. En primer término la consideración de lo ambiental como un conjunto de recursos económicos regresa a posiciones científico-filosóficas utilitaristas anteriores a la Conferencia de Estocolmo de 1972 y niega los conceptos de ecosistema, de hábitat y de sistema ambiental, conceptos que hoy constituyen el fundamento de la mayoría de las aproximaciones científicas y técnicas a la investigación y la gestión ambiental. Este regreso es coherente con la filosofía económico-política que fundamenta y ordena todo el documento, filosofía que retorna todavía más atrás, a las visiones mercantilistas optimistas del liberalismo radical y de la generación centenaria que dirigió el país desde mediados de la tercera década del siglo veinte. Los dogmas utilitaristas, radicales y centenaristas construyen nuevamente una visión ingenua de un país riquísimo en recursos naturales, tan homogéneo como Chile y Costa Rica, ejemplo de democracia para el resto del mundo, cuyos pocos problemas pueden ser resueltos aplicando los dogmas y, específicamente, aumentando la inversión extranjera y las exportaciones.



Este dominio ideológico deforma y oscurece las pocas propuestas realistas que algunos de los especialistas lograron introducir al documento; el paraguas económico simplista no permite considerar la integralidad y empobrece el tratamiento de temas que, como la complejidad territorial, la economía agropecuaria, la demografía, el urbanismo, la producción limpia y la sostenibilidad son bienvenidos y válidos en cualquier análisis del futuro del país.

La negación de los conceptos de ecosistema, de sistema ambiental y de hábitat explica varios de los sesgos de las líneas de investigación que se pueden inferir de los textos de 2019. Si la naturaleza es solo un conjunto de recursos económicos ya conocidos, desaparece la necesidad no solo de la ecología integral aplicada, sino de la climatología, la hidrología, la edafología, la botánica, la zoología, la etología y de todas las aproximaciones científico-técnicas que buscan explicar y manejar los sistemas. Si hacemos caso omiso del concepto de hábitat y se consideran las selvas como tierras de nadie y espacios vacíos, a pesar de los himnos a la diversidad cultural que se encuentran en el Capítulo IV, no serán necesarios los estudios de antropología cultural y serán inútiles los desarrollos de la sociología y de las ciencias políticas y jurídicas que buscan la consideración de la diversidad cultural y de la propiedad colectiva, indígena y negra, sobre una gran parte del territorio.

La importancia de estas observaciones se ve claramente cuando se consideran situaciones actuales y urgentes, como los proyectos para proporcionar empleo a reinsertados y desplazados y las diferentes acciones para radicar los cultivos de uso ilícito. En ambos temas, la prensa diariamente publica noticias sobre la necesidad de plantar palma africana o caucho en áreas que son propiedad colectiva de los pueblos indígenas y africanos o que hoy están dentro de reservas forestales y corre actualmente un proyecto de ley forestal para facilitar éstos y otros proyectos que implican debilitar el poder de esas etnias sobre su territorio y disminuir las áreas cubiertas de bosque natural. Se regresa a polémicas que ya habían sido zanjadas por los estudios del Instituto Geográfico Agustín Codazzi y por toda la literatura científica que existe sobre la cuenca amazónica. Se corre el riesgo de que dentro del actual y de los futuros procesos de paz, se opte por entregar porciones de selva húmeda a los paramilitares y a la guerrilla en lugar de instalarlos en las ciudades o de redistribuir las tierras de buena calidad.

En el complicado tema de los cultivos ilícitos, el documento 2019 sigue la línea optimista y propone, como metas que dentro de cinco años, el país tenga cero hectáreas de coca y cero familias dedicadas a cultivos ilícitos. Para cumplirlo, asume que tendrán éxito completo las estrategias actuales de erradicación por aspersión aérea de matamalezas, dando un segundo lugar a la erradicación voluntaria mediante la generación de alternativas "económica y socialmente viables" a la población. En este tema, como en otros, es normal que el gobierno no quiera aceptar la posibilidad de modificar su política actual pero es de esperar que no solo la comunidad académica, sino toda la sociedad dedique una buena parte de sus críticas a establecer la realidad de las metas y la eficacia de los métodos. Si se da esa discusión, pienso que los investigadores ambientales tienen un campo de acción necesario y promisorio, los integralistas en propuestas de alternativas económicas, ecológicas y sociales y los analistas profundos en el examen de posibilidades proporcionadas por la biodiversidad, aliada con la biotecnología, para diseñar y producir substancias que tengan menores consecuencias indirectas y que cumplan su función de generar energía, placer y tranquilidad, sin originar comportamientos antisociales ni afectar la salud de los consumidores.



El regreso a los dogmas de la economía neoclásica y la insistencia, a lo largo de todo el documento 2019, en la necesidad de transformar ventajas comparativas en ventajas competitivas, innovando gracias al esfuerzo conjunto de empresarios, científicos y técnicos, requiere una reflexión profunda de las universidades sobre la realidad de estas recomendaciones. Esta reflexión podría dar lugar a numerosas líneas de investigación en el contexto de la economía socioecológica, en la cual los dogmas neoclásicos podrían ser el objeto de estudio. Podrían así, examinarse seriamente el significado real de las Cuentas Nacionales y se podría desarrollar conceptos que aparecen muy escondidos en el mismo documento, como el del "crecimiento pro pobre" o las débiles sugerencias sobre "construir ciudades amables" podrían encontrar lugares donde construirlas mediante una política de poblamiento sostenible, como vienen reclamando varios ambientalistas.

Los procesos de innovación que constituyen una de las estructuras fundamentales del documento, no deben tratarse en forma superficial; los académicos conocen la profundidad de las dudas que existen entre los mismos economistas que lo proponen y los problemas de equidad que puede generar su aplicación masiva, para no hablar de los numerosos fracasos de los países pobres que han tratado de convertirse en países generadores de nuevas tecnologías y nuevos productos. Los funcionarios y los políticos no deberían despreciar a priori las posiciones precavidas o, aún, escépticas, de los empresarios que no han querido invertir en ciencia y tecnología, sino analizarlas profundamente para encontrar las formas de hacerlo minimizando la cantidad de científicos perdedores y de capitales malgastados.

Me temo que una gran parte de este optimismo sobre las posibilidades de la innovación, optimismo al cual yo no he sido ajeno, obedece a olvidos permanentes u ocasionales, voluntarios o involuntarios de los diferentes límites que es imposible sobrepassar. Un ejemplo en el documento 2019 lo constituye el análisis que se hace de las potencialidades de los recursos marítimos, de los suelos agropecuarios, del uso de la biodiversidad y de las riquezas minero-energéticas. En estos cuatro casos, el documento abunda en adjetivos calificativos elogiosos, alejados de lo que dicen los científicos y cercanos a todas las estrategias publicitarias que se utilizan para vender imágenes de países pobres a posibles inversionistas ricos. Según el Presidente Uribe, "Colombia cuenta con recursos gigantescos e inexplorados". En los cuatro casos, el 2019 promete que explorando más o introduciendo innovaciones tecnológicas, se resolverán problemas que los empresarios y los científicos colombianos no han logrado resolver durante más de quinientos años de cultura occidental en Colombia. Se olvidan los límites establecidos por las trayectorias de las corrientes marítimas, por los procesos geológicos, por las incertidumbres del clima tropical, por la ausencia real de depósitos de petróleo. La responsabilidad que se traslada a los exploradores e innovadores es inmensa: encontrar los recursos pesqueros cuya ausencia ha sido ya reconocida por varias generaciones de empresarios y de biólogos marinos, hacer productivos ecosistemas tropicales secos que han sido explotados desde antes de la conquista, construir industrias fundamentadas en la prospección en la selva de la biodiversidad, compitiendo con los enormes capitales puestos al servicio de la ingeniería molecular que diseña y fabrica los productos sin necesidad de imitar a la naturaleza, encontrar petróleo a todo costo, en todas las cuencas sedimentarias, en donde solo se ha indicado la posibilidad, no la probabilidad, de su existencia. Todo ésto, además, debe hacerse, como se insiste en el documento, en formas sostenibles.

Todo vale para crear ilusiones falsas que impulsen el consenso y el voto. Shumpeter, el inventor del concepto de empresario innovador, al iniciarse el siglo XX, ya había anotado como, a pesar de que las innovaciones son producidas por una minoría de "cerebros supranormales" con "capacidades supranormales para el trabajo", el sistema ha establecido premios tan "espectaculares" que impulsan la actividad de vastas mayorías que "reciben, a su vez, compensaciones muy modestas o nada o menos que nada, y a pesar de ello hacen todo lo posible pues tienen los grandes premios delante de los ojos y sobreestiman sus probabilidades de hacerlo igualmente bien". John Elster, comentando las teorías de Shumpeter, recuerda que: "las expectativas excesivamente optimistas aseguran que una gran cantidad de individuos entran en competencia, de manera que el material sobre el cual debe actuar la selección –por parte del mercado o algún otro mecanismo de selección– es lo más amplio posible y el individuo elegido lo mejor posible. Entonces, los perdedores no contribuyen en nada: solamente son el subproducto incidental de la selección. Por el contrario, los ganadores son aquellos cuyas expectativas resultan, ex-post, no haber sido demasiado optimistas: son los individuos a los que se refiere Shumpeter.."

Es en ese mundo de pocos ganadores y muchos perdedores en donde compiten los científicos y técnicos colombianos que se embarcan en las naves del desarrollo tecnológico y la innovación. El gobierno ha actuado en forma coherente con las teorías shumpeterianas al promover imágenes optimistas y "premios espectaculares"; corresponde a la academia presentar imágenes más realistas y construir estrategias que induzcan prudencia y sensatez en el mundo intelectual. No solamente para disminuir el número de perdedores, sino para alentar el proceso de selección temprana de aquellos "supranormales" que si pueden competir en la globalización. Una de estas estrategias es la consideración del papel del azar en estos procesos que, a la luz de la economía neoclásica tienen características mecánicas continuas y obedecen automáticamente a la maximización masiva de los ingresos monetarios. W. Brian Arthur, estudioso de la historia de la tecnología empresarial, profesor en Stanford, ha anotado las varias fallas de ese modelo, especialmente las fundamentadas en la utilización de ecuaciones de primer orden, las cuales conducen a un solo punto de equilibrio sin consideración de la posibilidad de varias soluciones. Elster, comentando los modelos de Winter, agrega que en la vida real, existen límites, entre ellos el azar, que impiden que quien tome las decisiones pueda saber cuál es la óptima y, por lo tanto la maximización, la cual supone regresiones infinitas, es reemplazada por la aceptación de situaciones "satisfactorias". Elster concluye que "Como siempre los resultados de la búsqueda y de la imitación son solo estocásticos: una gran inversión en R&D puede producir poco, y una pequeña inversión puede dar excesivas ganancias, dependiendo de la suerte". Brian Arthur extiende argumentos semejantes analizando toda la cadena empresarial: "En el mundo real, si varias firmas de tamaños similares entran al mercado al mismo tiempo, pequeños eventos fortuitos- ordenes inesperadas, encuentros accidentales con compradores, genialidades gerenciales- ayudarán a determinar cuáles logran las primeras ventas y, a lo largo del tiempo, determinarán qué firma domina el mercado."

¿Qué puede, entonces, recomendar la academia a los colombianos que han escogido ejercer su función de investigadores, inventores o innovadores en este mundo complejo, pleno de riesgos e incertidumbres, en donde el raciocinio solo desempeña uno de numerosos papeles? Pienso que hay, por lo menos, cuatro escenarios que deben ser considerados por grupos e individuos. El primero es aceptar, sin mayor discusión, las líneas sugeridas por el documento 2019, y desarrollar los varios campos en donde, según ese documento, es necesaria la exploración, la investigación y la innovación y, en donde se espera el gobierno aportará fondos suficientes. El segundo es tratar de convencer al gobierno de la necesidad de profundizar en la selección de estos campos prioritarios, teniendo en cuenta lo que ya se sabe sobre los límites que ofrece el territorio colombiano y las experiencias de otros países. El tercero implicaría una unión muy estrecha de las universidades con grupos empresariales para trabajar intensamente uno o dos proyectos de innovación ambiental que tuvieran algún potencial de acuerdo a una selección detallada. El cuarto escenario incluiría la crítica a fondo de 2019, la modificación de metas y políticas y la develación de temas imposibles de tocar por un documento gubernamental.

En el primer escenario los mayores riesgos serían los de estar dentro de quince años reconociendo la validez de la existencia de los límites que hemos descrito. El segundo escenario solo sería posible si el gobierno aceptara modificar varias de sus líneas teóricas, entre ellas las



que impiden la consideración integral de los problemas, las que no le dan importancia a lo local y las que mantienen como condicionantes los postulados de la economía neoclásica. El tercer escenario significaría tener argumentos científicos y tecnológicos suficientes para emprender empresas viables de innovación ambiental en donde cantidades suficientes de capital se invirtieran en temas de punta que pudieran constituir soluciones de magnitud suficiente para solucionar problemas globales. Por ejemplo invertir masivamente en el diseño y construcción de vehículos impulsados por energías alternativas. En el cuarto escenario el pensamiento ambiental complejo y las ciencias de la sostenibilidad tendrían que proporcionar un marco conceptual suficientemente fuerte para redactar una visión diferente, no dogmática, independiente de los pensamientos e intereses dominantes, de lo que queremos que sea el país y de lo que puede ser el país al cumplirse el segundo centenario de la derrota del ejército español en la Nueva Granada.

