

Documento Escuela de Economía  
No 29

UNA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANALIZAR  
PROYECTOS FORESTALES DE CAPTURA DE  
CARBONO EN CUANTO AL APORTE AL  
DESARROLLO SOSTENIBLE

Edgar Moreno Castillo

# Una propuesta metodológica para analizar proyectos forestales de captura de carbono en cuanto al aporte al desarrollo sostenible

*Edgar Moreno-Castillo<sup>α</sup>*

## Resumen

El presente artículo tuvo como objetivo comparar metodologías de análisis desde los sistemas complejos que involucraran elementos sociales y naturales en interacción entre sí y a diferentes escalas, para ser aplicadas en el estudio de proyectos forestales de captura de carbono. Este tipo de proyectos se denominan mecanismos de mitigación al cambio climático, clasificados dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y los Mercados Voluntarios de Carbono (MVC), y despiertan especial interés por estudiar los beneficios que dejan a los “países en desarrollo”. Se realizó una revisión de trabajos que identificaran los posibles beneficios en proyectos MDL forestales y se analizaron a través de tres metodologías: Análisis y Desarrollo Institucional (IAD), Sistemas Socio Ecológicos (SSE) y Sistemas Co-evolutivos (SCE). El uso conjunto de estas metodologías contribuyó a entender mejor el tipo de interacciones y procesos emergentes que tienen los proyectos forestales, a su vez se identificaron características comunes entre metodologías y elementos de las interacciones en los proyectos relevantes para conseguir beneficios locales. Se concluyó que la implementación de proyectos forestales de captura de carbono requiere elementos institucionales, biofísicos y sociales para satisfacer múltiples intereses y su análisis requiere de metodologías que los reconozcan. Además, las metodologías estudiadas tienen suficientes elementos en común como para trabajarse de forma conjunta para representar los procesos de los proyectos forestales. Se identifica la necesidad de más investigación, ya sea metodológica o en la aplicación de modelos, particularmente la modelación basada en agentes.

**Palabras Clave:** captura de carbono, proyectos forestales, análisis y desarrollo institucional, sistemas socio-ecológicos, sistemas co-evolutivos, modelación.

**Clasificación JEL:** Q20 – Q23 – Q57

## Abstract

This paper addresses to compare complex systems analysis methodologies that include social and ecological features of interaction between them and at various scales, to be applied in the analysis of forestry projects. This kind of projects, labeled under climate change mitigation mechanisms as clean development mechanism (CDM) and voluntary carbon markets (VCM), arise interest to study the benefits they can achieve at the “developing countries”. Literature on benefits through forest CDM projects was reviewed and analyzed under three methodologies: Institutional Analysis and Development (IAD), Socio-Ecological Systems (SES) and Co-Evolutionary Systems (CES). The combined use of these methodologies has contributed to a better understanding of the type of interactions and emerging processes within forestry projects; there were identified also common features of the methodologies and some interacting elements within projects relevant to the benefit deployment. The paper concludes that the implementation of carbon sequestration forestry projects requires institutional, biophysical and social elements to satisfy stakeholders and their analysis requires methodologies that recognize those features. Besides, studied methodologies have sufficient common features to be used jointly to represent forest projects processes. It is identified the necessity of further research in methodology or in applied models, specifically on agent-based modeling.

**Keywords:** carbon sequestration, forest projects, institutional analysis and development, socio-ecological systems, co-evolutive systems, modeling.

---

<sup>α</sup> Biólogo y MSc en Medio Ambiente y Desarrollo, Universidad Nacional de Colombia (UNAL) sede Bogotá. Miembro del Grupo de trabajo Interdisciplinar de Cambio Climático (GICC) de la Facultad de Ciencias Económicas, de la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente docente investigador de la Universidad Externado de Colombia. Contacto: correo institucional: edgar.moreno@uexternado.edu.co; Teléfono: 3537000 ext. 1405 o 1411.



**Rector**

Moisés Wassermann Lerner

**Vicerrector Sede Bogotá**

Julio Esteban Colmenares

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**

**Decano**

Jorge Iván Bula Escobar

**Vicedecano Académico**

Gerardo Ernesto Mejía Alfaro

**ESCUELA DE ECONOMÍA**

**Director**

Leonardo Duarte Vergara

**Coordinador Programa Curricular de Economía**

Héctor William Cárdenas



**Director**

Jorge Armando Rodríguez

**Subdirector**

German Nova

La serie Documentos FCE considera para publicación manuscritos originales de estudiantes de maestría o doctorado, de docentes y de investigadores de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Colombia; resultado del trabajo colectivo o individual y que hayan sido propuestos, programados, producidos y evaluados en una asignatura, en un grupo de investigación o en otra instancia académica.

**Documentos FCE**

**Escuela de Economía**

**ISSN 2011-6322**

La serie Documentos FCE puede ser consultada en el portal virtual: <http://www.fce.unal.edu.co/publicaciones/>

**Coordinador Centro Editorial-FCE**

Álvaro Zerda Sarmiento

Profesor Asociado - FCE

**Equipo Centro Editorial-FCE**

Sergio Pérez

David Alejandro Bautista Cabrera

Juan Carlos García Sáenz

**Contacto:** Centro Editorial –FCE

**Correo electrónico:**

[publicac\\_fcebog@unal.edu.co](mailto:publicac_fcebog@unal.edu.co)

Este documento puede ser reproducido citando la fuente. *El contenido y la forma del presente material es responsabilidad exclusiva de sus autores y no compromete de ninguna manera a la Escuela de Economía, ni a la Facultad de Ciencias Económicas, ni a la Universidad Nacional de Colombia.*

## 1. Introducción

El cambio climático es una de las principales preocupaciones a escala global, dado su origen en la actividad humana y las consecuencias desastrosas que implica, por lo que el proceso de reconocimiento de dicho problema llevó a que la ONU planteara la responsabilidad que deben asumir los Estados y el sector empresarial como precursores de este fenómeno, y con ello se creó la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático<sup>1</sup> en 1992 (Florides y Christodoulides, 2008; Stern, 2007; IPCC, 2007; Vitousek, 1992). Tras un proceso de negociación en 1997 se firmó el Protocolo de Kioto, como un esfuerzo multilateral para mitigar el cambio climático que impone límites de emisión a los países desarrollados. El Artículo 12 del Protocolo crea el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) como único mecanismo que integra a los países “en desarrollo” dentro de los esfuerzos de reducción de emisiones de gases efecto invernadero (GEI), al tiempo que incentiva en estos un desarrollo sostenible. De hecho, el Protocolo estableció dos objetivos para el MDL: 1) que debe contribuir al desarrollo sostenible de aquellos países que son anfitriones en la ejecución de los proyectos (países en desarrollo o No-Anexo I), y 2) ayudar a los países desarrollados a alcanzar sus compromisos de reducción de emisiones desde una óptica costo-eficiente (UNFCCC 1997). Posteriormente, con el acuerdo de Marrakech se afirmó que son los países anfitriones quienes definen cuáles son los criterios de selección de los proyectos en torno al desarrollo sostenible y mediante una Autoridad Nacional Designada<sup>2</sup> deciden si el proyecto que está aplicando cumple esos requerimientos, con el ánimo de respetar su soberanía (UNFCCC, 2002).

Hay una serie de estudios que se han enfocado en analizar el impacto de los MDL sobre el Desarrollo Sostenible, y en general muestran que los resultados son muy bajos. Olsen y Fenhan (2008) hacen un análisis de los documentos de aplicación de diferentes proyectos<sup>3</sup> y muestran que los proyectos de pequeña escala tienen mayor potencial de generar desarrollo sostenible, sin embargo Lloyd y Subbarao (2011) analizan una muestra grande de documentos de proyectos de pequeña escala y muestran en sus resultados que en general no se ha aportado mucho al desarrollo sostenible; sin embargo, realizan unos análisis de campo y encuentran casos con resultados positivos, en donde una de las claves es la participación de las comunidades locales. Por otra parte, Sutter y Parreño (2007) encuentran un *trade-off* entre los objetivos, que beneficia al de reducción de emisiones sobre el del desarrollo sostenible, lo que lleva a la Autoridad Nacional Designada a bajar sus estándares en los

---

<sup>1</sup> UNFCCC, por sus siglas en inglés.

<sup>2</sup> Avalada por la UNFCCC

<sup>3</sup> Denominados Documento de Diseño de proyecto (PDD por siglas en inglés)

## **EFFECTO DEL ESTRÉS SOCIAL EN HOMBRES Y MUJERES SOBRE LA ACTIVACIÓN DE LA CORTEZA ORBITOFONTAL ASOCIADA A UNA TAREA DE REVERSIÓN DE CONTINGENCIAS DE RECOMPENSA Y CASTIGO**

requisitos para aprobación de proyectos con el fin de atrapar más inversión. Adicionalmente, Brawn et al., (2004) identifican que estos proyectos, particularmente los forestales, pueden llevar a resultados inequitativos, la falta de interacción institucional y la dependencia de los resultados del mercado. Los flujos financieros generados se concentran en pocos sectores y países (Boyd et al., 2009; Texeira et al., 2006). Desde el punto de vista de las naciones en desarrollo los esfuerzos por mitigar el cambio climático deben dejarles beneficios a escala local donde se ejecutan los proyectos, especialmente enfocándose hacia las comunidades pobres (Boyd et al., 2007a).

El presente trabajo propone una metodología que contribuya a la comprensión los MDL forestales, y de su potencial para alcanzar la sostenibilidad en lugares concretos al tiempo que se aporta a la sostenibilidad global. Esta propuesta recoge algunas importantes metodologías de análisis y con ellas construye una síntesis que sea apropiada para aplicar al problema.

En primer lugar, el trabajo dibuja un panorama de la problemática de los AR-MDL, y continúa con la exposición de algunos casos particulares. En tercera instancia, se enfoca sobre la propuesta metodológica, empezando por una discusión de tres metodologías de análisis (Análisis y Desarrollo Institucional, IAD; Sistemas Socio-Ecológicos, SSE; Sistemas Co-Evolutivos, SCE), y revisando los modelos basados en agentes como una posibilidad para modelación. Tercero, se resaltan elementos comunes de estas y se propone una síntesis y, en cuarto lugar, se ubican los AR-MDL dentro del esquema metodológico. Finalmente se presentan las conclusiones.

### **2. Antecedentes en el estudio de proyectos forestales de captura de carbono**

Los mecanismos de mitigación del cambio climático en los países en desarrollo y particularmente en Latinoamérica son el MDL y los Mercados Voluntarios de Carbono (MVC). El MDL admite diferentes tipos de proyectos, unos más enfocados al cambio técnico en la industria y otros enfocados al uso del suelo, cambios del uso del suelo y forestación, y dentro de este segundo grupo entran los proyectos forestales que por ahora recogen la forestación y reforestación (AR-MDL)<sup>4</sup> (Schlamadinger et al., 2007). Estos mecanismos, aunque tienen problemas, tienen un gran potencial para aportar al desarrollo sostenible local y regional, ya sea por los procesos participativos y de aprendizaje que generan oportunidades en las comunidades o mediante esquemas de pagos por servicios ambientales (Boyd et al., 2007a; 2007b).

---

<sup>4</sup> AR, por las siglas en inglés de forestación y reforestación. Ha habido gran polémica por la no inclusión de la deforestación evitada y la degradación dentro de estos mecanismos.

Thomas et al. (2010) analizan especialmente por qué hay tan pocos MDL forestales y muestran que en general estos proyectos tienen problemas para ser aplicados por dos tipos de restricciones: 1) Financieras, entre las que resaltan los “flujos de caja y la inmediatez de los retornos; restricciones a la inclusión de los CERs de proyectos MDL en mercados de carbono regulados; asegurar la financiación para permitir el desarrollo de proyectos; costos de transacción; y problemáticas relacionadas con la rentabilidad de los proyectos”<sup>5</sup> (pág. 881), y 2) las restricciones asociadas al conocimiento y las habilidades requeridas para el registro del proyecto, las complejidades en las actividades de uso de la tierra y las incertidumbres que hacen más atractivas otras actividades.

En América Latina los pagos por servicios ambientales (PSA) son un instrumento reciente, salvo en el caso del sistema de PSA de Costa Rica que ya tiene cierta trayectoria (Rojas & Alward, 2003). Se encuentran esquemas de PSA que son muy heterogéneos a lo largo del continente en escala, tiempo de operación, participación de la comunidad, medios de financiación, entre otros (Rojas y Alward, 2003).

Ya en el caso puntual de los AR-MDL, su análisis requiere reconocer cómo se involucran componentes tanto naturales como sociales. Estos proyectos se pueden entender como sistemas socio-ecológicos particulares, que son, en esencia, complejos. Para estudiar la factibilidad de su sostenibilidad, teniendo en cuenta que involucran ecosistemas, poblaciones y demandas de tipo internacional, se propone identificar y analizar las relaciones entre múltiples niveles, distintas escalas temporales y espaciales. Para lograrlo se requiere conocer variables específicas y las interacciones entre los elementos y agentes involucrados.

### 3. Proyectos forestales de captura de carbono

En el mundo se han desarrollado ya varios proyectos forestales. Un ejemplo muy interesante es el de la provincia de Guangxi, China, analizado en Gong *et al.* (2010). Uno de los mayores logros del proyecto es que involucró a muchas comunidades pobres en su desarrollo, al tiempo que se reforestaban áreas con suelos degradados. El estudio identifica dentro de los logros que el proyecto es rentable para todos los participantes (con subsidios del gobierno), bajos costos de transacción gracias a la aglomeración de tierras a sembrar (generando economías de escala), el sistema contractual compartido de empresas locales y pequeños poseedores de tierra –esto permitió la participación de pequeños agricultores pobres–, y por último, en términos de equidad, el proyecto contribuyó en la

---

<sup>5</sup> Del original: “cash flow and the immediacy of returns; restrictions on the inclusion of CERs from CDM projects in regulated carbon markets; securing finance to enable project development; transaction costs; and issues associated with project profitability.”

## **EFFECTO DEL ESTRÉS SOCIAL EN HOMBRES Y MUJERES SOBRE LA ACTIVACIÓN DE LA CORTEZA ORBITOFONTAL ASOCIADA A UNA TAREA DE REVERSIÓN DE CONTINGENCIAS DE RECOMPENSA Y CASTIGO**

construcción de infraestructura vial en una zona pobre de China, permitiendo la utilización de tierras que se consideraban estériles y la participación de minorías étnicas. Sin embargo, se han identificado igualmente varios problemas que surgen de la repartición del ingreso entre los dueños de la tierra y las empresas locales, y la baja confianza de los primeros hacia los segundos, las formas de repartición de ese ingreso entre usuarios, derechos sobre la tierra mal especificados y capital social débil.

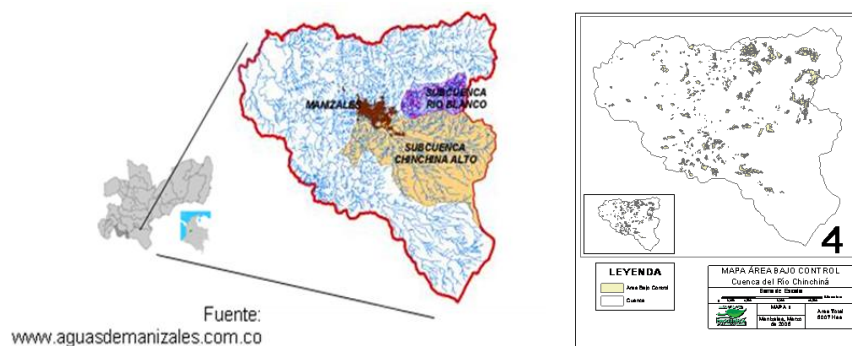
En un estudio enfocado sobre los PSA derivados de la actividad forestal en México, Corbera *et al.* (2009) aplican una metodología muy similar a la que va a proponer. En su metodología identifican los PSE como una institución y analizan: a) el diseño institucional, b) el desempeño institucional, c) la interacción institucional y d) la capacidad y escala de gobernanza. Uno de los resultados más interesantes en el punto de la interacción institucional, y particularmente vertical, es la existencia de casos en que las reglas del MDL minaron el esfuerzo institucional a nivel local rechazando sus aplicaciones a esta forma de financiación por no ceñirse a las exigencias, es decir, la interacción es unidireccional. Sin embargo, las relaciones institucionales locales con el nivel nacional mostraron ser simétricas.

Por otra parte, en su estudio Boyd *et al.* (2007) analizan cuatro proyectos ubicados en Brasil y Bolivia. Los autores encuentran que el principal aporte de los proyectos forestales es al cambio climático mediante siembra de árboles, pero los requerimientos financieros pueden implicar alejarse de aportar a la biodiversidad al ceder en la diversidad de especies sembradas frente a la rentabilidad de monocultivos. Adicionalmente, se encontró que es indispensable tener una buena administración del proyecto que conozca y sepa llevar a cabo los procesos, y también es clave los derechos de propiedad sobre la tierra y los derechos sobre los pagos, pues de lo contrario la incertidumbre puede ser tan alta que no se realizaría el proyecto. El estudio también encuentra que es indispensable la institucionalización de las relaciones entre actores y que los proyectos de mayor tamaño suelen preferir objetivos económicos, por encima de los sociales y que la posibilidad de participar en las decisiones por parte de miembros de la comunidad o la sociedad civil es clave para la gobernanza. Por último, los autores mencionan las ventajas de generar redes entre actores que resultan en tipos de sinergias positivas a la hora de hallar los resultados, y los procesos de creación de capacidad en las comunidades ya sea aprendiendo las características técnicas o mediante el conocimiento sobre el cambio climático.

En un estudio reciente de uno de los autores (Moreno, 2010) se analizaron dos proyectos en Colombia en los que se busca verificar los logros en cuanto al Desarrollo Sostenible. A continuación se resumen las características y resultados de estos dos proyectos.

Se ubica al sur del departamento de Caldas (Colombia) (ver Figura 1) entre 800m y 3000m de altitud sobre el costado occidental de la cordillera central y abarca cinco municipios. Esta zona produce el 70% del Producto Interno Bruto (PIB) del departamento y las plantaciones forestales son una actividad productiva que es ejercida por empresas privadas. El proyecto es administrado financieramente por el Instituto de Fomento, Promoción y Desarrollo de Manizales (INFIMANIZALES), abarca cuatro mil quinientas treinta y ocho hectáreas para 2.181.676 tCER. Ha celebrado 380 contratos con propietarios de terrenos, y recibido fondos de instituciones locales por más de COP \$25.000 millones de pesos en seis años, recientemente contó con ayuda internacional del programa “Más Inversión para el Desarrollo Sostenible” de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (MIDAS-USAID) a través de capacitación y en agosto de 2009 fue galardonado por su aporte a la responsabilidad social. Actualmente el proyecto está registrado ante la UNFCCC como proyecto MDL.

Figura 1. Cuenca del río Chinchiná, Manizales, departamento de Caldas y área del proyecto PROCUENCA.



Fuente: *United Nations Framework Convention on Climate Change* (2007).

El río Chinchiná nace en la Laguna Negra, en el Parque Nacional de los Nevados, proporcionando las aguas para Manizales, Villamaría, Chinchiná, Palestina y Neira y desemboca en el Río Cauca. Las áreas de implementación del proyecto están ubicadas en la zona centro-sur del Departamento de Caldas, que tiene una extensión aproximada de 113.000 ha. Su población es de 550.000 habitantes aproximadamente y abarca los municipios de Manizales y Villamaría en su totalidad, y Neira, Palestina y Chinchiná, parcialmente. Se extiende desde los 780 msnm en su desembocadura en el río Cauca, hasta los 5.400 msnm en el Nevado del Ruiz. Se constituye como el ecosistema estratégico que abastece de



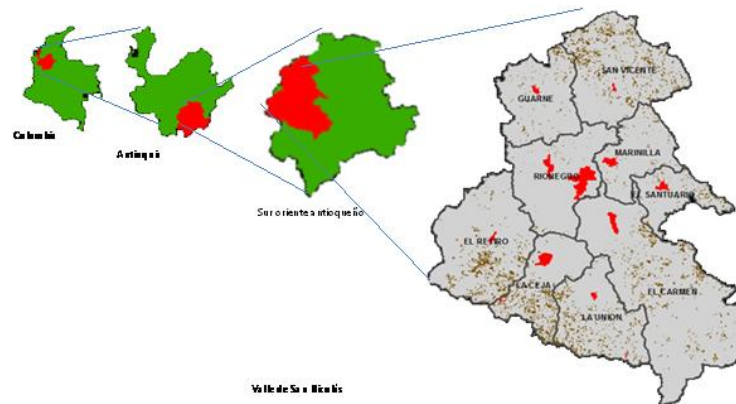
## EFFECTO DEL ESTRÉS SOCIAL EN HOMBRES Y MUJERES SOBRE LA ACTIVACIÓN DE LA CORTEZA ORBITOFONTAL ASOCIADA A UNA TAREA DE REVERSIÓN DE CONTINGENCIAS DE RECOMPENSA Y CASTIGO

bienes y servicios ambientales de esta subregión del Departamento de Caldas y es fuente de una rica y variada biodiversidad.

### *Proyecto MDL bosques de San Nicolás*

Este proyecto se denomina Modelo de Financiación Alternativo para el Manejo Sostenible de los Bosques de San Nicolás. Se ubica en la Región Valles de San Nicolás, en el suroriente de Antioquia (ver Figura 2) entre 1800msnm y 2700msnm de altitud, también sobre el flanco occidental de la cordillera central más al norte que el proyecto anterior y abarca el altiplano antioqueño denominado Batolito antioqueño, abarcando 9 municipios. Es la zona con mayor desarrollo económico e industrial del departamento después de Medellín y el valle de Aburrá.

Figura 2. Valle de San Nicolás, departamento de Antioquia y áreas del proyecto Bosques de San Nicolás.



Fuente: Corporación Autónoma Regional Rionegro-Nare CORNARE (2009).

El proyecto es administrado por una asociación público privada sin ánimo de lucro (corporación MASBOSQUES), surge de un contrato de compraventa con el Banco Mundial con un área inicial de 1410ha por un millón de dólares para 120.000 tCER y con un total proyectado de 442.000t de CO<sub>2</sub> equivalente en 21 años. El proyecto lleva cinco años en fase de diseño y cerca de un año de implementación, actualmente está en fase de formulación del documento de propuesta para la UNFCCC.

La región de los Valles de San Nicolás está localizada al oriente del departamento de Antioquia, sobre la cordillera central de los Andes Colombianos. La región cubre 72.000ha, en un rango de altitud que va de 800 a 3100m. Tiene una población aproximada de 354.000 habitantes; comprende los Municipios: Guarne, Rionegro, Marinilla, La Ceja, El Retiro, El Carmen de Viboral, El Santuario, San Vicente y La Unión. Allí se encuentra la cuenca hidrográfica que surte dos hidroeléctricas que generan el 33% de la energía de Colombia, y 50% del agua de Medellín, que está a 40Km de distancia. El proyecto MDL es administrado por la Corporación MASBOSQUES cuyo objetivo es financiar y promover activamente el establecimiento de bosques en campos abandonados, sistemas agroforestales y silvopastoriles, generación de fuentes financieras y mejoramiento de la calidad de vida de los pequeños propietarios, manejo sostenible de las cuencas hidrográficas; conservación de la biodiversidad, impulso de la participación activa de las comunidades locales, ONGs, Gobierno y sector privado. La subregión es la cuenca hidrográfica de los ríos Negro y Nare. (Corporación MASBOSQUES, 2008).

#### **4. Metodologías de modelación aplicadas a la sostenibilidad**

##### *Marco de análisis institucional y desarrollo (IAD)*

En escenarios tan distintos como las relaciones familiares, el mercado, las asociaciones, el gobierno, la iglesia, etc., se establecen formas y costumbres de comportarse y de relacionarse con los otros. A estas, la economía las define como instituciones, es decir, aquel conjunto de preceptos y maneras implícitos que median las relaciones entre personas, grupos y organizaciones. De esta manera, las instituciones desempeñan un papel primordial para estructurar, facilitar y agilizar las relaciones y las comunicaciones en un contexto dado.

Ostrom (2005) resalta que en la vida contemporánea existe una gran diversidad de instituciones; a tal punto que no somos conscientes de la cantidad de normas, reglas y estrategias que debemos seguir. Esta autora afirma que las instituciones son inherentes al comportamiento humano y por tanto se podría decir que, en la medida en que se comprendan los elementos comunes y las regularidades que guardan distintos tipos de situaciones, regidas por instituciones, se conocerá mejor al ser humano y a la sociedad. Este tipo de preocupaciones llevó a plantear herramientas de análisis transversales a diversos problemas y a diversas escalas. Como resultado, el Marco de Análisis y Desarrollo Institucional (IAD), ahonda en la estructura de un proceso de interacción de este tipo (*Action Arena*), permite desarrollar modelos explicativos de agentes que interactúan y produce resultados emergentes.

**EFFECTO DEL ESTRÉS SOCIAL EN HOMBRES Y MUJERES SOBRE LA ACTIVACIÓN DE LA CORTEZA ORBITOFONTAL ASOCIADA A UNA TAREA DE REVERSIÓN DE CONTINGENCIAS DE RECOMPENSA Y CASTIGO**

Algunos ejemplos de situaciones de este tipo son: el mantenimiento de un bosque de uso común en una comunidad, la prestación de servicios de un sector económico específico en un área urbana definida, el ejercicio de la medicina convencional y tradicional en una población rural, un programa de conservación de una especie en peligro que involucra a la población local en el uso del territorio, entre otros.

En estos ejemplos y en general las relaciones entre seres humanos son sistemas complejos adaptativos, con componentes organizados en múltiples niveles, que generan resultados emergentes. Desde esta metodología de análisis se busca comprender estructuras complejas y generar capacidad para identificar el panorama de resultados y efectos posibles. El nivel de detalle dependerá de la escala de análisis que se asuma; es por ello que asumir un único nivel de análisis no es suficiente para comprender un proceso complejo de manera integral. Como fruto de esta reflexión, la metodología IAD busca identificar aquellas unidades estables (*bolons*) que componen a un sistema complejo adaptativo, unidades que se caracterizan por aquellas propiedades derivadas de la organización jerárquica del sistema.

Tabla 1. Diagnóstico desde el marco de Análisis y Desarrollo Institucional (IAD) del desarrollo de proyectos forestales de captura de carbono.

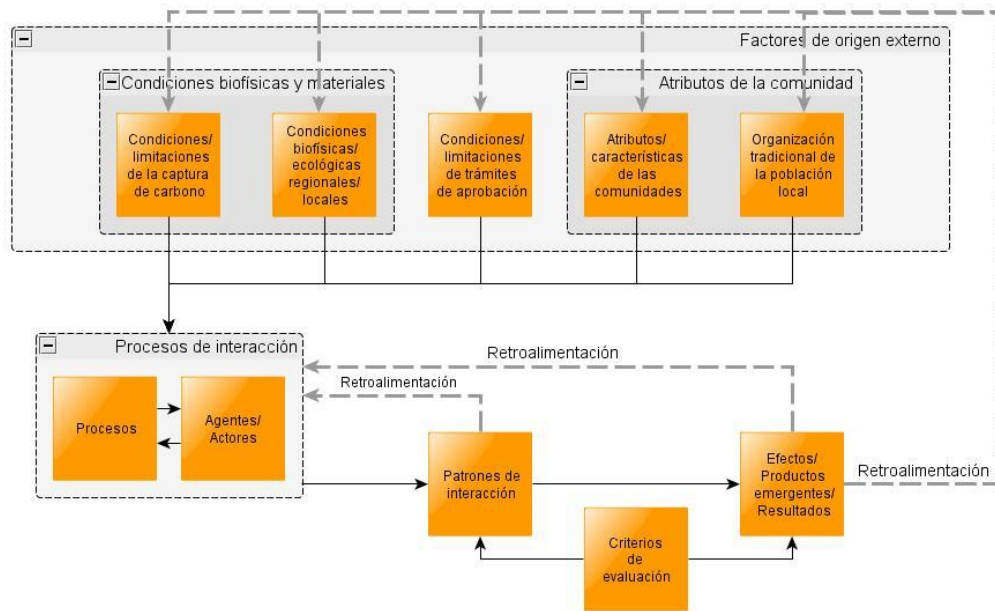
<b>Elemento</b>	<b>Información requerida</b>	<b>Caso: proyectos forestales de captura de carbono</b>
Conjunto de actores	¿Quiénes participan?	Dueño del proyecto, propietarios de latifundios, propietarios de minifundios, consultores del proyecto, instituciones locales de apoyo técnico, habitantes de áreas aledañas.
Grupos de interés	¿Hay intereses que se comparten entre los actores?	Dueños y funcionarios del proyecto, propietarios de predios
Interacciones	¿Cuáles son los procesos de interacción más relevantes?	Concepción de idea de proyecto, elaboración de propuesta inicial, diseño de la captura de carbono, establecimiento del proyecto, aprobación y registro, ejecución del proyecto
Resultados potenciales	¿Cuáles son los efectos de los intereses de quienes hacen parte del conjunto	Aportes al desarrollo sostenible, servicios ecosistémicos, bonos de captura de carbono, madera

	de interacciones?	
Nivel de control sobre la elección	¿Hay alguien que controle los procesos de interacción?	Entidades de orden nacional e internacional y organizaciones certificadoras
Información disponible	¿De qué tanta información disponen los participantes?	Dueños: conocen a fondo la dimensión técnica del proyecto, propietarios de predios: manejan muy poca información en general
Costos y beneficios de interacciones y resultados	¿Qué tan costosos son los procesos para cada participante y cuáles son los beneficios que logran obtener de los resultados derivados del proceso de interacción?	Costos: En general para los desarrolladores del proyecto los costos asumidos son demasiado altos durante los procesos de concepción de idea de proyecto, propuesta inicial, diseño de captura de carbono, establecimiento del proyecto, aprobación y registro; durante la fase de ejecución del proyecto, que es la más larga, los costos bajan considerablemente. Para los propietarios de predios los costos son asumidos durante la fase de ejecución y corresponden al costo de oportunidad de los suelos destinados. Beneficios: los desarrolladores del proyecto obtienen pocos beneficios derivados de los bonos de captura de carbono comparado con los costos asumidos; los dueños de predios obtienen beneficios por la madera cosechada al final del periodo compromiso de la plantación, por bonos de carbono en menor medida; los habitantes de áreas aledañas se benefician por mejores servicios ecosistémicos.

Fuente: elaboración propia, a partir de Ostrom (2011).

**EFFECTO DEL ESTRÉS SOCIAL EN HOMBRES Y MUJERES SOBRE LA ACTIVACIÓN DE LA CORTEZA ORBITOFRONTAL ASOCIADA A UNA TAREA DE REVERSIÓN DE CONTINGENCIAS DE RECOMPENSA Y CASTIGO**

Figura 3. Esquema de Análisis y Desarrollo Institucional (IAD) aplicado al desarrollo de proyectos forestales de captura de carbono



Fuente: Elaboración propia, a partir de Ostrom (2005).

Desde el IAD el análisis de un problema requiere identificar la escala de análisis en el cual se localiza y entiende el lenguaje que se maneja a dicho nivel; así como a uno o dos niveles por encima y por debajo del nivel focal para su tratamiento. A este método se le conoce como sistema complejo multinivel, desde el cual se analiza la interacción entre subsistemas y del sistema con el entorno. Dentro de los aportes que realiza la metodología IAD, está el análisis del subsistema de Procesos de Interacción (*Action Arena*), a partir del cual se analizan los agentes que intervienen y los procesos donde estos se encuentran (*Action Situation*). Ejemplos de estos últimos son: transacciones de mercado, solución de problemas, luchas y conflictos de poder, etc. Para comprender mejor un subsistema de procesos de interacción (*Action Arena*), es necesario conocer los factores externos que influyen y la manera en que los resultados emergentes del sistema pueden influir sobre estos. Tales factores pueden agruparse en tres tipos: institucionales, naturales y culturales. Otra manera de complementar el análisis de este subsistema es determinando las interacciones de este con otros procesos de interacción (*Action Arena*).

Desde esta metodología, la modelación de la sostenibilidad de un proyecto forestal de captura de carbono requiere identificar y organizar la información referente a la ejecución del proyecto. La información que se deriva de la aplicación de este análisis se presenta en la Tabla 1 y en la Figura 3.

*Sistemas socio ecológicos (SSE)*

El modelo básico en el que se enmarcan los Sistemas Socio-Ecológicos (SSE) que construye Ostrom (2009), cercano al IAD (Ostrom 2011; Ostrom 2005), Se presenta en su forma más sencilla en la Figura 4.

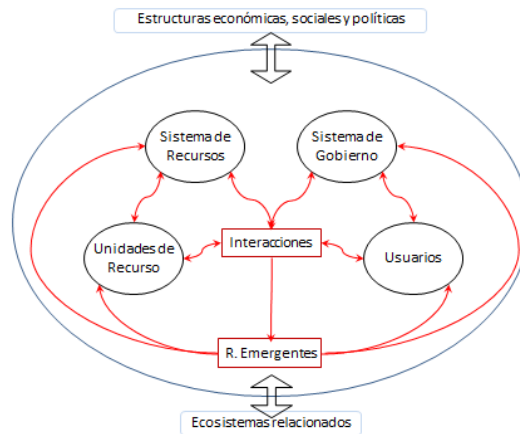


Figura 4. Modelo Básico de sistema socio-ecológico

Fuente: Tomado de Ostrom (2009, p. 420), Traducción propia.

Este modelo discrimina las escalas y es elaborado para la dinámica de sistemas locales. En esta forma, existen cuatro grupos de subsistemas. Si se tiene en cuenta la escala, el modelo contempla dos escalas: la individual (donde hay unidades de recurso y usuarios) y la grupal (donde están los usuarios). También puede hacerse una diferencia por sistemas ecológicos (unidades y sistemas de recursos) y sociales (usuarios y sistemas de gobierno). Estos subsistemas componen un sistema mayor, que a su vez está en relación con otros sistemas del mismo orden y está inmerso en sistemas mayores. La dinámica de estos sistemas está en las interrelaciones dentro del sistema entre usuarios, sistemas de gobierno, sistemas de recursos y unidades de recursos, que determinan unas propiedades emergentes tales como instituciones (especialmente informales) de cuyo éxito depende la sostenibilidad del sistema en el largo plazo. Hay que notar aquí que el sistema del que hacen parte los AR-MDL no es exclusivamente de propiedad común o propiedad privada; de hecho lo que debe introducirse en su análisis es la heterogeneidad de sistemas de propiedad (Ostrom, 2003).

## **EFFECTO DEL ESTRÉS SOCIAL EN HOMBRES Y MUJERES SOBRE LA ACTIVACIÓN DE LA CORTEZA ORBITOFONTAL ASOCIADA A UNA TAREA DE REVERSIÓN DE CONTINGENCIAS DE RECOMPENSA Y CASTIGO**

En este caso los regímenes de derechos de propiedad pueden acercarse más a la propiedad privada en el caso del suelo sobre el que se van a sembrar los árboles. Pero las condiciones *sine qua non* (captura de carbono y desarrollo sostenible) implican un análisis desde los derechos más cercanos al uso común pues la mitigación del calentamiento global, la disminución de la polución local, o los regímenes hídricos y la biodiversidad que puede llegar a ofrecer el sistema forestal en conjunto no caben dentro de la concepción de la propiedad privada. Adicionalmente, la generación de sistemas de monitoreo y la solución de diferencias entre actores tiene un carácter que trasciende los límites de la propiedad privada y llega a ser fundamental para el proyecto mismo.

En este sentido, es más fácil lograr la gobernanza de los bienes comunes si: (i) existe la posibilidad de monitoreo y verificación de la información a un bajo costo; (ii) La comunidad que usa el recurso es relativamente estable, es decir, si las tasas de cambio de recursos, de población de la comunidad y de variables tecnológicas, sociales y económicas, son más bien estables; (iii) existe una comunicación continua entre miembros de una comunidad que es un capital social inicial en forma de redes sociales densas; (iv) se puede generar exclusión a individuos que no pertenecen a la comunidad a un bajo costo, (v) conocimiento por parte de los miembros de los posibles beneficios y riesgos de los cambios en las normas, (vi) los participantes planean permanecer en la misma área por largo tiempo por lo que no descuentan el futuro y (vii) unas reglas de elección colectiva que disminuyan los costos de transacción (Dietz, et, al., 2003; Ostrom, 2003).

Con relación a la escala, es importante tener en cuenta que los bienes comunes globales, como el clima, y los bienes comunes locales, como los servicios ecosistémicos que ofrece un bosque, están interrelacionados, al igual que los sistemas institucionales globales y los locales (Ostrom, E., et al., 2002).

Sin embargo, el marco que se ha presentado hasta aquí consiste en un análisis de una sola escala, y la naturaleza de los MDL es distinta pues integra escalas de decisión globales, criterios nacionales, incidencias regionales e impactos locales; por tanto, el análisis debe incluir la interacción entre escalas. La preocupación por la toma de decisiones consensuada que muestra casos de éxitos en promover la sostenibilidad de sistemas de recursos a niveles pequeños, específicamente locales, resulta más problemática a niveles superiores, y especialmente en el marco internacional, como lo es la UNFCCC. Una de las propuesta ha sido la de extrapolar las experiencias de las dinámicas locales a las escalas mayores (Ostrom et al., 1999; Dietz et al., 2003).

Berkes et al. (2003) utilizan un enfoque de resiliencia de los SSE, en el que extienden la aplicación del concepto ecológico. Fundamentalmente lo que quiere decir esto es que los SSE, que están sujetos a cambios y perturbaciones constantes, al momento de enfrentarlos pueden de cierta forma asimilarlos sin tener que sufrir cambios drásticos en sus esquemas de funcionamiento. Esto depende seriamente de la auto-organización de la que sea capaz el sistema y de su habilidad para aprender y adaptarse a las nuevas condiciones. Para entender los impactos que se generan sobre los SSE los autores implementan el concepto ecológico del disturbio (ya sea externo o interno) y resaltan el papel de la memoria ecológica y social para lidiar con estos eventos.

Adicionalmente, Davidson-Hunt y Berkes (2003) hacen mención de tres tipos de ocurrencia de eventos (llamados sorpresas por los autores) en relación con la incertidumbre. El primer tipo consiste en eventos o disturbios que pueden solucionarse a nivel local, como resultado del aprendizaje de uno o unos pocos individuos por medio de interacción. El segundo caso incluye aquellos cambios a nivel regional o global cuya solución requiere interacción institucional entre escalas. El tercer caso, que consiste en aquellos eventos que son totalmente nuevos, en la medida en que se encuentran fuera de la experiencia humana. Desde esta perspectiva la “resiliencia emerge del inventario institucional de una sociedad para lidiar con estos tres tipos de sorpresas” (Davidson-Hunt y Berkes, 2003 p. 63).

La interacción entre escalas es bastante clave, pues muchas de las respuestas institucionales ante fenómenos complejos, especialmente ambientales, tienen que ver con la habilidad de comunicación, organización y cambios a diferentes niveles. Desde la perspectiva de Berkes et al., (2003) se diferencian las características cíclicas y evolutivas de los sistemas tanto sociales como ecológicos y se proponen los momentos de crisis como puntos de reestructuración sistémica, de la que no escapa la renovación institucional. Estos ciclos se constituyen por medio de una integración entre escalas de fenómenos que integran la importancia del espacio y el tiempo. Una de las ideas claves que manejan, es que los ritmos de cambio son de proporción inversa a la escala del fenómeno. Por otra parte, Young (2002) menciona que hay que tener en cuenta que tales interacciones generan choques entre esquemas de instituciones comunales, muchas veces informales, que no han entrado aún en las economías de mercado y las instituciones regionales y nacionales que son formales y por su cercanía a la economía de mercado optan por la explotación sin respetar la sostenibilidad. El principal mensaje del autor es que la relación interinstitucional no siempre es de intercambio bilateral, sino que puede darse de manera unilateral, a modo de imposición, y que generalmente se da de la escala superior a la inferior.

Uno de los problemas a los que se enfrenta la institucionalidad de los MDL hoy es justamente esa, ya que en una crisis como la actual se requiere un cambio institucional que permita la sostenibilidad global tanto como la local (Berkes et al., 2003).



## **EFFECTO DEL ESTRÉS SOCIAL EN HOMBRES Y MUJERES SOBRE LA ACTIVACIÓN DE LA CORTEZA ORBITOFONTAL ASOCIADA A UNA TAREA DE REVERSIÓN DE CONTINGENCIAS DE RECOMPENSA Y CASTIGO**

Al replicar este mensaje al caso de los AR-MDL, hay que notar que las instituciones de orden global (UNFCCC) se centran en la sostenibilidad del clima global, en las responsabilidades de las naciones y en la participación de los poderosos (como fue el caso de Australia y como sigue siendo el caso de Estados Unidos frente a la ratificación del Protocolo de Kioto). Las instituciones de orden nacional (AND) emiten el concepto de aceptación en relación al aporte al desarrollo sostenible que genere un proyecto, pero los proyectos en sí generan impactos de orden local y regional, de modo que entran a interactuar con las instituciones de dichas escalas (Mora-Motta, 2011). Ante la dinámica propia de los AR-MDL, existe incertidumbre por la capacidad y volumen de representación que poseen los intereses locales y regionales respecto a la toma de decisiones frente a las escalas nacional y global.

### *Sistemas Co-Evolutivos (SCE)*

Las raíces de la co-evolución se encuentran en perspectivas de la biología que buscaban vincular los cambios en los sistemas biofísicos a los que ocurren en lo social. No obstante, después se vinculó la co-evolución más desde una perspectiva que busca un entendimiento de la realidad compleja, que interrelaciona cambios que se dan dentro de las esferas sociales y que inciden sobre aquellos elementos del mundo natural y viceversa. En resumen, se trata de un enfoque encaminado a explicar los retos reales del desarrollo sostenible en un mundo en que los impactos ambientales son demasiado grandes, teniendo en cuenta que existe una interacción múltiple entre sistemas de valores, de conocimiento, de organización, tecnológicos y ambientales (Norgaard, 1994).

El concepto de co-evolución resulta clave para el análisis ya que constituye una visión en la que el desarrollo dinámico de sistemas con características propias puede variar, heredar y seleccionar, teniendo en cuenta los procesos que están inmersos en otras esferas y viceversa. Tales procesos pueden darse en cualquier tipo de unidad de análisis en un sistema complejo (Norgaard y Kallis, 2010). Es en este contexto que Norgaard y Kallis (2010) hablan de Co-evolución Socio-Ecológica, donde los sistemas biofísicos no solo dependen de sus fluctuaciones naturales sino de las decisiones sociales, al igual que los mismos SSE de los que se viene hablando.

Gual y Norgaard (2010) plantean una síntesis de los sistemas co-evolutivos por medio de una teoría que se enfoca en diferenciar claramente entre sistemas y procesos, planteando dos interrogantes las siguientes interrogantes: “1) cuáles son las unidades básicas, características y modos de cada uno de los procesos, y 2) cómo esos procesos se relacionan entre sí creando la co-evolución sistémica que parece estar formando la vida en nuestro planeta” (Gual y Norgaard, 2010, pág. 711). Los autores identifican algunos procesos generales que van modificando los sistemas. Desde el punto de vista

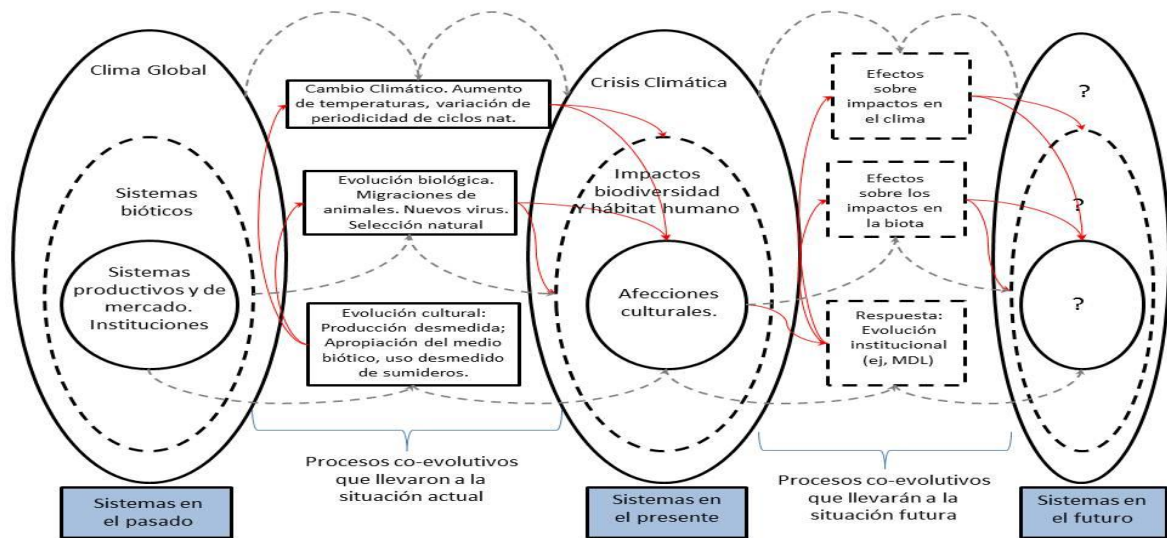
biofísico manejan una concepción de procesos macro y micro. Los macro consisten en la interacción entre las condiciones abióticas del planeta, como el clima, con las formas de vida. Los micro, hablan de la modificación genética de los organismos. La primera afecta la evolución de las culturas y la segunda la evolución del *homo sapiens*.

La evolución cultural, que incluye unidades de individuos, grupos, instituciones, tecnologías, etc., afecta a su vez la evolución biológica (e. g. modificaciones genéticas) y la de las condiciones abióticas (e. g. calentamiento global). Estos procesos van modificando el papel de los sistemas y su forma de relacionarse.

El reconocimiento de la co-evolución de los SSE lleva a la necesidad del análisis de la sostenibilidad de los sistemas relacionados y no de los elementos por separado, teniendo en cuenta, además, que la sostenibilidad de un SSE tiene que evaluarse con los procesos evolutivos de largo plazo, y es por tanto clave identificar las variables más relevantes para llevar a cabo este objetivo (Ostrom, 2009).

Los procesos co-evolutivos tienen que ver principalmente con la forma en que todo el sistema global evoluciona. En la Figura 5 se expone una interpretación de cómo la co-evolución de diferentes procesos llevó al cambio climático y posteriormente a figuras institucionales como el MDL, pero queda por ver que tan efectivas son estas para enfrentar los efectos en todas las esferas (humana, biósfera y atmósfera).

**Figura 5.** Procesos co-evolutivos globales en los que surge el MDL como propuesta institucional para enfrentar el cambio climático y aportar al desarrollo sostenible.



Fuente: Elaboración propia a partir de Gual y Norgaard (2010)

**EFFECTO DEL ESTRÉS SOCIAL EN HOMBRES Y MUJERES SOBRE LA ACTIVACIÓN DE LA CORTEZA ORBITOFONTAL ASOCIADA A UNA TAREA DE REVERSIÓN DE CONTINGENCIAS DE RECOMPENSA Y CASTIGO**

Aunque este esquema no esté tan cerca de los otros dos, pues parecen perderse de vista los niveles locales, tal apariencia no puede existir porque la lógica misma de los problemas ecológicos de hoy, y de las instituciones que responden a ellos deben involucrar la preocupación de verticalidad de la que se habló, es decir, no pueden simplemente desligar las escalas y hablar del globo olvidando lo local, o viceversa; al igual que no se puede perder de vista la dimensión de las naciones.

*Los modelos basados en agentes como una posibilidad para la modelación en estos casos.*

La modelación del desarrollo sostenible ha tenido un numeroso cuadro de enfoques resumido por Todorov y Marinova (2010): (ver Tabla 1).

**Tabla 1.** Resumida de Todorov y Marinova (2010, pág. 4)

<b>Clasificación del modelo</b>	<b>Tipo de modelo</b>	<b>Ejemplos</b>
Modelos de visualización pictórica	Diagramas de flujo, gráficos y dibujos	
Modelos cuantitativos	Basados en matemáticas, estadísticas o análisis sistémico	Macroeconómicos; de equilibrio general; de optimización; de dinámica del sistema; de redes bayesianas; simulaciones de múltiples agentes.
Modelos físicos	Creación y/ recreación de varios ecosistemas	Agua; energía; construcciones y diseño urbano; recreación del hábitat; manejo de la polución y desechos, incluyendo ecología industrial; toxicidad; entre otros.
Modelos Conceptuales	Se basan en escenarios e incluyen los límites del ambiente natural y los impactos negativos sobre este.	Límites al crecimiento; ‘invierno nuclear’; escenarios futuristas.
Modelos de estandarización	Basados en el desarrollo y los indicadores.	Listas y descripciones; aplicaciones en lo local; felicidad nacional bruta.

A pesar de las variadas perspectivas, los autores identifican que los nuevos desarrollos deben encaminarse hacia la construcción un paradigma co-evolutivo (refiriéndose a la evolución conjunta de

interacción entre lo humano, lo económico y lo natural) teniendo en cuenta que el ser humano, inmerso en un mundo natural, ha construido su nuevo entorno (el económico) en detrimento del primero, y “...esta ‘segunda naturaleza’ [refiriéndose a la esfera económica] irónicamente es ahora un peligro para la naturaleza del planeta” (2010, pág. 8). Aunque los autores están más preocupados por los modelos que representen una dinámica global, reconocen la importancia de los modelos de sistemas socio-ecológicos (SSE) a nivel local.

Los Modelos Basados en Agentes (MBA) consisten en una importante herramienta para tratar este tipo de sistemas. Los MBA tienen una base empírica que puede constituirse de varias formas. Si hay bastantes sujetos a modelar, pueden usarse estudios de casos (como contexto) o hechos estilizados (como generalización); en cambio, si hay pocos sujetos, pueden usarse juegos de rol (como contexto) o experimentos de laboratorio (como generalización). Adicionalmente, debe describirse explícitamente el proceso de decisión de los agentes a nivel micro, y el nivel macro surge de la interacción (Janssen y Ostrom, 2006b).

Ha habido desarrollos muy importantes respecto del enfoque de los SSE que permitirían una aproximación adecuada para el presente tema. Janssen y Ostrom (2006) hacen una presentación muy apropiada de los SSE y tienen un estudio riguroso de trabajos que utilizan los MBA para casos concretos. Las razones que dan para utilizar los MBA como metodología para el estudio de los SSE son las siguientes:

- “La decisión de los agentes se basa en reglas internas de decisión
- La inclusión explícita de las interacciones entre agentes ayuda a integrar la visión de la comunicación como medio de manejo de dilemas sociales.
- Los MBA se acercan a modelos de la ecología
- Los MBA sirve para modelar sistemas adaptativos complejos
- Los MBA permite tratar explícitamente el problema de la escala.” [traducción propia] (Janssen y Ostrom, 2006a, pág. 1472)

Adicionalmente, los autores mencionan que los SSE son:

- i. Sistemas compuestos por componentes biofísicos y sociales,
- ii. Sistemas donde los individuos con conciencia propia invierten tiempo y esfuerzo en desarrollar formas de infraestructura física e institucional que afecte la manera en que el sistema funciona en el tiempo.
- iii. Sistemas con diversos disturbios externos y problemas internos
- iv. Sistemas que están incrustados dentro de una red de relaciones entre componentes de menor o mayor escala.

## **EFFECTO DEL ESTRÉS SOCIAL EN HOMBRES Y MUJERES SOBRE LA ACTIVACIÓN DE LA CORTEZA ORBITOFONTAL ASOCIADA A UNA TAREA DE REVERSIÓN DE CONTINGENCIAS DE RECOMPENSA Y CASTIGO**

### **5. Hacia una propuesta de análisis desde el uso conjunto de metodologías IAD, SSE y SCE**

Como estas propuestas no han estado nunca separadas, se han desarrollado de la mano con características propias pero no disonantes. Es importante resaltar que las tres metodologías de análisis buscan, o tienen como una de sus preocupaciones fundamentales la sostenibilidad. Este concepto de sostenibilidad no debe ser entendido como el mantenimiento de un ecosistema en particular ni como la capacidad financiera de auto-sostenimiento de un proyecto, sino como el conjunto de características básicas desde perspectivas complejas que requieren sostenerse integrando las características de los mundos ecológicos y sociales.

Las tres perspectivas reúnen una propuesta de análisis evolutivo o más precisamente co-evolutivo, del que resulta fundamental el análisis del cambio institucional. También se integra el papel de los sistemas locales en la consecución de la sostenibilidad, y desde las tres perspectivas se resalta la forma en que se debe trabajar desde lo local para su construcción, implicando todo en la descentralización de las decisiones (Norgaard, 1994; Davidson-Hunt y Berkes, 2003). El papel de las escalas es muy importante en la aplicación de eventos o contingencias de los niveles más elevados, y envuelven mayor interacción institucional y capacidad de aprendizaje y auto-organización para solucionarlos o adaptarse a las nuevas condiciones (Berkes, 2002).

No se está proponiendo un cambio en las metodologías sino un complemento. En este punto son relevantes las interacciones entre los subsistemas de los SSE como un proceso de co-evolución, a partir de los cuales se identifican los elementos emergentes. En este punto cabe resaltar la IAD, pues los elementos emergentes más importantes son los arreglos institucionales, compuestos por instituciones heterogéneas. El desarrollo sostenible es otro resultado emergente de largo plazo que depende de las instituciones, y su habilidad para encajar dentro del sistema, de modo que no se destruyan los sistemas de recursos, ni los mismos sistemas sociales. En este sentido, las variables que co-evolucionan son las más importantes.

En términos conceptuales, una noción de síntesis puede verse en la Figura 6. Allí, se asume principalmente el esquema de los SSE (Figura 4), pero la clave es que en las interacciones —que son la clave del logro o falla de la sostenibilidad—, actúan más directamente los sistemas superiores y otros sistemas de nivel local, generando unos resultados que de igual manera impactan en los diferentes SSE.

Figura 6. Una propuesta conjunta.

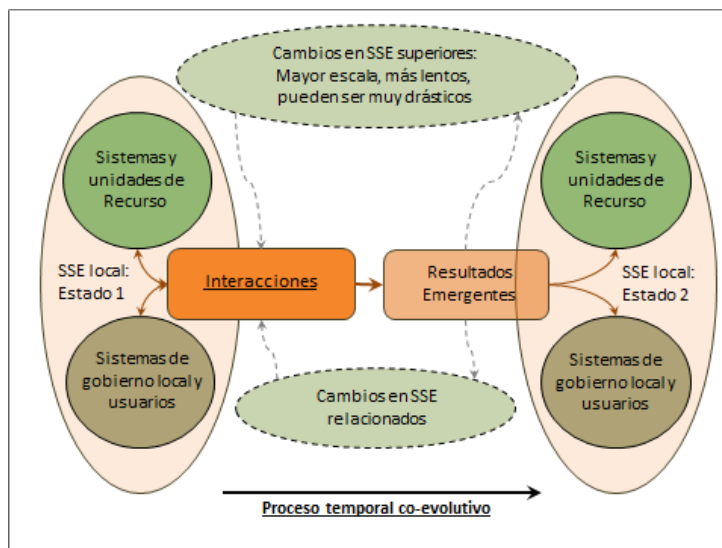


Figura 6. Una propuesta conjunta.

Fuente: desarrollo propio basado en los esquemas de las figuras 4 y 5.

## 6. Los proyectos R-MDL estudiados desde el uso conjunto de estas metodologías

Al realizar una descripción de las características de los AR-MDL desde este conjunto de marcos metodológicos se identificó un conjunto de características comunes:

- Los poseedores de la tierra pueden ir desde pequeños campesinos, a grandes terratenientes.
- La diversidad de tipos de propiedad de la tierra puede ser privada, pública, y/o común. Las reglas contractuales claras ayudan al proyecto, especialmente a la hora de reconocer la distribución de los PSA, que dependen de las estructuras de propiedad.
- Presentan características multi-escala. Aunque la aplicación del proyecto sucede en el orden local y afecta a las comunidades locales, las instituciones de desarrollo y ambiente a escala regional se encuentran vinculadas al proceso. La reglamentación a escala nacional es decisiva, así como los criterios de sostenibilidad. Adicionalmente, debe observarse la escala global al interior de la cual se ubica la verificación de la reducción de emisiones y el mecanismo de precios que define la rentabilidad de los proyectos.

## **EFFECTO DEL ESTRÉS SOCIAL EN HOMBRES Y MUJERES SOBRE LA ACTIVACIÓN DE LA CORTEZA ORBITOFRONTAL ASOCIADA A UNA TAREA DE REVERSIÓN DE CONTINGENCIAS DE RECOMPENSA Y CASTIGO**

- El capital social de orden local que se involucra en el proyecto es indispensable para el desarrollo del proyecto y su sostenimiento en el tiempo, así como el aporte al desarrollo sostenible.

Este conjunto de características entra a trabajar con el conjunto de elementos e interacciones que involucran este tipo de proyectos. Las características básicas se esquematizan en el modelo conceptual presentado en la Figura 7. Al observar esta figura no se puede olvidar que el proceso co-evolutivo, en el que intervienen reglas de mayor tamaño puede incidir fuertemente sobre lo que ocurre a nivel local. Por las estructuras de los Estados-nacionales las reglas de orden nacional tienden a ser muy fuertes y en casos de centralización del poder, los resultados pueden ser la imposición de la institución nacional sobre la local. Pero si las instituciones se retroalimentan pueden fortalecerse mutuamente, como muestran Corbera *et al.* (2009). De igual forma, el trabajo de estos autores encuentran que las reglas del MDL pueden ser impositivas, tal como lo exponía Young (2002), al ser las instituciones de ordenes mayores las que generalmente adquieren mayor fuerza e imponen su autoridad sobre las locales.

En la Figura 7, puede verse que el enfoque se hace sobre los subsistemas sociales. Aunque la aplicación se lleva a cabo localmente, el sistema de gobernabilidad muestra que actores externos a la escala local inciden en ese sistema, por ejemplo la Autoridad Nacional Designada (AND), lo que puede generar tensiones e incluso conflictos. De igual manera, la heterogeneidad de participantes, en el sistema de usuarios, puede terminar en inconformidades (como en el caso del proyecto de China), que podrían trascender a conflictos.

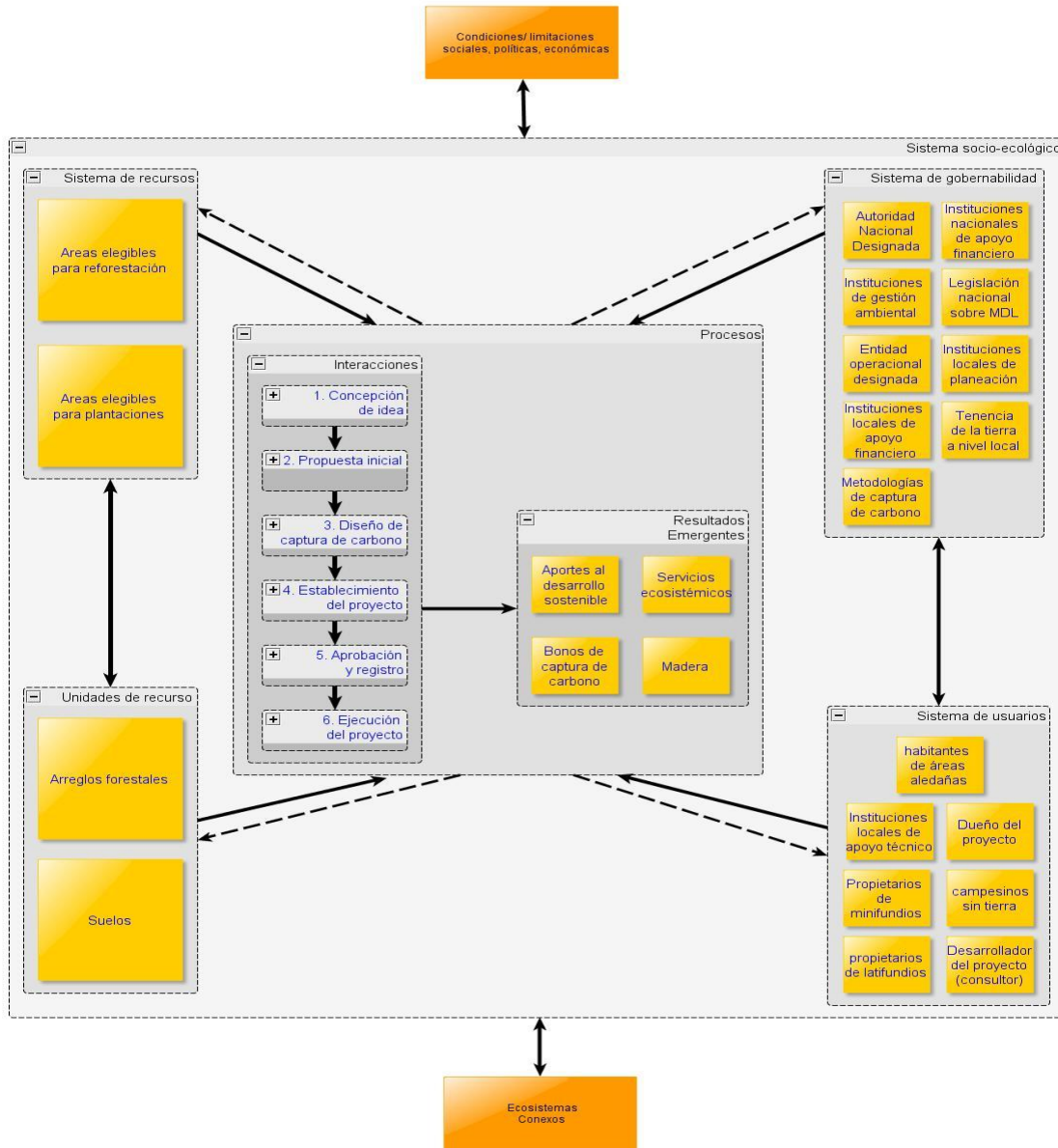


Figura 7. Desarrollo de proyectos forestales de captura de carbono analizados de manera conjunta desde el Marco de Análisis y Desarrollo (IAD) y Sistemas Socio-ecológicos.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Ostrom (2011).

En los casos de Colombia ha sido posible la identificación especialmente de las instituciones formales y algunas características de las informales, pero queda por investigar más a fondo como se desarrollan y evolucionan las reglas informales a nivel local.

También queda por investigar esa asociación o disociación entre las políticas nacionales y estos mecanismos al ser desarrollados mediante proyectos concretos.



## **EFFECTO DEL ESTRÉS SOCIAL EN HOMBRES Y MUJERES SOBRE LA ACTIVACIÓN DE LA CORTEZA ORBITOFONTAL ASOCIADA A UNA TAREA DE REVERSIÓN DE CONTINGENCIAS DE RECOMPENSA Y CASTIGO**

### **7. Conclusiones**

Con la preocupación que genera el cambio climático sumada a preocupaciones por el desarrollo sostenible que involucran las necesidades de los países en desarrollo el presente trabajo se centró en analizar tres metodologías existentes, una con más trayectoria (la IAD) y otras más recientes (SSE y SCE) y buscó generar una metodología conjunta que permita entender de un modo más amplio las complejidades de proyectos de captura de carbono.

Inicialmente el trabajo recoge algunos casos de proyectos de captura de carbono y resalta algunas de sus características. Aunque se menciona el primer proyecto MDL forestal, que se desarrolla en China, por algunas de las dinámicas que identifica el estudio, se recogen trabajos que han analizado diferentes casos en Latinoamérica. Los estudios en general resaltan que las instituciones, entendidas como el conjunto de códigos, reglas y rutinas que condicionan una situación, son muy importantes para generar PSA, para su distribución y en relación al capital social necesario para llevar a cabo el proyecto. En los proyectos colombianos, las instituciones de importancia para la sostenibilidad del proceso fueron: la concertación previa con propietarios del suelo, el diseño de los beneficios derivados del proyecto, establecimiento de una agenda de actividades sociales de la mano de la agenda de actividades técnicas, socialización del proyecto entre la población local de las distintas fases del mismo, derechos de propiedad definidos, procesos de concertación antes y durante el diseño y ejecución del proyecto y canales para la comunicación fluida entre funcionarios del proyecto y la población local.

El trabajo pasa a exponer los diferentes tipos de metodología de análisis. En primer lugar explora la IAD, que consiste en identificar las interacciones que se dan en una situación específica (*Action Arena*), y analizar los agentes que intervienen con los procesos donde estos se ubican (*Action Situation*). La segunda metodología tenida en cuenta son los SSE, que son sistemas complejos que reúnen cuatro subsistemas: desde el lado ecológico están las unidades de recurso y los sistemas de recurso; desde el lado social se encuentran los usuarios de los recursos y los sistemas de gobierno; la clave aquí es que estos sistemas generan unas interacciones y unos resultados emergentes, que en últimas van a garantizar la sostenibilidad del sistema, y tienen como ventaja frente a la metodología anterior que relacionan la parte ecológica, pero puede perder foco la institucional. La tercera son los SCE, que suponen que los diferentes sistemas sociales y naturales evolucionan siguiendo patrones de adaptación y aprendizaje, y aunque cada uno de estos tenga características propias, la parte ambiental y la social van interactuando en cuanto a su evolución, es decir, co-evolucionan. Esta perspectiva trae ventajas para enmarcar las dinámicas interrelacionadas a diferentes niveles que complementa las visiones anteriores permitiendo ver la misma dinámica con una óptica más amplia pero menos específica. Posteriormente el trabajo hace un recuento de algunas formas de modelar y resalta el papel de los modelos basados en agentes.

El aporte principal del presente trabajo consiste en rescatar las características comunes de estas tres perspectivas, enfatizando especialmente en la interacción fuera de una sola escala, dada la necesidad de entender mecanismos complejos como el MDL, o relaciones entre los sistemas naturales globales con los locales. La metodología conjunta permite una forma de caracterizar mejor la forma en que los actores y sistemas de gobierno interactúan en un sistema socio-ecológico que es afectado por un proyecto MDL forestal.

Finalmente queda por mencionar que, en términos prácticos hace falta mucha investigación, principalmente de las interrelaciones entre escalas, que puedan conectar mejor las metodologías, y de la identificación de instituciones informales. Otra cara de la investigación puede correr por la modelación basada en agentes, utilizando las caracterizaciones de la presente metodología.

### **Bibliografía**

1. Berkes, F., Colding, J. y Folke, C.. (eds.) *Introduction. Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change.* pp. 1-29. Cambridge: Cambridge University Press.
2. Boyd, E., Hultman, N., Roberts, T., et al. (2009). *Reforming the CDM for sustainable development: lessons learned and policy futures.* Environmental Science & Policy 12, pág. 820-831.
3. Boyd, E., Gutierrez, M., y Chang, M. (2007a). Small-scale forest carbon projects: Adapting CDM to low-income communities. *Global Environmental Change.* Vol. 17. pp. 250-259.
4. Boyd, E., May, P., Chang, M., y Veiga, F. (2007b). Exploring socioeconomic impacts of forest based mitigation projects: Lessons from Brazil and Bolivia. *Environmental Science & Policy.* Vol. 10. pp. 419-433
5. Brown, K., Adger, W. N., Boyd, E., Corbera Elizalde, E., y Shackley, S. (2004). *How do CDM projects contribute to sustainable development?* (Rep. No. 16). Norwich: Tyndall Centre for Climate Change Research.
6. Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare- CORNARE (2006). *Plan de ordenación y manejo de la cuenca Abreo-Malpaso, municipio de Rionegro.* El Santuario: Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare- CORNARE.
7. Corporación Autónoma Regional Rionegro-Nare CORNARE. (2009). Modelo de Financiación Alternativo para e Manejo Sostenible de los Bosques de San Nicolás. Corporación Autónoma Regional Rionegro-Nare CORNARE 18-11-2009.
8. Davidson-Hunt y Berkes, (2003). *Nature and society through the lens of resilience: toward a human-in-ecosystem perspective.* En: Berkes, F., Colding, J. & Folke, C.. (eds.) *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change.* pp. 53-82. Cambridge: Cambridge University Press.

**EFFECTO DEL ESTRÉS SOCIAL EN HOMBRES Y MUJERES SOBRE LA ACTIVACIÓN DE LA CORTEZA ORBITOFONTAL ASOCIADA A UNA TAREA DE REVERSIÓN DE CONTINGENCIAS DE RECOMPENSA Y CASTIGO**

9. Florides, G. A. y Christodoulides, P. (2008) Global warming and carbon dioxide through sciences. *Environment International*, (in press).
10. Gong, Y., Bull, G., y Baylis, K. (2010). *Participation in the world's first clean development mechanism forest project: The role of property rights, social capital and contractual rules*. *Ecological Economics*. Vol. 69. pp. 1292-1302
11. Gual, M. y Nogaard, R. (2010). Bridging ecological and social systems coevolution: a review and proposal. *Ecological economics*, 69, pág. 707-710.
12. Janssen, M. y Ostrom, E. (2006a). Governing Socio-Ecológico Systems. En: L. Tesfatsion y K. L. Judd (Eds.), *Handbook of Computational Economics*. Vol. 2. North-Holland. Págs. 1465-1509.
13. Janssen, M. y Ostrom, E. (2006b). Empirically based, agent based models. *Ecology and Society*, 11(2), 37.
14. Lloyd, B., & Subbarao, S. (2011). *Can The Clean Development Mechanism (CDM) deliver?* *Energy Policy* 39(3), pág. 1600-1611.
15. Mora-Motta, A. (2011). *El Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto y el cumplimiento de su objetivo del Desarrollo Sostenible*. Bogotá: Trabajo de Grado. Universidad Nacional de Colombia. Inédito. 36 págs.
16. Nogaard, R. B., y Kallis, G. (2010). *Coevolutionary ecological economics*. *Ecological Economics* 69, pp. 690-699
17. Norgaard, R. (1994). *Development betrayed. The end of progress and a coevolutionary revisioning of the future*. New York: Routledge.
18. Olsen, K. H. y Fenhann, J. (2008). Sustainable development benefits of clean development mechanism projects A new methodology for sustainability assessment based on text analysis of the project design documents submitted for validation. *Energy Policy*, 36, pág. 2819-2830.
19. Ostrom, E. (2011). Background on the Institutional Analysis and Development. *The Policy Studies Journal*, Vol. 39, No. 1, pág 7-27.
20. Ostrom, E. (2009). *A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems*. *Science* Vol. 325, pág. 419-422.
21. Ostrom, E. (2005). *Understanding institutional diversity*. New Jersey: Princeton University Press.
22. Ostrom, E. (2003). *How types of goods and property rights jointly affect collective action*. *Journal of theoretical politics* 15(3), pág. 239-270.
23. Ostrom, E. et al., (2002) Introduction. *The Drama of the Commons*. Committee on the Human Dimensions of Global Change. E. Ostrom, et al., Eds. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: National Academy Press.

24. Ostrom, E., et al. (1999). *Revisiting the commons: local lessons, global challenges*. Science, Vol. 284, pág. 278-282.
25. Rojas, M. y Alward, B. (2003). *What are we learning from experiences with markets for environmental services in Costa Rica? A review and critique of the literature*. London, UK: International Institute for Environment and Development.
26. Schlamadinger, B., Bird, N., Johns T, et al. (2007). *A synopsis of land use, land-use change and forestry (LULUCF) under the Kyoto Protocol and Marrakech Accords*. Environmental Science & Policy 10, pág. 271-282
27. Stern, N. (2007). *El informe Stern: la verdad del cambio climático*. Barcelona, España: Paidós.
28. Sutter, C. y Parreño, J. C. (2007). Does the current Clean Development Mechanism (CDM) deliver its sustainable development claim? An analysis of officially registered CDM projects. *Climatic Change*, 84, pág. 75-90.
29. Teixeira, M., Murray, M., y Carvalho, M. (2006). Assessment of land use and land use change and forestry (LULUCF) as CDM projects in Brazil. *Ecological Economics*, 60, pág. 260-270.
30. Thomas, S., Dargusch, P., y Harrison, S. (2010). Why are there so few afforestation and reforestation Clean Development Mechanism projects *Land Use Policy*, 27, pág. 880-887
31. United Nations Framework Convention on Climate Change. (1997). Kyoto Protocol. 13-11-2009.
32. United Nations Framework Convention on Climate Change (2002). *Report of the Conference of the Parties on its Seventh Session, Held at Marrakesh from 29 October to 10 November 2001*. (Rep. No. FCCC/CP/2001/13). Marrakesh, Morocco: United Nations.
33. United Nations Framework Convention on Climate Change (2007). *Forestry Project for the Chinchiná River Basin, an Environmental and Productive Alternative for the City and the Region*. United Nations Framework Convention on Climate Change.
34. United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change- IPCC (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Cambridge, United Kingdom and New York, USA: Intergovernmental Panel on Climate Change.
35. Vitousek, P. M. (1992). *Global environmental change an introduction*. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 23, pág. 1-14.
36. Young, O. (2002), *Institutional interplay: the environmental consequences of cross-scale interactions*. En: Ostrom et al. (Eds.) *The Drama of the Commons*. Washington, DC: National Academy Press, National Research Council, Committee on the Human Division of Behavioral and Social Sciences and Education.