

2012-06-01

Ecología industrial y desarrollo humano integral sustentable. Dinámica social, ambiental y económica

John Harold Muñoz Rojas
Universidad de La Salle, Bogotá, jmunoz@unisalle.edu.co

Carlos Fernando Parra Moreno
Universidad de La Salle, Bogotá, cparra@unisalle.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/gs>

Citación recomendada

Muñoz Rojas, John Harold and Parra Moreno, Carlos Fernando (2012) "Ecología industrial y desarrollo humano integral sustentable. Dinámica social, ambiental y económica," *Gestión y Sociedad*: No. 1 , Article 11.

Disponibile en:

This Artículo de investigación is brought to you for free and open access by Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in *Gestión y Sociedad* by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Ecología industrial y desarrollo humano integral sustentable. Dinámica social, ambiental y económica

John Harold Muñoz Rojas*
Carlos Parra Moreno**

Recibido: 20 de noviembre del 2011 – **Aprobado:** 12 de marzo del 2012

Resumen

La sostenibilidad no ha sido posible, debido a que se ha implementado un modelo de desarrollo *sociotecnológico*, que fomenta la desorganización de los ecosistemas naturales, ocasionando un incremento de la *entropía* del ecosistema natural. La *ecología industrial* tiene como objetivo asimilar en sus procesos productivos los sistemas naturales, transformando los sistemas de producción lineales en sistemas de producción cíclicos, para buscar desarrollo sustentable. En consecuencia, el trabajo se implementa en la localidad 16 de Bogotá (Puente Aranda) la “matriz de interacciones socio-ecológica”, para identificar las interacciones-tensiones, y los problemas críticos-indiferentes, activos-pasivos presentes, para facilitar la construcción de una serie de indicadores que ordenan las prioridades y la toma de decisiones; asimismo, identifica actores, responsabilidades y posibilidades de desarrollo sustentable.

Palabras clave

Ecosistema, ecología industrial, desarrollo sustentable, matriz socioecológica.

* Economista, Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Finanzas Públicas, Escuela Superior de Administración Pública (ESAP). Estudios de Maestría en Economía Universidad Santo Tomás. Docente investigador, Universidad de La Salle. Pertenece al Grupo de Investigación en Responsabilidad Social Ambiental (Girsa). Correo electrónico: jmuñoz@unisalle.edu.co

** Economista, magíster en Administración y Economía. Docente investigador de la Facultad de Ciencias Administrativas y Contables, Universidad de La Salle. Correo: cparra@unisalle.edu.co

Industrial Ecology and Sustainable Human Development. Social, Environmental and Economic Dynamics

Abstract

Sustainability has not been possible because a *socio-technological* development model that promotes the disruption of natural ecosystems has been implemented, causing an increase in the *entropy* of the natural ecosystem. *Industrial ecology* aims to assimilate natural systems in their production processes, transforming linear production systems into cyclic production systems, seeking sustainable development. Consequently, the work is implemented in Locality 16 of Bogotá (Puente Aranda) the "matrix of socio-ecological interactions", to identify interactions-stress, and critical-indifferent, active-passive issues present, to facilitate the construction of a number of indicators that order the priorities and decision making; likewise, it identifies actors, responsibilities and opportunities of sustainable development.

Keywords

Ecosystem, industrial ecology, sustainable development, socio-ecological matrix.

*Para que la especie humana sobreviva
tiene que desarrollar una economía cíclica
en la que todos los materiales se obtengan
de los grandes depósitos (aire, suelo y mar) y se devuelvan
a ellos, y todo el proceso se mueva por energía solar.*

(Kenneth E. Boulding, 1978)

Introducción

El presente trabajo es, básicamente, un avance de la investigación en curso denominada: *Responsabilidad Social y Ambiental de las grandes empresas manufactureras de la localidad de Puente Aranda en la ciudad de Bogotá como alternativa al desarrollo humano integral sustentable*. El título del trabajo pretende reflejar la multidisciplinariedad de dos aspectos centrales: un relacionado con el desarrollo sustentable (DS) y otro relacionado con

el análisis de los ecosistemas sociales y naturales, desde una perspectiva estructural.

La investigación sobre el desarrollo sustentable se ha enfocado en los patrones de consumo o en las desigualdades socioeconómicas. Por otra parte, el problema medio ambiental centra su análisis en los aspectos técnicos como el manejo de residuos, esto se constituye en un análisis parcial de la problemática en general, que se deriva de una falta de comprensión y visión holística, sistémica y estructural de las complejas relaciones de interrelación e interdependencia mutua (Lozano, 2008, p. 60).

Un análisis global del problema del desarrollo sostenible requiere integrar sistemáticamente los procesos económicos, ambientales y sociales. Lo anterior exige un estudio, desarrollo e

instrumentos adecuados y eficaces que les permita a las administraciones locales abordar los problemas de índole social, económicos y ambientales de manera integral. Para facilitar esta tarea se propone la utilización una matriz de sinergias, que se ha denominado: “matriz de interacción socioecológica”, que ayude a afrontar sistémica y estructuralmente los problemas socioeconómicos y ambientales.¹

En particular, el análisis de las tensiones resultantes de las interacciones de los componentes, sociales, económicos y ambientales se dan en un territorio. La bondad de esta metodología es que facilita la construcción de unos criterios mínimos que orientan y guían las acciones de las autoridades locales, hacen fácil identificar los principales actores involucrados, así como determinar sus responsabilidades, para implementar estrategias de corto, mediano y largo plazo, encontrar respuestas alternativas a las tensiones existentes y construir la apropiación local por parte de los actores involucrados en la solución de sus principales problemas y tensiones económicas, sociales y ambientales.

Ecología

Las guerras, la destrucción de arrozales, el incendio de bosques y la muerte de miles de seres humanos derivaron en un crimen antes no conocido el *ecocidio*. En Vietnam el *napalm*, armas bilógicas, destruyeron la posibilidad de vida en Vietnam del Norte. El ecocidio no es producto exclusivo de las guerras y en particular la de Vietnam se deriva de un proceso lento, paulatino y a diario muy eficaz:

¹ Existe un ejemplo paradigmático en el mundo de este complejo proceso es el caso del *Parque Eco-Industrial en Kalundborg, Dinamarca*; un escenario donde la industria y la comunidad local cooperan entre ellos en un esfuerzo por reducir los desechos y la polución; y compartir eficientemente los recursos de una forma sostenible.

la contaminación atmosférica. Las emanaciones del mar y de los ríos son claros indicios de un proceso de devastación del medio ambiente, lo cual ha producido un desequilibrio en las relaciones que deben existir entre los seres vivos y su medio ambiente, en parte por la mala administración de los recursos que tiene el hombre a su disposición, quebrantando las leyes de la naturaleza, en resumen, los recursos naturales no se han explotado de forma adecuada y racionalmente (Michell, 1974, p. 17).

Se puede entender la ecología como el estudio de la casa de la naturaleza como morada del hombre, animales y plantas. Su origen está vinculado a la botánica, la zoología y la historia natural, recibió su nombre a finales del siglo XIX, por Haeckel. La ecología se encarga de estudiar las relaciones y las interrelaciones y dependencia de los organismos vivos, las plantas, animales (bióticos) y el aire, el suelo (no bióticos), con su medio ambiente. Se define el medio ambiente como un conjunto de condiciones que encierran los organismos vivos (bióticos) con el aire, el agua, el clima, temperatura, luz solar, etc., es decir, con su contraparte no biótica.

En este contexto se infiere la interdependencia de los organismos vivos y el medio en que viven, por ejemplo, un pez no podría vivir fuera del agua o un oso polar en las selvas tropicales de Sudamérica, el café colombiano no se produciría en Alaska o un camello no podría vivir en el frío de Siberia; en consecuencia, todo aquello que nos rodea determina e influye sobre la vida y el desarrollo de los organismos vivos incluyendo naturalmente el hombre (Michell, 1974, p. 19).

Ecología humana

Análogamente, la *ecología humana* es la ciencia que estudia la relación del hombre con su medio ambiente; este, en términos de la ecología humana,

se percibe como un *ecosistema*, que se define como todo lo que existe en un área determinada, el aire, el suelo, el agua los organismos vivos, además de las estructuras físicas incluyendo todo lo construido por el hombre, los componentes vivos de un ecosistema, como los microorganismos, las plantas y los animales al igual que los seres humanos son su *comunidad biológica*.

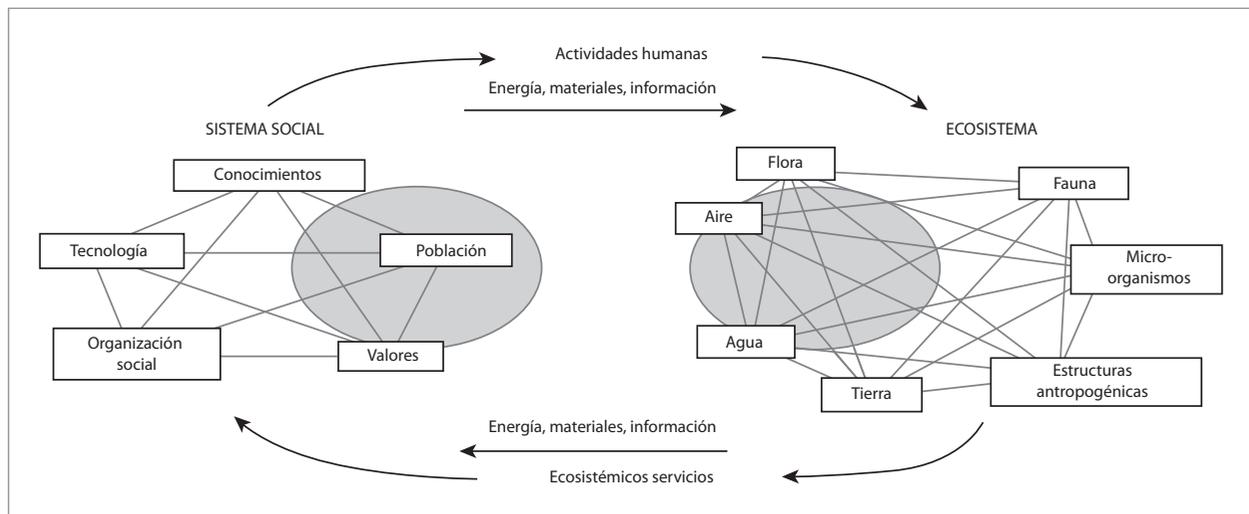
En este contexto es importante determinar primero el tipo de hombre por considerar, segundo, las relaciones que se establecen con su medio ambiente y tercero qué medio ambiente se va a estudiar. En primer lugar, el tipo de hombre por considerar es cualquier grupo o *población de humanos*, como parte constituyente y con permanente interacción con el ecosistema en el que vive y del cual obtiene los medios para su subsistencia, espacio, vestido, alimento, es decir, una serie de bienes y servicios que satisfacen las necesidades humanas y le permiten su desarrollo. En segundo lugar, íntimamente relacionado con el anterior, están las relaciones que el hombre define con su ambiente, una interdependencia

entre los distintos grupos poblacionales con su ambiente, por ejemplo, en un mismo ecosistema pueden existir diversos actores socioeconómicos, basados en diferencias o similitudes, es decir, pueden existir campesinos y pescadores, quienes por sus diferencias se complementan entre sí, mediante el intercambio recíproco de productos. En este sentido, también la relación de unos con su medio ambiente es diferente, por ejemplo en lo que atañe al uso del agua (Michell, 1974, p. 23).

Independientemente de que los seres humanos son parte del ecosistema es útil pensar en la interacción de los seres humanos y el ecosistema como la interacción del *sistema social* humano y el resto del *ecosistema* como dos componentes en mutua interacción, como se aprecia en la figura 1.

En este contexto, Marten observa que el *sistema social* incluye todo acerca de las personas, su población, la psicología, así como la organización social que define su comportamiento. Por su parte el *sistema social* es un concepto fundamental en la *ecología humana*, debido a que todas las actividades humanas que ejercen algún impacto

Figura 1. Interacción entre el sistema social y el ecosistema



Fuente: Marten (2001).

sobre los ecosistemas están determinados por los individuos que constituyen la sociedad, los valores, los conocimientos construyen nuestra cosmovisión individual y colectivamente que expresa la forma como procesamos e interpretamos la información y como la materializamos en acciones (Marten, 2001, p. 10).

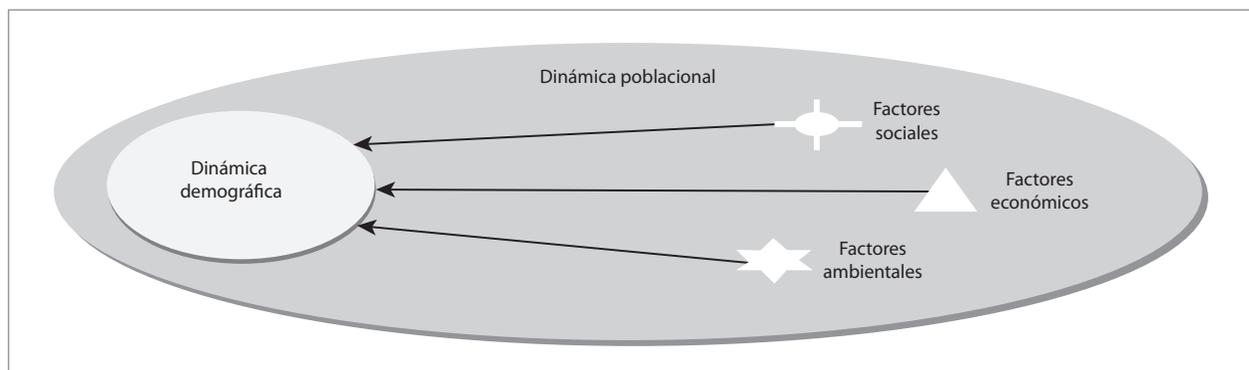
En este mismo sentido, Michell observa que el hombre para lograr su desarrollo a lo largo del tiempo, las comunidades humanas se han organizado mediante la división del trabajo, aplicando su conocimiento a las herramientas rústicas o complejas (tecnología), para aprovechar los recursos naturales; el hombre organizado modifica el medio ambiente y al modificarlo se adapta a él gracias a un proceso de cambio continuo con su medio circundante. Para él, la principal dificultad de esta interacción consiste en controlar el cambio, con el objetivo de llegar a un equilibrio tanto en la organización social, como en las relaciones del individuo con su medio ambiente específico, concreto. Señala que la ecología humana no estudia únicamente las relaciones de los seres humanos con el hábitat (entorno físico), sino también las relaciones de las comunidades humanas entre sí; en consecuencia, no solo hace relación con un

espacio habitado, sino también con un conjunto de: "factores humanos en interacciones dinámicas entre sí (físicos, bióticos y sociales) determinando tensiones y balances positivos o negativos que influyen en el desarrollo sustentable de los seres humanos" (Michell, 1974, p. 20).

Población humana y dinámica demográfica

La población humana se define como el conjunto orgánico de sujetos que interactúan entre sí y el medio ambiente, con el objetivo de lograr su producción y reproducción biológica y social; para ello crean y recrean organizaciones sociales, las cuales definen y regulan la forma de apropiación, producción, distribución, consumo y control de bienes materiales y no materiales, la interacción entre la población y su entorno es intencionada crea y recrea el territorio sobre el que se asienta. No obstante, la población es transformada por las condiciones que le impone en el territorio su entorno ambiental, cada dimensión se constituye en una unidad con identidad, características propias y diferentes a la suma de las partes que componen los individuos (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004, pp. 8 y 9). Ver figura 2.

Figura 2. Dinámica poblacional



Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2004).

La población humana naturalmente comparte con las demás especies vivos procesos en su organización biológica, al nacer, reproducirse y morir; en un territorio, esta dinámica biológica de sobrevivencia y reproducción es lo que se denomina *dinámica demográfica*, entendida como cambio y transformación de una población con ciclos de expansión y contracción e incluso agotamiento y desaparición en el peor de los casos.

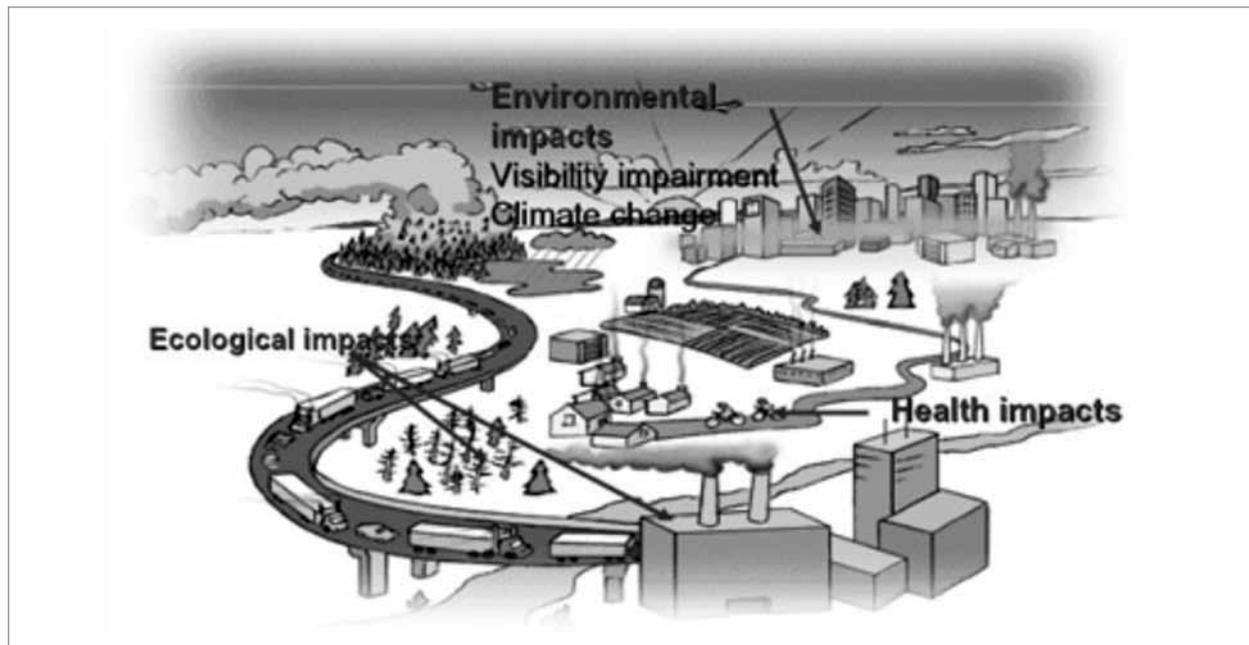
Ecología industrial

El desarrollo industrial, basado en la producción masiva de bienes y servicios, ha ocasionado el deterioro, daño y agotamiento severo al ecosistema natural y en consecuencia al ecosistema social, del cual obtiene su sustento. Dada la existencia de la relación estrecha que existe entre la dinámica poblacional y la demográfica asociada al

estudio de los factores sociales, económicos y ambientales, surge la ecología industrial (EI), con el propósito de convertir el desarrollo industrial en sistemas industriales sustentables, demandando la integración de las actividades humanas con los sistemas físicos, químicos y biológicos.

La ecología industrial es un concepto dinámico, en consecuencia, su definición se hace difícil, no obstante, se puede entender como el estudio de las interacciones e interrelaciones físicas, químicas y biológicas dentro de los sistemas industriales, naturales y sociales (figura 3). Pertenece a un área del conocimiento que pretende que los sistemas industriales se comporten de manera similar a los ecosistemas naturales, transitando de un modelo de producción industrial lineal a uno cíclico, impulsando interacciones entre economía, el ambiente y la sociedad (Cervantes et ál., 2009, p. 65).

Figura 3. Interacciones derivadas de la ecología industrial



Fuente: Bala Division of Environmental Science & Engineering Faculty of Engineering. National University of Singapore.

Ecosistema industrial

Un *ecosistema industrial* es una red de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, empresas y el conjunto de la sociedad en la que se comparten materias primas, productos, servicios, residuos, energía y agua. Tiene su origen en la década de los años cincuenta del siglo pasado con el propósito de mitigar el impacto del desarrollo industrial al medio ambiente en Norteamérica; posteriormente en los años setenta surgieron los conceptos de *simbiosis industrial* y *sinergia de subproductos*, basados en el principio que los residuos de una industria se incorporen a otra, en forma de materia prima para la segunda, con lo que pretende “cerrar el ciclo de materia” como un fenómeno que se encuentra de manera recurrente en la naturaleza.

Rosemberg señala que la ecología industrial se preocupa, además de los aspectos ambientales, en el uso de tecnologías limpias, en la economía de los procesos industriales (eficiencia) y la interrelación de los ambientes de negocios, financiación y políticas gubernamentales orientadas a la conservación (Rosemberg, 2006, p. 1).

Por su parte, Cervantes observa que la simbiosis industrial se constituye en una herramienta que permite definir a una serie de empresas vecinas, ubicadas en un mismo territorio conectadas físicamente —por medio de tuberías, canales, corredores viales, hídricos o transporte automotor de sustancias—, de cara al intercambio de materiales, agua, residuos, y energía con el fin de reducir costos de producción y tratamiento de residuos sólidos o líquidos. Se constituye en un componente de la ecología industrial, pero esta va más allá de la simbiosis industrial, ya que trae beneficios no solo económicos, como la minimización de residuos y la disminución de cargas contaminantes al medio ambiente, sino además trae beneficios sociales

y ambientales, es decir, considera el desarrollo humano sustentable (Cervantes, 2009, p. 64).

En este sentido la ecología industrial incorpora tres elementos fundamentales:

- Creación de una red de industrias relacionadas con su entorno.
- Imitación de los ecosistemas naturales.
- Inclusión de las tres dimensiones del desarrollo sustentable (social, económico y ambiental).

La meta final de la ecología industrial es garantizar el desarrollo sustentable, sea en lo global, regional o local, para alcanzar el desarrollo sustentable, mediante de unos criterios rectores. Cervantes (2009, p. 66), señala los siguientes:

- Tendencia de un sistema industrial de ciclo cerrado.
- Ahorro en extracción y uso de recursos naturales.
- Obtención de energía de fuentes renovables.
- Eficiencia.
- Desmaterialización de la economía.
- Inclusión de costos ambientales en los bienes y servicios.
- Creación de redes industriales y su entorno.
- Creación y mejora de empleo.

Uno de los ejemplos más representativos de la ecología industrial es el caso de la ciudad de Kalundborg en Dinamarca,² su proceso innovador

² Kalundborg es una ciudad de gran importancia de Dinamarca. Cuenta con 20 000 habitantes; desde 1960, se constituyó en un centro industrial al configurar un Eco-Parque Industrial, modelo de productividad y sostenibilidad.

consistió en controlar las complejas actividades industriales, para lo cual definió una jerarquía organizacional similar a una cadena alimenticia y configuró la ciudad compuesta por relaciones orgánicas, en las que interactúan una gran variedad de *especies*, con los recursos materiales disponibles, es decir, se interrelacionan un ecosistema social y natural.

La interdependencia le permitió a la ciudad *autororganizarse* y *autorregularse*, como también definir una estructura capaz de adaptarse, resistente a cambios sociales, económicos y ambientales. La jerarquización de los sectores productivos contribuyó a la rentabilidad y a la disminución de la carga de desechos materiales en el agua, el suelo y en el aire (Latorre, 2002, p. 2, ver figura 4).

Desarrollo sustentable

El desarrollo ecológicamente sustentable ha sido una de las grandes preocupaciones del mundo contemporáneo y solo podrá ser una realidad cuando se entienda la estrecha, pero *invisible* interrelación e interdependencia entre el sistema social y el sistema natural. No obstante, una mirada parcial del desarrollo sustentable es la que se enfoca en los patrones de consumo, en las desigualdades en el uso y usufructo de los recursos naturales, así como también en aspectos estrictamente ambientales y técnicos, como el reciclaje o el uso eficiente de energía, sin comprender las relaciones, interacciones e interdependencias complejas entre el ecosistema social y natural (figura 5).

En este sentido, Lozano observa que la apuesta que se ha realizado en los últimos años, por el biocombustible ha ocasionado fluctuaciones de los precios de cereales en el ámbito mundial, se pone en la balanza la vida de millones de personas, se confirma que en el largo plazo una vida digna como lo prelude el desarrollo sustentable: "aquel

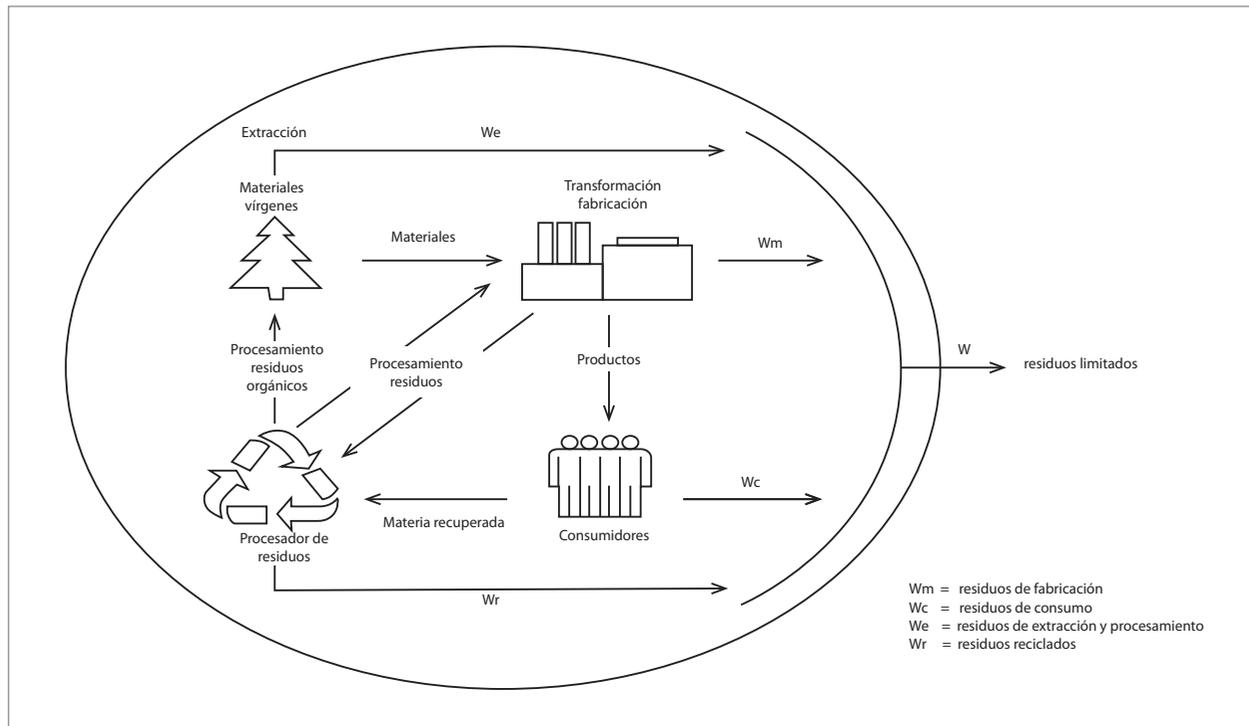
que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades" (World Commission on Environment and Development, 1987, citado por Lozano, 2008, p. 62) solo se podrá enfrentar de manera integral, es decir, mediante una *nueva estrategia* que abarque integralmente la sustentabilidad de los procesos sociales, económicos, y ambientales.

En consecuencia esta nueva estrategia requiere concientizar a la sociedad en la urgencia de una transformación del modelo de desarrollo, por lo tanto, se necesita estudiar, desarrollar y proporcionar los mecanismos sociales esenciales para la realización de un desarrollo sostenible.

Por su parte, Bala (2006, pp. 2-3) sostiene que la sostenibilidad social requiere adoptar una metodología amplia que incorpore tres aspectos: viabilidad económica, beneficio ambiental y que sea coherente culturalmente; también considera que los procesos socioeconómicos y ambientales son dinámicos, es decir, se afectan durante cada etapa desde la producción, hasta la disposición final de los residuos, en consecuencia, cambios benéficos en los procesos de producción derivarán en beneficios ambientales de corto y largo plazo. De suerte que es necesario entender la relación e interrelación compleja entre las prácticas industriales, las actividades del ser humano y los sistemas ambientales, es decir, el ecosistema social y el ecosistema natural, con el propósito de hallar soluciones efectivas.

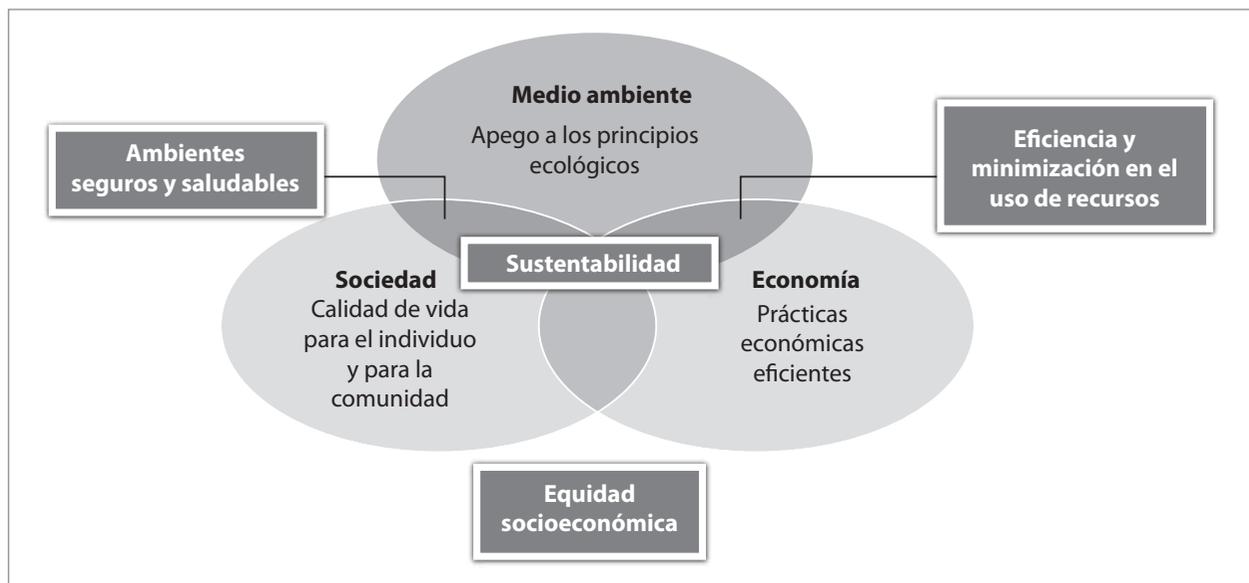
En este contexto, la presente investigación tiene como propósito el diseño de una matriz de interacción, que permita determinar las sinergias dinámicas, ambientales, sociales y económicas de empresas del sector industrial de la localidad de Puente Aranda, con el fin de aprovechar la simbiosis ambiental, social y económica.

Figura 4. Ecosistema Industrial de Kalundborg, Dinamarca



Fuente: Latorre (2002).

Figura 5. Componentes de la sustentabilidad



Fuente: Cervantes et ál. (2009).

Matriz de interacción socioecológica: sinergias sociales, económicas y ambientales

Metodológicamente para determinar las interacciones de la dinámica demográfica y las dimensiones: social, económica y ambiental se utiliza la *Guía Metodológica N°3*³ del Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Territorial. La población humana y su dinámica demográfica están constituidas por aspectos sociales de orden técnico, científico o cultural (creencias, conocimientos, valores, etc.), al igual que por factores económicos y ambientales. No obstante, la dinámica poblacional diferente en cada población y territorio particular no resulta evidente, en consecuencia, es necesario identificar claramente su dinámica poblacional y su interrelación con sus componentes sociales, económicos y ambientales (Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004, p. 18).

La tabla 1 permite estudiar y valorar la dinámica demográfica, particular no en forma aislada, sino como parte de la dinámica poblacional, junto con las interacciones sociales, económicas y ambientales que se presentan a diario en la localidad 16. Su análisis permite establecer responsabilidades de los procesos demográficos y su configuración en las tensiones problemáticas que emergen de la *estructura socioecológica*, así como determinar aquellos principales problemas, críticos, activos, pasivos e indiferentes, para su intervención en el ámbito local o regional.

Las poblaciones humanas nacen, crecen y se desarrollan e interactúan en un medio social, en un ambiente natural y construido, así como en un

medio económico; es necesario comprender cómo la población interactúa con las demás dimensiones, ambiental, social y económica. En consecuencia, las acciones por seguir se sustentan en el conocimiento y en el reconocimiento de las interacciones, interdependencias y tensiones de lo que constituye el ecosistema social y natural, es decir, de lo que se ha denominado: la estructura socioecológica.

Las interacciones se refieren a intercambios de recursos, bienes y servicios, información, conocimiento, experiencia, reconocimiento, así como aceptación o exclusión. La interacción puede ser mutua si se presenta retroalimentación o unidireccional, dependiendo de la densidad y la cohesión de la población. Las interacciones hacen parte de la vida cotidiana, de manera permanente, ya que normalmente el intercambio se regula por mecanismos y leyes naturales, por una parte, y sociales, por otra, hacen parte del sistema general. Sin embargo, cuando se rompe este equilibrio debido a que la cantidad y calidad del intercambio de una o todas las dimensiones (sociales, económicas, o ambientales) son suficientes e inadecuadas, se generan *tensiones*, que no es otra cosa que problemáticas en las interacciones (Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004, p. 18, ver tabla 2).

Problema de la localidad 16

El crecimiento económico de los últimos años —contribución fundamental del papel que ha desempeñado el aparato industrial de la localidad 16 de Puente Aranda— ha representado una mejora en el bienestar de la sociedad, en general, ofreciendo una serie de servicios y en particular bienes que satisfacen las necesidades de una población creciente. No obstante, la dinámica poblacional en la localidad ha sido exponencial, lo cual genera una presión cada vez mayor por una serie de bienes y servicios para satisfacer las necesidades. El uso y la

³ Es una herramienta denominada Bit-Pase (balances, interacciones y tensiones en las dimensiones poblacional, ambiental, social y económica).

Tabla 1. Poblacional dinámica demográfica e interacción social, económica y ambiental

	Factores ambientales	Factores sociales	Factores económicos
Tamaño	El agotamiento de fuentes hídricas impide el desarrollo de nuevos asentamientos humanos ¿El tamaño de la población se estabiliza o desciende?	La expulsión de población en zonas de conflicto reduce el tamaño de la población	La supresión o la quiebra de empresas generan emigración de la mano de obra y reducción de la fuerza de trabajo local
Crecimiento	Los recursos ambientales abundantes propician el desarrollo y crecimiento de nuevos asentamientos humanos	Las prácticas de colonización generan el crecimiento rápido de la población en zonas de frontera	Las tecnologías intensivas en mano de obra desestimulan el empleo y el crecimiento de la población
Estructura	Los climas cálidos y secos permiten mayor longevidad y generan estructuras con mayor población anciana	La preferencia de las personas mayores por retornar a su lugar de origen aumenta la proporción de viejos en la estructura de población	Las preferencias en la industria por mano de obra joven ensancha la franja de edades jóvenes en la pirámide de población
Natalidad	La exposición de madres gestantes a residuos tóxicos o a ambientes insalubres aumenta los abortos y reduce la natalidad	La baja escolaridad puede incrementar natalidad por desconocimiento de métodos de control natal. La alta valoración social de las familias numerosas promueve una alta natalidad	El empobrecimiento de la población puede incrementar la natalidad por no acceso a los métodos de control natal
Mortalidad	Los ambientes insalubres (la contaminación de agua para consumo y la mala disposición de desechos) aumentan el riesgo de mortalidad infantil y adulta	La baja escolaridad incrementa la mortalidad por desconocimiento de los cuidados de la salud. Las prácticas de riesgo (violencia, alcohol, drogas) aumentan riesgo de mortalidad	La pobreza incrementa la mortalidad por no acceso a los servicios de salud
Inmigración, emigración	El empobrecimiento de los suelos y la disminución de la productividad agraria promueven la emigración rural	La preferencia de los jóvenes por trabajos de cuello blanco genera su concentración en zonas de servicios	La expansión de nuevas industrias favorece la inmigración de jóvenes
Distribución territorial	La disponibilidad de recursos hídricos propicia la concentración de población donde estos son abundantes	La discriminación social hacia determinados grupos favorece su emigración o concentración en determinadas zonas	La concentración de población en zonas urbanas deja al sector rural desprovisto de mano de obra

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2004).

explotación desmedida de los recursos han ocasionado efectos nocivos sobre el ecosistema natural y con incidencia negativa sobre el ecosistema social, lo que se ha constituido en un grave problema para las actuales y futuras generaciones.

En general, todos los ecosistemas, en un sentido amplio, cuentan con umbrales de tolerancia para soportar alteraciones a su medio; sin embargo,

si son sobrepasados, el sistema puede colapsar temporal o definitivamente. En este sentido, la incidencia de las actividades humanas sobre los sistemas ambientales da lugar a transformaciones denominadas: impactos. Solo a partir de mitad del siglo XX se comenzó a tomar conciencia de que las prácticas socioeconómicas, en particular la actividad industrial, producen impactos negativos sobre los sistemas ambientales que hoy en día

Tabla 2. Campo poblacional y relación dinámica demográfica y las dimensiones sociales, económicos y ambientales

Tamaño	¿El volumen de población está generando cambios en la disponibilidad de recursos económicos, sociales o ambientales? ¿Es suficiente la población para el logro de los objetivos de desarrollo de la zona?	El tamaño de la población resultante de los flujos migratorios resulta excesivo para la disponibilidad de servicios públicos en la localidad, lo que genera déficit (la población afecta los recursos). El deterioro de las redes de acueducto y alcantarillado y la falta de reposición de redes genera déficit de servicios para el tamaño de la población residente en la localidad (la infraestructura afecta a la población)
Crecimiento	¿La población está creciendo más rápido que los recursos económicos, sociales o ambientales? ¿Este crecimiento genera déficit en los bienes y servicios necesarios para la población? ¿Los bienes y servicios (ambientales, sociales o económicos) limitan o favorecen el crecimiento de la población? ¿Cómo lo favorecen o limitan?	El agotamiento de recursos hídricos y de fertilidad del suelo limita el asentamiento de nuevas empresas y nuevos pobladores. Los recursos ambientales abundantes (clima, agua, tierra, infraestructura vial, cercanía a aeropuertos) atraen la implantación de nuevas empresas agroindustriales y el crecimiento de nuevos asentamientos de población
Estructura	¿La estructura de la población está equilibrada entre hombres y mujeres? ¿Se observa déficit o exceso de población en algunos grupos de edad? ¿Los bienes y servicios (ambientales, sociales o económicos) limitan o favorecen el crecimiento de algunos grupos de población? ¿Cómo lo favorecen o limitan?	La emigración de hombres jóvenes en edad de trabajar genera fallante de mano de obra para trabajar el agro. Las ofertas ambientales y servicios para la tercera edad atraen a poblaciones viejas y genera el envejecimiento de la estructura de población
Natalidad	¿Los nacimientos aumentan o disminuyen rápidamente? ¿Qué características tienen? ¿Estos cambios afectan la demanda o la disponibilidad de bienes y servicios sociales, económicos o ambientales? ¿A qué se debe el cambio en los nacimientos?	La inmigración masiva de mujeres en edad reproductiva y con patrones de fecundidad altos genera demandas crecientes sobre los servicios materno-infantiles. La exposición de madres gestantes a tóxicos utilizados en la agroindustria y en ambientes insalubres aumenta el número de abortos y reduce la natalidad
Mortalidad	¿La mortalidad aumenta o disminuye rápidamente? ¿Qué características tiene? ¿Estos cambios afectan la demanda o la disponibilidad de bienes y servicios sociales, económicos o ambientales? ¿A qué se debe el cambio en la mortalidad?	Los ambientes insalubres en asentamientos marginales de inmigrantes (contaminación de agua para consumo y mala disposición de desechos) aumentan la mortalidad y morbilidad infantil y adulta. El saneamiento ambiental contribuye a la reducción de la mortalidad
Inmigración, emigración	¿Se observa salida o llegada importante de la población en la zona? ¿Qué características tiene? ¿La pérdida o el aumento de población afecta la demanda o disponibilidad de bienes y servicios sociales	¿Económicos o ambientales? ¿A qué se debe la pérdida de población?
Distribución territorial	¿Se observan cambios importantes en los asentamientos de población sobre el territorio? ¿Qué características tienen? ¿La nueva distribución afecta la demanda o disponibilidad de bienes y servicios sociales, económicos o ambientales? ¿A qué se debe la nueva distribución de la población?	Las altas densidades de población generan agotamiento y contaminación de recursos hídricos. La disponibilidad de vivienda y servicios de bajo costo propicia la concentración de población en zonas marginales de las grandes ciudades

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2004).

han superado la capacidad de recuperación del mismo sistema.

Resultados

El perfil ambiental de la localidad de Puente Aranda se construye mediante las relaciones y las interacciones dinámicas de todos los actores locales en el tiempo y en el espacio, aspectos físicos, biológicos, económico-productivos, socio-culturales, institucionales y de gestión ambiental (Agenda Ambiental Localidad 16, 2009).

La matriz de *interacciones socioecológica* permitió identificar siete problemas críticos, dos problemas indiferentes, un problema pasivo y cinco problemas activos presentes en la localidad, además, de que se constituyen en variables *proxis* como indicador de la presencia/ausencia de una política de responsabilidad social ambiental y de predominio/carencia de un desarrollo sustentable (ver figura 6).

Dentro de los primeros, el agotamiento de las fuentes de agua se constituye en uno de los principales problemas locales, ya que el usufructo por parte de la industria es cada vez mayor, al mismo tiempo, que el uso del recurso se ve contaminado por la actividad productiva. El problema se acentúa, debido a la poca educación y escasa cultura ambiental de la comunidad, al igual que al manejo de los recursos sólidos. Siendo la localidad 16 una de las de mayor tradición industrial en Bogotá, concentra una gran parte de la población lo que ha inducido al incremento de asentamientos humanos, que no cuentan con servicios públicos. La alta contaminación atmosférica causante de infecciones respiratorias agudas es otro de los principales de la localidad, causada en parte por el gran parque automotor. Finalmente, la disposición de basuras sobre vías públicas y zonas residenciales, así como la falta de asesoría directa al sector industrial con

respecto a su responsabilidad social ambiental agrava el problema.

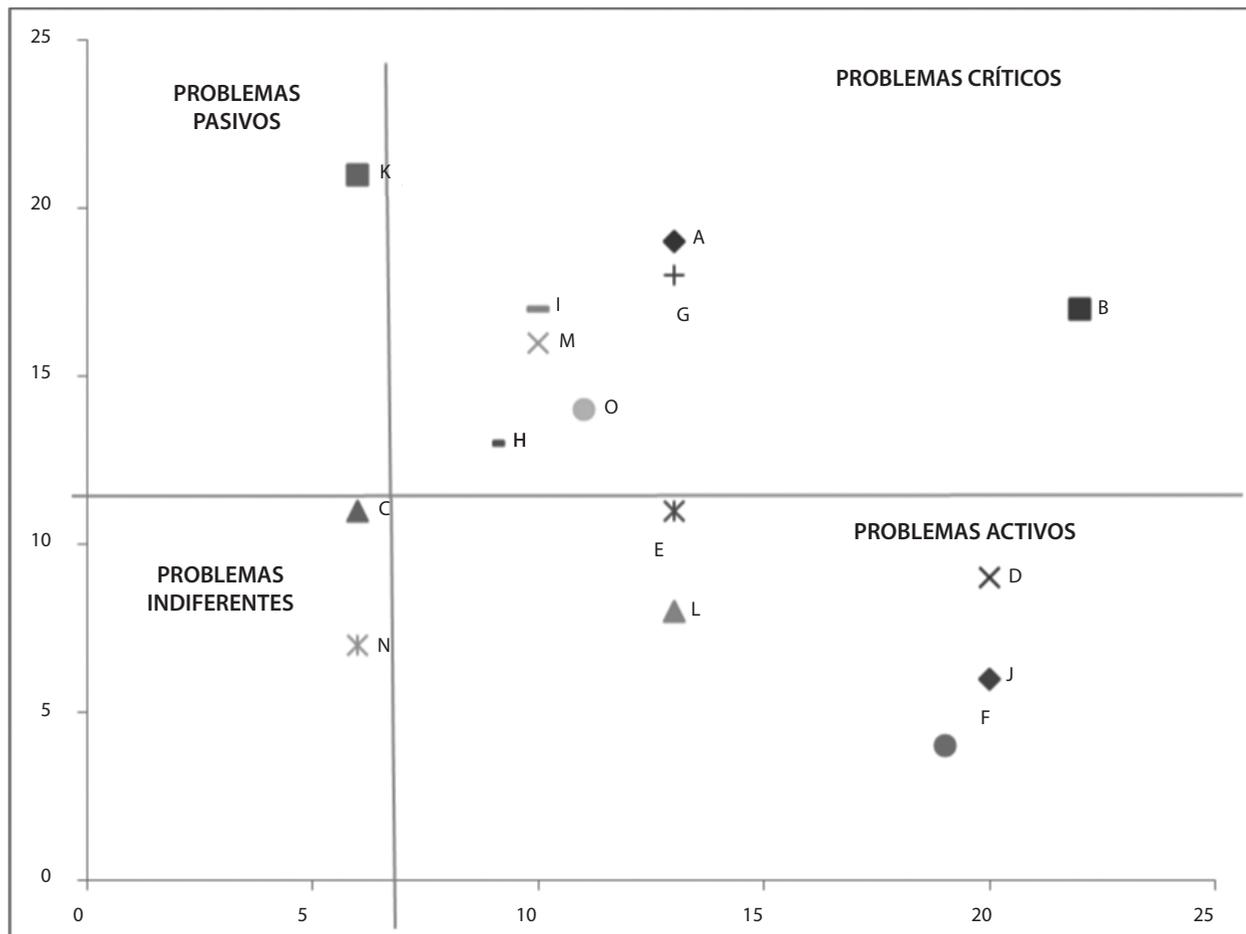
Por un lado, llama la atención el desconocimiento de la normatividad ambiental y por otro el no uso de tecnologías limpias, aspectos que se constituyen en problemas indiferentes, el primero por la ciudadanía en general y el segundo por la industria local. La indiferencia y la falta de compromiso por parte de la población se reflejan en el hecho de que el problema de la invasión del espacio público se considere como un problema pasivo.

Finalmente, es importante analizar que los problemas más agudos y recurrentes en la localidad y los que generan mayores impactos sobre la calidad de vida y la salud humana, es decir, sobre el desarrollo humano sustentables, son los problemas activos, cinco son los principales, en primer lugar, está la exposición a residuos tóxicos, lo que ocasiona ambientes insalubres, de baja calidad de vida, la contaminación el agua, que origina enfermedades en los niños y ancianos en particular, los malos olores y plagas provenientes del mal manejo de basuras y la descoordinación de las autoridades ambientales y de control.

Conclusiones

Las interacciones socioecológicas modelan el desarrollo o freno de una población ubicada en un territorio particular, en consecuencia, entender la dinámica poblacional, socioproductivo y ambiental es un requisito determinante en el desarrollo sustentable. La metodología, denominada *matriz de interacción socioecológica*, se constituye en una herramienta que permite abordar los principales problemas de manera integral de una comunidad. La identificación de los principales actores sociales, económicos y ambientales es fundamental para generar acciones de política que contribuyan con el desarrollo sustentable.

Figura 6. Matriz. Interacciones socioecológicas



Cálculos: los autores, con base en información de la Secretaría Distrital del Medio Ambiente 2009, la Agenda Ambiental y el Informe Global Environmental Outlook (GEO), 2008. Alcaldía Mayor de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales IDEA.

Referencias

Agenda Ambiental localidad 16 Puente Aranda (2009). Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Samuel Moreno Rojas. Alcalde Mayor; Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos -Un Hábitat. Fabio Giraldo, Coordinador Nacional de Programas. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales -Idea, Convenio Interadministrativo 033 de 2007. Laura Cecilia Osorio M. Dirección General del Proyecto.

Bala, R. (2006). Faculty of Engineering National University of Singapore NUS, Kent Ridge Crescent, Singapur.

Consultado el 25 de noviembre de 2012 en: <http://www.usp.nus.edu.sg/calendar/2006/sustainability/src/industrialecology.pdf>.

Cervantes, G., Sosa, R., Rodríguez, G. y Robles, F. (2009). Ecología industrial y desarrollo sustentable. *Ingeniería Revista Académica de la FI-UADY*, 13 (1), 63-70.

Informe GEO Global Environmental Outlook (2008). Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos -Un Hábitat. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales (Idea).

Latorre, A. (2002). La simbiosis industrial en Kalundborg, Dinamarca. Recuperado el 12 de diciembre del 2011, de <http://www.selba.org/GEDSEsp/Economica/EmpresaSocial/EcologiaIndustrial.html>.

Lozano, S. (2008). Procesos sociales y desarrollo sostenible: un ámbito de aplicación para el análisis de redes sociales complejas. *Revista internacional de sostenibilidad, tecnología y humanismo*. Recuperado el 30 de noviembre del 2011, de <http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/7077/1/lozano.pdf>

Marten, G. (2001). *Human Ecology: Basic Concepts for Sustainable Development*. Ed. Earthscan Publicatuions. Traducción de David Núñez.

Michell, G. (1974). *Ecología de la Organización*. México: Trillas.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2004). Guía Metodológica No. 3. Metodología para el análisis de tensiones, interacciones y balances en dinámicas y desarrollos poblacionales, ambientales, sociales y económicos.

Rosemberg, A. (2006). *Ecología y Simbiosis Industrial*. Centro Tecnológico para la Sustentabilidad. Recuperado el 2 de diciembre del 2011, de <http://www.estructplan.com.ar/articulos>.