



***“Ecología Industrial: ¿Estrategia de Desarrollo
Sostenible para Cuba?”***

**TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE MÁSTER EN
PRODUCCIONES MÁS LIMPIAS.**

Autora: Ing. Yolanda García Martínez

Tutor: MSc. Nelson A. Castro Perdomo

Tutor: Dra. Meybol Gessa Gálvez

Centro: Universidad Carlos Rafael Rodríguez

Cienfuegos, 2014

PENSAMIENTO

*“LA TIERRA, NO ES COMO MUCHOS PIENSAN, UNA HERENCIA
DE NUESTROS PADRES. ES, CUANDO MENOS, UN PRÉSTAMO
DE NUESTROS HIJOS.”*

JOSÉ MARTÍ

DEDICATORIA

DEDICATORIA

Para Nany, con profundo amor:

Quien pudo comprender a sus cinco añitos, todas mis ausencias.

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

- A mi Tutor Nelson Castro, quien fue incondicional en su atención y guía.
- A José Cabello por darme la idea y el impulso para que no flaqueara.
- A Meybol por su disposición para ayudarme.
- A Noemí quien me apoyó siempre y me ayudó a encontrar el camino.
- A todos mis profesores por sus valiosas enseñanzas.
- A mis compañeros de la Universidad y especialmente de Química por su solidaridad y preocupación.
- A mis estudiantes, especialmente a Claudia Alvarado por su valiosa contribución.
- A todos mis familiares y amigos que tanto confiaron y esperaron por mí.
- A mis hermanos, tan importantes en mi vida.
- A mi tía Hildy por su ayuda y preocupación de siempre.
- A mi papá quien sé estará muy orgulloso de este paso.
- A mi mamá por su amor, apoyo y preocupación de cada día.
- A Antonio, quien estuvo en todos los momentos, por difíciles, tristes o felices que fueran.
- A todos los que me han inspirado.

¡MUCHAS GRACIAS!

RESUMEN

RESUMEN

El presente trabajo titulado “Ecología Industrial: ¿Estrategia de Desarrollo Sostenible para Cuba?”, desarrollado en la provincia de Cienfuegos, Cuba; se corresponde con una investigación del tipo explicativa, que tiene como objetivo elaborar una monografía que facilite los conocimientos para la valoración de la aplicación de la Ecología Industrial, como estrategia de desarrollo sostenible para Cuba, el que se llevó a cabo mediante el empleo fundamentalmente, del método de análisis de documentos, permitiendo la valoración del estado del arte en esta temática y desde él, establecer las diferencias conceptuales que hacen de la Ecología Industrial una herramienta de categoría propia, aplicable como estrategia de desarrollo sostenible. Como resultado fundamental de la investigación se define la existencia de un marco institucional respaldado por una política ambiental y un balance positivo en cuanto a beneficios, fortalezas y debilidades para el desarrollo de la misma, así como, la existencia de las condiciones mínimas para comenzar en Cuba, estudios puntuales (en nichos de experimentación) de Ecología Industrial, develando además la insuficiencia en los estudios en este contexto, para avanzar en la aplicación de la misma como una estrategia de desarrollo sostenible.

Palabras Claves: Ecología Industrial, Desarrollo Sostenible, Cuba

SUMMARY

SUMMARY

The present work titled "Industrial Ecology: Strategy of Sustainable Development for Cuba? ", developed in the county of Cienfuegos, Cuba; it belongs together with an investigation of the explanatory type that has as objective to elaborate a monograph that facilitates the knowledge for the valuation of the application of the Industrial Ecology, as strategy of sustainable development for Cuba, the one that was carried out fundamentally by means of the employment, of the method of analysis of documents, allowing the valuation of the state of the art in this thematic one and from him, the conceptual differences that make of the Industrial Ecology a tool of own category, to settle down applicable as strategy of sustainable development. As a result fundamental of the investigation it is defined the existence of an institutional mark supported by an environmental politics and a positive balance as for benefits, strengths and weaknesses for the development of the same one, as well as, the existence of the minimum conditions to begin in Cuba, punctual studies (in experimentation niches) of Industrial Ecology, discovering also the inadequacy in the studies in this context, to advance in the application of the same one as a strategy of sustainable development.

Key words: Industrial ecology, Develop Sustainable, Cuba

ÍNDICE

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. DEVELANDO LA ECOLOGÍA INDUSTRIAL (EI)	5
1.1 ANTECEDENTES DE LA EI	5
1.2 ENFOQUES FUNDAMENTALES DE LA EI	6
1.2.1 Enfoque del Metabolismo industrial	6
1.2.2 Enfoque ecosistémico (Cierre de los ciclos de los materiales).....	8
1.2.3 Enfoque Tecnológico (Desmaterialización)	9
1.3 EXPONENTES PRINCIPALES DE LA EI	11
1.4 DEFINICIÓN DE EI	13
1.4.1 Evolución de las definiciones de Ecología Industrial	13
1.4.2 Análisis y crítica al concepto de Ecología Industrial	16
1.5 METODOLOGÍA PARA LA EI	18
1.6 CONDICIONES PARA APLICAR LA EI	20
1.7 OBSTÁCULOS PARA LA EI	22
1.8 RELACIÓN DE LA EI CON OTROS CONCEPTOS AFINES.....	24
1.8.1 El- Metabolismo Industrial.....	25
1.8.2 El- Simbiosis Industrial	25
1.8.3 El - Producciones más limpias (P+L)	26
1.8.4 El – Ecoeficiencia.....	27
1.8.5 El- Economía Ecológica	29
1.9 CONCLUSIONES PARCIALES	30
CAPÍTULO 2. DESARROLLO ALCANZADO POR LA ECOLOGÍA INDUSTRIAL A NIVEL MUNDIAL	31
2.1 CENTROS DE INVESTIGACIONES	31
2.2 PARQUES ECOINDUSTRIALES	34
2.2.1 Presentación de las diferentes escalas geográficas a las que operan los parques ecoindustriales	35
2.2.2 Análisis del comportamiento de la cantidad de parques ecoindustriales por zona geográfica.	38
2.2.3 Ejemplos de Parques ecoindustriales agrupados por Zona geográfica.....	41
2.3 CONCLUSIONES PARCIALES	58
CAPÍTULO 3. PERSPECTIVA DEL CONTEXTO CUBANO, PARA LA APLICACIÓN DE LA ECOLOGÍA INDUSTRIAL EN CUBA	60
3.1 POLÍTICA AMBIENTAL CUBANA ANTE LOS ESCENARIOS INTERNACIONALES	61
3.2 ESTRUCTURA INSTITUCIONAL CUBANA PARA LA GESTIÓN DE LA POLÍTICA AMBIENTAL	61
3.3 LEGISLACIÓN AMBIENTAL CUBANA VIGENTE (CITMA 2011)	63
3.3.1 Estrategia Ambiental Nacional	64
3.3.2 Principales problemas ambientales del País. (CITMA 2011)	65
3.4 ASPECTOS CLAVES A TENER EN CUENTA PARA APLICAR LA ECOLOGÍA INDUSTRIAL.....	66
3.4.1 Beneficios que la Ecología Industrial podría aportar a Cuba	66
3.4.2 Fortalezas de Cuba para la Aplicación de la Ecología Industrial	68
3.4.3 Debilidades de Cuba para la aplicación de la Ecología Industrial	72
3.5 NICHOS EN CUBA, DONDE LA ECOLOGÍA INDUSTRIAL PODRÍA APLICARSE	73

3.6 CONCLUSIONES PARCIALES	75
CONCLUSIONES GENERALES.....	77
RECOMENDACIONES.....	78
BIBLIOGRAFÍA.....	79
GLOSARIO	84
ANEXOS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Durante años, la actividad humana ha venido produciendo efectos y alteraciones en los sistemas naturales. El desarrollo industrial y tecnológico por una parte, y el acelerado crecimiento demográfico, por la otra, además de aumentar los patrones insostenibles de producción y consumo, han introducido al medio ambiente una gran variedad de productos químicos sintéticos, peligrosos para los seres vivos, que la naturaleza no los degrada con la suficiente celeridad, ni el hombre los logra eliminar sin causar daños al entorno. Se une al incremento de la generación de residuos y emisiones, los altos consumos de energía no renovables, de agua, materias primas e insumos que provocan además cuantiosas pérdidas económicas.(CITMA 2011)

La coyuntura actual demanda una concepción integral del desarrollo sostenible, entendido como un proceso donde las políticas de desarrollo económico, científico-tecnológica, fiscales, de elevación de la calidad de vida de la población, de comercio, energía, agricultura, industria, de preparación del país para la defensa y otras, se entrelazan con las exigencias de la protección del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales, en un marco de justicia y equidad social.(CITMA 2007)

Muchos autores conciben a la Ecología industrial como estrategia para el Desarrollo Sostenible: (Bermejo 2001), (Naredo 2003), (Fernández 2005), (Rosemberg 2006), (Torre-Marín 2010), (Carrillo 2010). Incluso (Ehrenfeld 2004), planteó que pudiera llegar a ser, la ciencia de la sostenibilidad.

Durante la década de los noventa, gracias a los trabajos desarrollados en varios institutos de investigación, como el Wuppertal alemán, el IFF austríaco o el World Resources estadounidense, se revitalizaron los trabajos de los pioneros de la Ecología Industrial(EI), alcanzando cierta madurez a finales del decenio con la creación de la primera revista científica destinada a la nueva disciplina (el Journal of Industrial Ecology, MIT Press, 1997); a la que siguieron numerosos encuentros y publicaciones que sirvieron para afianzar mejor la metodología. (Naredo 2003)

De ahí que pudiera considerarse pertinente, la aplicación de la misma, en el entorno cubano.

Sin embargo la Ecología Industrial, por ser un campo nuevo e insuficientemente tratado, presenta aún, problemas de definición y alcance; y se tienen opiniones encontradas en cuanto a su procedencia; además, las aplicaciones de la misma, no han tenido, en muchos casos, el resultado deseado. Por otro lado, debe tenerse en cuenta, que la implementación de ésta, se ha llevado a cabo, en escenarios muy alejados del contexto político-económico cubano, surgiendo en países desarrollados, con sistema y economía capitalista, lo que complejiza su asimilación e implementación, por parte de las empresas e instituciones cubanas; de ahí que sea necesario lograr una mayor comprensión en esta materia, para poder discernir si la misma pudiera ser una alternativa viable, por lo que se hace imprescindible profundizar en su estudio.

Lo anterior constituye la **situación problémica** que identifica la presente investigación.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Se necesitan elementos cognitivos que permitan una mejor comprensión sobre la posibilidad del empleo de la Ecología Industrial como estrategia de Desarrollo Sostenible para Cuba.

OBJETIVO GENERAL

Elaborar una monografía que facilite los conocimientos para la valoración de la aplicación de la Ecología Industrial como estrategia de desarrollo sostenible para Cuba.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Argumentar sobre las complejidades en la conceptualización y aplicación de la Ecología Industrial.
- Analizar las particularidades del desarrollo alcanzado por la Ecología Industrial a nivel internacional.
- Caracterizar la perspectiva del contexto cubano para la aplicación de la Ecología Industrial.

HIPÓTESIS

Mediante el análisis de las complejidades en la conceptualización y aplicación de la Ecología Industrial y su desarrollo alcanzado a nivel internacional, se logra una herramienta conceptual que permite, desde la perspectiva del contexto cubano actual, valorar la posibilidad de su implementación como estrategia para el Desarrollo Sostenible en Cuba.

TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es del tipo explicativa ya que proporciona un sentido de entendimiento del fenómeno a que hace referencia.

APORTES Y NOVEDAD CIENTÍFICA

Se realiza por primera vez, desde el punto de vista gnoseológico, una herramienta para la comprensión de la Ecología Industrial como proceso conceptual, que contribuye estratégicamente al desarrollo sostenible.

TAREAS TÉCNICAS A DESARROLLAR DURANTE EL PERÍODO DE TRABAJO:

- Pasos para elaborar una monografía
- Selección y delimitación del tema
- Elaboración lógica de la estructura de trabajo
- Búsqueda y recolección de información
- Depuración de información de acuerdo a estructura creada.
- Reorganización
- Revisión poniendo especial atención en las citas bibliográficas.
- Elaboración de la versión final.

ESTRUCTURA DE LA TESIS

Para su presentación, el trabajo queda estructurado de la siguiente forma:

En el **capítulo 1** se argumentan las complejidades en la conceptualización y aplicación de la Ecología industrial, mediante la presentación de los antecedentes de la misma, los principales exponentes, sus enfoques teóricos, la evolución de la definición y crítica a su aplicación, la metodología, condiciones necesarias y obstáculos, así como la relación con otros conceptos afines.

En el **capítulo 2** se analiza el desarrollo que ésta ha alcanzado a nivel internacional, para lo cual se presentan, los más importantes centros de investigación consagrados a investigar sobre esta temática; así como, los principales parques ecoindustriales (resultado fundamental de la aplicación de la Ecología Industrial), especificándose las diferentes escalas geográficas a las que pueden operar, y tabulándose los parques más importantes, agrupados por tipos y continentes, se ofrecen además, ejemplos de parques ecoindustriales, para ilustrar la estructuración de los mismos, y se agregan, las proyecciones de algunos países al respecto.

En el **capítulo 3** se caracteriza el contexto cubano actual para aplicar la ecología industrial, mediante presentación de la estructura institucional del país en materia de política ambiental, su posición en relación al desarrollo sostenible y la identificación de beneficios, fortalezas y debilidades, así como la presentación de nichos para la aplicación de la misma.

CAPÍTULO I

Capítulo 1. Develando la Ecología Industrial (EI)

1.1 Antecedentes de la EI

A la ecología industrial la anteceden todas aquellas acciones que, desde hace ya varios años, se fueron incorporado al quehacer industrial como: los controles de los residuos, al terminar el proceso industrial, y las buenas prácticas ambientales; así como otras más recientes, surgidas debido, a la creciente preocupación, por el deterioro visible del medio ambiente, como: el reciclaje y la minimización de los residuos. (Carrillo 2009)

El concepto surge de la percepción, de que la actividad humana está causando cambios inaceptables en los sistemas básicos de soporte ambiental. Es un producto de la evolución de los paradigmas sobre manejo ambiental y de la integración de nociones de sostenibilidad en los sistemas económicos y ambientales, en los cuales los procesos productivos son concebidos como parte integral del ecosistema. (Considine, Jablonowski et al. 2001)

De forma directa le antecede, un concepto dado por Robert Ayres, en los años 70, al que llamó, "balance de materiales", y en el que se emplea precisamente, esta herramienta de la ingeniería, que analiza las entradas y salidas de materia a un sistema, bajo el cumplimiento de la ley de conservación de la masa. (Carrillo 2009)

Ya más cerca de los años 90, encontramos el término *Ecosistema Industrial*, el cual necesitó para su surgimiento que se desarrollaran conceptos como Simbiosis Industrial, Sinergia de Subproductos y el inicio del concepto del Desarrollo Sustentable. (Ayres 2002)

Aunque la noción de ecología industrial no puede decirse que sea nueva, ya que se encuentran antecedentes en la literatura científica de los años sesenta y setenta, el tema ha resurgido con fuerza durante la década de los noventa, como punto de encuentro transdisciplinar que conecta ingeniería, termodinámica, ecología y economía (ecológica) (Naredo 2003)

Los autores que escriben sobre el metabolismo industrial (Ayres, 1989) o sobre el metabolismo social (Fischer-Kowalski 1998; Haberl, 2001) ven la economía en términos de flujos de energía y materiales. Junto con los economistas ecológicos, consideran la

economía un subsistema de un sistema físico mayor. Dado que Marx usó el término Stoffwechsel, es decir, metabolismo, para hablar de las relaciones entre la naturaleza y la sociedad cabe preguntarse si la perspectiva ecológica se encontraba ya en el marxismo. (Martínez-Alier 2003)

1.2 Enfoques fundamentales de la EI

La Ecología Industrial se analiza a partir de tres enfoques fundamentales, los que han sido desarrollados, desde la especialidad y perspectiva de sus respectivos especialistas, y a pesar de existir relaciones entre ellos, cada uno presenta características que lo distinguen del resto, de forma tal que: el enfoque del metabolismo industrial, constituye la base de análisis, para el desarrollo de los restantes; mientras, el enfoque Ecosistémico (Cierre de los ciclos de los materiales), expresa el propósito de la Ecología Industrial de hacer al sistema industrial parte integrante de la naturaleza; por su lado, el enfoque de la desmaterialización, es sin duda el más cuestionado, más por la pretensión de sus defensores de dar al mismo un carácter de “vara mágica”, que por la tesis de la reducción de los recursos naturales, que es sin duda posible y positiva.

1.2.1 Enfoque del Metabolismo industrial

El enfoque del Metabolismo industrial es desarrollado por Robert Ayres, y es resultado de la evolución del concepto de “Balance de materiales” dado por el mismo autor en los años 70. Desde este enfoque, el objetivo central consiste en explicar, cómo se da el flujo total de materiales y energía que atraviesa el sistema industrial, desde su extracción hasta su inevitable reintegración a los ciclos biogeoquímicos de los elementos naturales. (Carrillo 2009)

El análisis del metabolismo industrial está basado en la ley de conservación de la materia, del mismo modo que el “metabolismo biológico o ecosistémico”, pero aunque *“la investigación acerca del metabolismo de la antroposfera aún está en sus comienzos, debido a su complejidad y al enorme peso del cálculo monetario”* (Bermejo 2001) su comprensión constituye una base imprescindible, para establecer las acciones específicas que deberán

desarrollarse posteriormente de forma tal que garanticen el funcionamiento del sistema industrial, como parte integrante del medio ambiente y en armonía con éste.

Bringezu y otros autores definen la contabilidad de flujo de materiales (CFM) como *“cuentas en unidades físicas (normalmente en toneladas) que comprenden la extracción, producción, transformación, consumo, reciclado y deposición de materiales tales como elementos químicos, materias primas o productos”* (Bringezu 1998)

La CFM puede utilizarse para conocer los flujos de materiales provocados por la actividad económica; para determinar el flujo de materiales asociado a la elaboración de un producto o sustancia; para conocer los flujos de materiales asociados a un lugar geográfico, como la cuenca de un río, una ciudad, una empresa o planta; para detectar los grupos de sustancias tóxicas y de flujos (producción, importaciones/exportaciones y uso, clasificados según su toxicidad, etc.); para conocer los stocks de materiales almacenados en la tecnosfera (los materiales conforman edificios, máquinas, vehículos, etc.) y los períodos transcurridos entre la fabricación y el final de vida de los productos (lo cual permite estimar los flujos futuros de residuos y, por tanto, adoptar acciones preventivas); para comprender las relaciones entre los flujos de materiales y los estilos de vida, los flujos entre naciones, los efectos del cambio tecnológico, etc. En resumen, la CFM permite tener una comprensión global del funcionamiento físico del sistema económico y conocer la acumulación histórica de los residuos (Erkman 1998)

La CFM no sólo constituye la base para diseñar una estrategia de sostenibilidad sino también para definir los indicadores que miden el cumplimiento de la misma.

El metabolismo industrial hace referencia a los procesos físicos que transforman las materias primas y la energía, además del trabajo, en productos y residuos que se encuentran en una condición de estabilidad. Dado que la actividad industrial no se autoregula totalmente ya que depende de otras fuerzas presentes en el mercado, es el sistema económico en su conjunto el mecanismo metabólico. (Bermejo 2001)

En contraposición con el metabolismo biológico, en primer lugar, los organismos biológicos se reproducen a sí mismos, mientras en el metabolismo industrial, las empresas

producen bienes o servicios; en segundo lugar, los organismos son altamente especializados y los procesos de mutación corresponden a plazos evolutivos sumamente largos, en tanto que una firma puede cambiar de producto o de negocio en un tiempo corto; y, finalmente, el metabolismo que se da en un organismo solo podría asemejarse a los procesos del sistema económico donde participan diversos agentes, ya que la empresa sólo se considera una unidad de análisis promedio en el sistema económico. (Carrillo 2009)

1.2.2 Enfoque ecosistémico (Cierre de los ciclos de los materiales)

La ecología industrial, desde esta perspectiva, hace la analogía al sistema biológico, plantea que en un sistema industrial puede darse un intercambio de recursos en forma cíclica y el modo en que se utiliza la materia y la energía en el sistema económico, se asemeja de gran manera a la utilización de la materia y de la energía por parte de los organismos biológicos y los ecosistemas.

La analogía entre Ecología biológica y Ecología Industrial, lo aborda T. Graedel en un artículo publicado en 1996 en el *Annuary Review Energy Environment*, donde presenta semejanzas entre las unidades de estudio: sea el organismo vivo para la ecología biológica, y la empresa o fábrica para la Ecología Industrial. Los aspectos que resaltan en tal comparación son: la independencia relativa de las unidades de estudio; la utilización de energía y materiales, así como la generación de residuos; la capacidad de producir y de responder a estímulos externos; la finitud de su ciclo de vida; y, la idea implícita en ellos de la conservación de la materia y la energía. (Graedel 1996)

La Ecología Industrial pretende modificaciones donde las interrelaciones de procesos y flujos evolucionen paulatinamente hacia ciclos que consideren la escasez de energía y recursos y, posteriormente, se incorpore el reciclaje de materiales operando en algo parecido a un esquema abierto sólo a la entrada de energía. (Carrillo 2009)

Sin embargo, el funcionamiento de los ciclos cerrados que prevalece en los ecosistemas, aún está ausente en el sistema industrial. Graedel establece un esquema de análisis donde ubica históricamente a la industria, señalando que ésta ha funcionado sobre la idea de disponibilidad de energía con recursos y residuos ilimitados.

Son múltiples los problemas físicos que es preciso resolver para poder cerrar los ciclos de los materiales y sustancias sintéticas. En unos casos, los materiales se degradan en cada ciclo, de tal manera que se produce una espiral descendente más que un ciclo cerrado, por lo que sólo se les puede dedicar a usos cada vez menos nobles. Por otro lado, en el proceso de reciclado se suelen perder materiales empleados en pequeñas cantidades para dar ciertas características al material base, como ocurre con los aditivos, colorantes, estabilizantes, antioxidantes, etc., de los plásticos. No existe ninguna posibilidad de recoger los materiales que se utilizan de forma difusa, como los pigmentos, herbicidas, detergentes... Por último, generamos residuos que no tienen ninguna utilidad y que, además, suelen ser muy peligrosos (residuos tóxicos, nucleares...). Es necesario por tanto desarrollar técnicas para inmovilizar los aditivos en los materiales base, para sustituir las sustancias peligrosas por otras inofensivas, etc. (Erkman 1998)

Para poder construir ecosistemas industriales es necesario que las economías locales sean diversificadas, de forma que existan empresas que utilicen como materia prima los residuos de otras. Esto obliga a que las empresas tengan una escala adecuada, capaz de aprovechar los flujos de materiales, y evolucionen armónicamente. Esta coevolución requiere la “cooperación y planificación a largo plazo” entre las empresas del ecosistema y un mecanismo que la garantice. (Carrillo 2009)

1.2.3 Enfoque Tecnológico (Desmaterialización)

La desmaterialización de la economía, es una propuesta estratégica de sostenibilidad mediante la reducción del uso de los insumos utilizados para la producción. Este concepto tiene una relación directa con el de productividad, entendida como la relación entre la cantidad producida y la cantidad de insumos utilizados en tal producción. Así, cuanto menor sea la cantidad de insumos utilizados en la producción de una unidad de producto, tanto mayor será la productividad, entendida también como la eficiencia en la producción. La desmaterialización se logra, mediante la reducción del flujo de materia en la economía, para mantener la capacidad de asimilación de los ecosistemas a niveles tolerables. El sentido principal de la desmaterialización es el de aumentar la productividad de los

recursos, que se puede medir en un sentido macroeconómico como Producto Interno Bruto sobre Total de Materia Requerida. (Carrillo 2009)

En términos teóricos la desmaterialización sería, uno de los caminos lleva a ejecutar la ecología industrial, pero en la práctica la misma está lejos de lograr su propósito.

Mientras se asegura, que el cambio tecnológico ya se está dando, lo que se traduce en que estamos entrando en la sociedad postindustrial gracias al potencial desmaterializador de tecnologías como la microelectrónica y las telecomunicaciones. Si bien hay casos de desmaterialización intensiva (25 kilogramos de fibra óptica realizan el mismo servicio en telecomunicaciones que una tonelada de cable de cobre), muchas de las previsiones no sólo no se han cumplido sino que el resultado final ha sido un mayor consumo de recursos. Así, se aventuró que las telecomunicaciones y la informática reducirían drásticamente el uso del papel, y ha ocurrido lo contrario. También se pone el ejemplo de la miniaturización en la microelectrónica, pero este proceso obliga a alcanzar purezas crecientes, que se traducen en la necesidad de instalaciones de depuración y ventilación del aire, proporcionalmente más grandes, con la creciente generación de residuos. (Hawken y otros,)

No se tiene en cuenta que muchas de las ganancias en eficiencia son el producto de la reestructuración del capitalismo mundial que especializa en industria pesada a los países en vías de desarrollo, mientras que la ligera se fortalece en los países desarrollados (Arrow y otros, 1995). Los éxitos de Japón en eficiencia energética y control de la contaminación se deben, en buena medida, al traslado de las industrias más intensivas en energía y contaminantes a Indonesia, Malasia, Filipinas, etc. Ésta es la razón de que, por ejemplo, haya pasado de fabricar 1,2 millones de toneladas de aluminio al año a sólo 140.000 toneladas (Weizsäcker y Jesinghaus, 1992). La OCDE reconoce que los efectos de estos cambios estructurales son más importantes que las propias políticas ambientales: “En particular, los cambios estructurales hacia los servicios en los países de la OCDE, y hacia la industria en los países en vías de desarrollo, parecen haber sido más importantes que los cambios en las políticas ambientales” (OCDE, 1997).

Un crítico de este enfoque es el sociólogo Sthefen Bunker, especialista en Ecología Política; este autor que se dedica al estudio de los fenómenos colectivos, producidos por la actividad social de los seres humanos, dentro del contexto histórico-cultural en el que se encuentran inmersos y argumenta que: *“estamos viviendo en una sociedad donde existe una alta demanda de productos en el mercado; antiguamente las tecnologías llevaban de la mano al hombre para brindarles una mejor calidad de vida, y el mercado siempre estuvo para venderle al hombre esos productos; hoy es todo lo contrario, y es el hombre el que lleva de la mano a las tecnologías, exigiendo cada vez más los avances en la misma, y esperando la confección de productos más manuales, pero con mayor eficiencia; lo común es que el mercado sigue estando ahí para la venta de estos productos; estamos viviendo en una sociedad de consumo, donde es muy difícil, a partir de la reducción de flujos de materias primas, obtener productos que satisfagan las necesidades del hombre y disminuyan los daños a los ecosistemas, las crisis de superproducción, son las principales causas de las crisis económicas en el mundo; para poder aplicar el término de la desmaterialización, sería necesario hacer un cambio radical en el pensamiento del hombre, y eso solo lo podría lograr, aquella persona que se dedique al estudio del pensamiento humano, sabiendo lo difícil que resulta hacerle cambiar al hombre su manera de pensar, cambiar su ideología, va más allá de palabras, se necesita grandes pruebas para cambiar el pensamiento del hombre”*.(Bunker 1996)

1.3 Exponentes principales de la EI

Los pioneros de la Ecología Industrial se concentran en Europa y América del Norte, coincidiendo con los países mayor desarrollo; estos se pueden agrupar de acuerdo al enfoque que han establecido en los inicios de su investigación sobre el tema, aunque debe destacarse que varios de ellos se han sumado al análisis desde otros enfoques, en la medida que la EI ha evolucionado. En la Tabla 1 se relacionan los pioneros de la ecología industrial de acuerdo al enfoque que desarrollaron y al país de origen.

Tabla 1.1: Pioneros de la Ecología Industrial.

Investigador	País	ENFOQUES		
		Metabolismo Industrial	Cierre de ciclo	Desmaterialización
Robert Ayres	Francia	x		
Leslie W. Ayres	Francia	x		
Suren Erkman	Suiza		x	
Robert Frosch	USA		x	
Nicholas Gallopoulos:	USA		x	
Branden Allenby	USA		x	
Thomas. E. Graedel	USA		x	
Jonh Ehrenfel	USA		x	
Sthefen Bunker	USA			x
Hardin Tibbs	USA- UK			x

Fuente: Elaboración Propia a partir de (Carrillo 2009)

Al interés de estos prestigiosos investigadores por la EI, se fueron sumando un grupo de científicos de países de América Latina y de España. Estos no se caracterizan por defender un enfoque específico, sino que han centrado su investigación en analizar la evolución y desarrollo de la EI, además de exponer el avance de la misma en sus respectivos países, aportando sus experiencias en la aplicación de proyectos de EI en los mismos. Para la realización de esta monografía se han citado varios de estos investigadores, los que se relacionan en la Tabla 2.

Tabla 1.2: Investigadores en Ecología Industrial de España y América Latina.

Investigador	País
Graciela Carrillo González	México
Gema Cervantes Torre-Marín	México
Roberto Bermejo	País Vasco
Diego Fernández	España
M ^a Carmen Ruiz Puentes	España
José Manuel Naredo	España
Oscar Carpintero	España
Adrián Rosemberg	Argentina
Guillermo Garrido	Argentina
Luis Felipe Granada Aguirre	Colombia

Johann Kammerbauer	Bolivia
Lilian Bechara Elabras	Brasil
Alessandra Magrini	Brasil

Fuente: Elaboración Propia

Pueden considerarse también, pioneros de la EI, a un destacado grupo de investigadores, que desde otras líneas del pensamiento aportaron, al desarrollo de la EI como son:

- Marina Fischer-Kowalski: directora del grupo de Ecología Social de Austria.
- Kenneth Boulding y
- Nicholas Georgescu-Roegen.: Fundadores de la Economía Ecológica

En el **Anexo 1** se ofrece una pequeña biografía de los principales investigadores citados en esta monografía, destacándose sus aportes a la EI, con el objetivo de proporcionar en un solo texto, información de interés sobre los autores que aportan al análisis de la Ecología Industrial.

1.4 Definición de EI

Durante la primera década del presente siglo, como consecuencia de la evolución experimentada por la Ecología Industrial desde los diferentes enfoques, se aportaron disímiles definiciones de la misma.

1.4.1 Evolución de las definiciones de Ecología Industrial

Suren Erkman, desde el mismo título de un artículo publicado en el año 2001, presenta a la Ecología Industrial como: *“una nueva perspectiva para el futuro del sistema industrial”*, más adelante argumenta esta afirmación, al decir que, *“puede proporcionar un modelo conceptual y constituir una importante herramienta para los procesos de planeamiento de desarrollo económico”*. Más adelante se refiere que: *“Aunque, hasta ahora, no existe una definición estándar de ecología industrial, la mayoría de los autores están de acuerdo en al menos tres elementos de la perspectiva de la misma”*. (Erkman 2001)

Estos tres elementos pueden resumirse de la siguiente forma:

- Visión sistémica e integrada de todos los componentes de la economía industrial, y relacionados con la biosfera.
- Énfasis en el sustrato biofísico de las actividades humanas.
- Consideración de la dinámica tecnológica, o sea, da igual importancia a los problemas de contaminación y medio ambiente como a las tecnologías, procesos económicos, financiamiento y manejo comercial de las empresas.

Por su parte Naredo, considera que: “*la ecología industrial o urbana no centra su atención sólo en los residuos sino también en el conjunto del metabolismo de los sistemas objeto de estudio y en su interacción con los otros sistemas, ya sean éstos más o menos «naturales» o monetarizados. En este **esfuerzo analítico** se trata de dilucidar hasta qué punto los flujos de materiales y energía sobre los que reposa el funcionamiento ordinario de dicho metabolismo son compatibles con los ecosistemas biológicos. Los daños ambientales o los residuos no son aquí tratados como «externalidades» parte de su funcionamiento «normal»*”. (Naredo 2003)

Según Adrián Rosemberg “...es una **nueva línea de pensamiento** orientada al desarrollo ambientalmente correcto del sistema industrial. Para ello, la ecología industrial hace que las empresas funcionen y se relacionen como lo hacen los seres vivos en un ecosistema, donde cada organismo desempeña una función concreta dentro de una intrincada red de relaciones. Basada en una visión del conglomerado empresa-sociedad-entorno como una única entidad (visión sistémica), busca la mejora del comportamiento ambiental del conjunto en lugar de buscar mejoras en cada una de las partes”.(Rosemberg 2006)

Con un criterio más contemporáneo Granada nos la presenta: “...como una **red de sistemas industriales** que cooperan reutilizando materiales y energía residual de la propia red. Esta aproximación ambiental está principalmente asociada al concepto de eco-park, simbiosis industrial, clustering industrial. Es una de **las formas de aprovechar de manera eficiente los recursos** utilizados en el proceso y poder así disminuir las descargas a los vectores

ambientales, este concepto se debe implementar en el futuro con miras a resolver el problema de tener la industria en las zonas residenciales”. (Granada 2009)

Garrido se apega al enfoque ecosistémico al expresar que: *“Al igual que en un ecosistema natural, la Ecología Industrial entiende que en un sistema industrial cada proceso es una parte dependiente e interrelacionada de un todo mayor. El propósito final: llegar a un equilibrio entre la actividad humana y la naturaleza. Esta **disciplina** entiende las actividades de producción y consumo como ecosistemas compuestos por flujos de materiales, de energía y de información. Contrastando con los enfoques que pretenden optimizar el desempeño en términos de unidades monetarias, la Ecología Industrial **propone reorganizar** el sistema de producción y consumo, para que evolucione hacia un modo compatible con la biósfera. Pretende dar respuestas prácticas al concepto de desarrollo sustentable para lo cual suministra un marco conceptual y herramientas de gestión, que permitan optimizar el uso de los recursos físicos limitados y, al mismo tiempo, de proteger el ambiente. Para lograrlo, se propone migrar del sistema industrial actual a uno más viable, sostenible, inspirado en el funcionamiento cuasi cíclico de los ecosistemas naturales.”* (Garrido 2010)

Cervantes Torre-Marín resalta no solo al enfoque ecosistémico, sino la convicción de puede contribuir al desarrollo sostenible cuando dice: *“La EI es una **temática interdisciplinaria** que intenta asimilar el funcionamiento de los ecosistemas industriales al de los naturales, con una interrelación entre industrias, el medio social y natural que tiende a cerrar el ciclo de materia y a hacer eficiente los procesos internos. Es actualmente un **reto para nuestro mundo** y una de las **pocas maneras con las que la industria puede contribuir al desarrollo sostenible**. La Ecología Industrial promueve la innovación en sistemas humanos e industriales a través de un cambio de concepción, donde el límite no está en la propia empresa sino donde se crea una red de colaboración y negocio con otras empresas, con entidades gubernamentales y con el ecosistema natural”.*(Torre-Marín 2010)

Graciela Carrillo la acerca a la sociedad: *“La ecología industrial como **un área de conocimiento** que busca eficientar los procesos y repercutir en el ámbito no sólo económico y ambiental sino también en el social, a partir de la interacción entre distintas*

*empresas del mismo o de diferentes ramas industriales, se está posicionando en el mundo como una **alternativa real y viable** para que las empresas por iniciativa propia y con las condiciones e incentivos públicos necesarios participen y contribuyan a **la mitigación del cambio climático***". (Carrillo 2011)

1.4.2 Análisis y crítica al concepto de Ecología Industrial

En la tercera década de existencia de la Ecología Industrial, y con la certidumbre de que los problemas ambientales no solo continúan, sino que se acrecientan: Sería conveniente redefinirla, teniendo en cuenta: los aportes ofrecidos por la "Quíntuple hélice", en los análisis de gestión e innovación, al considerar las relaciones que se establecen entre Gobierno, Empresa, Academia, Sociedad y Medio ambiente; y enfatizarse en los análisis de exergía en su metodología. Deberá conocerse el funcionamiento de los sistemas complejos ya que según las palabras: *"cuando se aprenda más de la teoría de los sistemas complejos, habrá entonces más posibilidades, de que la Ecología Industrial se convierta en la ciencia de la sostenibilidad"*(Ehrenfeld 2004) ;entendiéndose que el sistema complejo *"es un sistema en el cual los procesos que determinan su funcionamiento son el resultado de la confluencia de múltiples factores que interactúan de tal manera que el sistema no es descomponible sino sólo semi-descomponible. Por lo tanto, ningún sistema complejo puede ser descrito por la simple adición de estudios independientes sobre cada uno de sus componente"*. (García 2006)

Pero deberá definirse sobre todo, desde una visión más apegada al enfrentamiento de los problemas sociales, para lo que sería conveniente nutrirse, de miradas poco tenidas en cuenta hasta ahora, como son: el "metabolismo social"; que no niega el "metabolismo industrial" sino que lo considera parte integrante del mismo, como puede constatarse en las palabras de Toledo, cuando expone: *"De manera general se pueden identificar tres "campos" de estudio del metabolismo social: agrario o rural, urbano e industrial"*. Sin embargo plantea que: *"Casi sin excepción, el proceso general de metabolismo ha sido abordado como un fenómeno meramente material. Sin embargo, un abordaje sociológico completo obliga a considerar aquellas instancias y mecanismos de carácter no material con los cuales y dentro de los cuales el metabolismo tiene lugar"*. (Toledo 2013)

Resultará vital además, observar los razonamientos de autores como Martínez-Alier y Lucas H. Pinto, exponentes de corrientes, que defienden a las clases menos favorecidas, y que en los últimos tiempos han adquirido un considerable auge, como son el: “*Ambientalismo o ecologismo de los pobres*” y la “*Ecología Política*” (que estudia los conflictos ecológico-distributivos), los que critican el abordaje hecho por parte de los países capitalistas, del concepto de desarrollo sostenible y de las estrategias propuestas para llevarlo a vías de hecho, al sostener que:

... Lo que pretenden hacer con el manejo técnico de los “problemas ambientales”, es adecuar técnicamente el sistema de producción capitalista y la naturaleza. Anhelando articular la intervención capitalista en los biomas, de forma a que el impacto sobre la biosfera de la acción de los “medios de producción” del capital, sea “racional” para con el medio ambiente y sostenible para con las próximas generaciones.

La gran contradicción, o efecto colateral primero de tal salida “positivista” a la “crisis ambiental”, es que tal intento se basa no en un cambio real en la concepción que origina tal “crisis” (reproducción continua de los medios de producción y consumo); pero sí en un reemplazamiento espacial de los principales procesos contaminantes desde el “Norte hacia el Sur”. Por cuestiones de rentabilidad y/o manejo simbólico de los “problemas ambientales”, se busca encubrirlos o “mitigarlos” en los países capitalistas de economía periférica. (Martínez-Alier 2009)

...hay una real “tragedia” que antes de ser “ambiental”(o al mismo tiempo) es política y valorativa, donde concepciones distintas se “unen” con el transcendental objetivo de salvar la naturaleza. En este sentido las diferencias “político-ideológicas”, y aun las causas objetivas de los efectos que se pretende combatir, son colocadas en un pedestal no tocado por las diferentes concepciones de la “tragedia” social que vivimos.

Con la observación de las contradicciones conceptuales inherentes a esta categoría de “desarrollo sustentable”, es que propugnamos la existencia de “conflictos ambientales” y no sencillamente “problemas ambientales”. Pues hay distintas ideas de economía y naturaleza en disputa, que son ideológicamente “olvidadas” con el intento de salvar el planeta capitalisticamente. (Pinto 2010)

De este análisis se deriva, que a pesar de la evolución que ha tenido el concepto de Ecología Industrial desde su surgimiento, los resultados de la aplicación de la misma se han visto limitados en el plano social, por los intereses del capital que sustenta la economía de la mayoría de los países líderes en esta práctica, de ahí las críticas recibidas como estrategia para el desarrollo sostenible. En este sentido, en el concepto de Ecología Industrial debía explicitarse su carácter de: enfoque estratégico que contribuye al empeño de conducir al sistema económico- social hacia una condición de interrelación armónica con el medio ambiente y la sociedad; deberá apropiarse además, de los avances en la gestión ambiental y la tecnología, así como de un análisis integral del escenario a intervenir, partir del estudio de los sistemas complejos. Para que pueda constituir una estrategia efectiva en el afán de construir una sociedad sostenible.

1.5 Metodología para la EI

En lo concerniente a la metodología para la Ecología Industrial, esta autora no encontró ninguna metodología específica para la misma, lo que pudiera estar dado, por la diversidad de características existentes en los ecosistemas industriales a conformar.

Algunos autores de habla hispana, refieren de manera general, que la misma se vale de varias herramientas y métodos, como son: (Torre-Marín 2009)

- Análisis de Ciclos de Vida (ACV). Consiste en cuantificar todas las cargas ambientales de un producto o servicio “desde la cuna a la tumba”.
- Análisis de Flujo de Materia (AFM). Cuantifica las entradas y salidas de recursos (en masa) de una economía (región, país).
- Diagramas de flujo. En los ecosistemas industriales se utilizan los diagramas de flujo para describir las interrelaciones y sinergias entre diferentes entidades. Los diagramas pueden combinar flujos de materias primas, productos, agua, residuos, energía e incluso información. En el caso de diagramas sociales se reflejan los flujos de información entre entidades. Esta información puede ser: proveedores de materias primas, gestión de residuos, proyectos conjuntos, subvenciones o financiamiento, colaboración en redes, difusión,

participación en eventos, formación, utilización de servicios o infraestructuras conjuntas, etc.(Lule 2010)

- Mercado de subproductos. Consiste en la compra venta de residuos y/o subproductos entre entidades distintas.
- Metabolismo Industrial. Definido como el uso de materiales y energía que fluyen a través de los sistemas industriales para su transformación y posteriormente su disposición como residuo (Ayres, 2001).
- Análisis Económico Ambiental. Cuantifica las cargas económicas de un producto o servicio sobre el ambiente, basado en los costos de generación del producto y la explotación de recursos naturales para su elaboración, hasta los impactos ambientales por su posterior manejo y disposición como residuo.
- Producción más limpia. Definida como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva para aumentar la eficiencia de productos, procesos y servicios y disminuir los riesgos para el hombre y el medio ambiente (PNUMA, 2008).
- Ecoeficiencia. Definida como la dotación de bienes y servicios a un precio competitivo, que satisfaga las necesidades humanas y la calidad de vida, al tiempo que reduzca progresivamente el impacto ambiental y la intensidad de la utilización de recursos a lo largo del ciclo de vida, hasta un nivel compatible con la capacidad de carga estimada del planeta (Stigson, 1999).
- Prevención de la contaminación (P2). Definida por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 2008), como la reducción o eliminación de residuos en la fuente a través de la modificación de los procesos de producción, promoviendo el uso de sustancias no tóxicas o menos tóxicas, implementando técnicas de conservación y reutilizando materiales en vez de incorporarlos al flujo de residuos. (Torre-Marín 2009)

En el *Hadbook of Industrial Ecology*, editado por (Ayres 2002), se encuentra en su Parte II titulada “Methodology”, estos y otros métodos desarrollados ampliamente como son:

Substance flow analysis, Physical input–output accounting, Process analysis, Impact evaluation,

Aunque estos métodos, no constituyan una metodología específica, los mismos debieran estudiarse profundamente, para poder acometer una intervención de Ecología Industrial.

1.6 Condiciones para aplicar la EI

Existen condiciones necesarias para que un proyecto de Ecología industrial prospere, por lo que en una intervención de este tipo se debe velar por que las mismas se cumplan.

A continuación se destacan las más importantes a criterio de esta autora producto de la investigación realizada al respecto:

- Política ambiental comprometida con el desarrollo sostenible:

La EI es una estrategia coincidente con el concepto de Desarrollo Sostenible, dado que en sus objetivos se propone impactar positivamente tanto en el plano ecológico como en el económico y social. (Carrillo 2010)

- Cultura ambiental y empresarial, de ahí que las industrias deban tener un trabajo ambiental previo en materia de gestión ambiental y certificación internacional como las ISO 14000 y experiencia en intervenciones de P+L y ecoeficiencia.
- Considerar que el sistema industrial debe funcionar como un ecosistema:

La condición fundamental de la ecología industrial está dada porque la misma *“considera que el sistema industrial debe funcionar como un ecosistema natural dónde una especie se alimenta de otra bajo la idea de una cadena trófica, esta propuesta no se ciñe estrictamente al ámbito industrial sino que incorpora otras actividades económicas y humanas”*.

- Cercanía física de las industrias a relacionar:

Otra condición para el buen resultado de la Ecología industrial es la cercanía física que debe existir entre las industrias donde se ha identificado la sinergia. Esto tiene varios escenarios en dependencia de la intervención en cuestión. (Carrillo 2010)

- Existencia de una entidad rectora y/o coordinadora.

Aunque si bien los principios de la Ecología Industrial pudiera aplicarse de forma aislada, o como iniciativa de alguna institución en particular; la Ecología Industrial, como estrategia, necesita la existencia de una infraestructura de apoyo que favorezca el cambio de actitud hacia las formas en que se desarrollan las actividades humanas (industriales). Requiere de una infraestructura de apoyo. Es decir, las empresas necesitan incentivos, regulaciones, mecanismos de gestión e información para establecer las condiciones en las que la misma puede prosperar. (Brand y Bruijn, 1999)

Sería primordial entonces comenzar, creando una estructura particular o en su defecto, involucrar a las estructuras existentes en esta filosofía de trabajo, las que puedan tener una visión generalizada del problema e independientemente de que debe existir una consonancia conceptual de trabajo a nivel de país, el funcionamiento debe tener independencia en la toma de decisiones a nivel de municipio. (Carrillo 2010)

- Es fundamental además la existencia de centros de investigación para el estudio de la EI. (Ruiz 2009)
- Las autoridades locales deben tener la iniciativa para la aplicación de experiencias de EI.
- Debe prevalecer un ambiente de confianza y comunicación entre las empresas a relacionar.
- Se debe contar con un marco jurídico claro, con normas precisas y velar por el cumplimiento estricto de dichas normas.

- Deben existir incentivos que favorezcan la aplicación de la ecología industrial. (Torre-Marín 2009)

1.7 Obstáculos para la EI

En el cumplimiento de las condiciones para la EI se interponen un grupo de obstáculos los que deben ser eliminados para lograr los resultados esperados.

Muchos autores han hecho referencia a las barreras que existen para la adopción de un enfoque ecológico en el desarrollo industrial. Existen muchos casos en los que la ecología industrial se ha desarrollado espontáneamente gracias a que las empresas reconocen las oportunidades de cooperación para reducir los costos, los impactos al ambiente, al mismo tiempo que obtienen beneficios para sí mismos y para la sociedad. Sin embargo, la mayoría de los autores coinciden en que el cambio de actitud hacia la forma en que se desarrollan las actividades humanas (industriales), requiere de una infraestructura de apoyo. Es decir, las empresas necesitan incentivos, regulaciones, mecanismos de gestión e información para establecer las condiciones en las que la ecología industrial puede prosperar.

Brand y Bruijn (1999), señalan que los obstáculos a la ecología industrial pueden ser de cinco tipos: información, técnicos, económicos, normativos, y de motivación. A lo que Cote y Grand argumentan que también existen las barreras institucionales. A continuación se detalla cada una de dichos obstáculos:

Técnicos: Encontrar formas de reutilizar los subproductos y residuos, y hacer uso eficiente de los recursos requiere soluciones tecnológicas y de gestión. Si bien muchos de los subproductos se pueden utilizar, se requieren las soluciones innovadoras para hacer frente a algunos residuos no podrán estar totalmente disponibles. Se requiere la creación de un área de investigación y desarrollo que en ocasiones no pueden ser soportadas por las empresas, por sus altos requerimientos. (Carrillo 2010)

Información: Para hacer que el trabajo sea eficaz y eficiente, la información debe fluir de forma vertical y horizontal. La implantación de principios regidos por la Ecología Industrial, es una de las maneras de garantizar que la información esté disponible y sea compartida entre las partes interesadas. En el contexto de la industria, compartir

información puede ser difícil, por lo que las industrias necesitan mecanismos para facilitar, las conexiones y vínculos entre las empresas, así como las estrategias para recopilar información de fuentes dispersas. (Sahely, 2003).

La recopilación de los flujos de información y stocks de materias dentro de una comunidad suele ser igualmente difícil debido a que en algunos casos la confidencialidad propia de cada empresa representa trabas para realizar dichos proyectos. (Carrillo 2010)

Económicos: La competencia entre las empresas y el deseo de maximizar los rendimientos de las inversiones representa un obstáculo importante para la aplicación de la Ecología Industrial. Dado que la Industria percibe que la gestión de los residuos en pro del cuidado ambiental es costosa. La inseguridad de los mercados y los cambios en las actividades empresariales pueden crear condiciones que limitan el interés en las innovaciones para la sostenibilidad. (Carrillo 2010)

Regulatorios: En muchos casos, los reglamentos limitan las opciones y reprimen soluciones innovadoras. Los gobiernos locales a menudo han competido para el desarrollo industrial y por lo tanto se han mostrado reacios a establecer normas que la industria no podría resistir (Burstrom, 2001). La aplicación de un programa comunitario sostenible requerirá que los municipios sean más flexibles, al mantener sus estándares de calidad ambiental. (Carrillo 2010)

En general, la regulación medioambiental tradicional está pobremente preparada para los complejos sistemas económicos y tecnológicos. En tal caso, establecer límites más amplios de conducta, motiva la evolución hacia un sistema más apropiado y eficaz. (Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment 1994b) (Allenby 2002)

Hoy en día las leyes ambientales se encuentran desactualizadas y no son capaces de frenar las cuestionadas evoluciones tecnológicas, las políticas ambientales se han vuelto tan contradictorias, cerradas y poco fiables que no se logra el mínimo de confianza necesaria para su implementación y se encuentra que en la práctica las nuevas ideas y prácticas a favor del medioambiente son introducidas por empresas debido a cuestiones económicas.

Además, las leyes reguladoras están retrasadas respecto a las nuevas implementaciones, en vez de ser estas las que las propongan. (Genesio L 2012)

Motivacional: Tal vez el obstáculo más difícil de superar es el reto de motivar a las empresas y las comunidades para hacer las cosas de manera diferente y atraer a los consumidores a cambiar sus actitudes. La sociedad de consumo ha aceptado la idea de lanzar "la basura afuera", aunque esta tradición parece estar cambiando. Se ha visto la naturaleza como fuente de riqueza material sin fin, y un receptor inagotable para los desechos. La sostenibilidad requiere cambios importantes de actitud y comportamiento. (Carrillo 2010)

Institucional: Las organizaciones a menudo revelan resistencia al cambio. Los gobiernos locales y nacionales, así como los gestores no son inmunes a estos factores. (Carrillo 2010)

Conocimiento: La falta de conocimiento de conceptos como la Ecología Industrial y del papel que puede jugar para entender las interacciones y la interrelación entre los diversos aspectos del desarrollo serán otras de las barreras a vencer. (Grant 2004)

1.8 Relación de la EI con otros conceptos afines

Al consultar la bibliografía referida a la Ecología industrial, se puede constatar que existe una estrecha relación entre ésta y varios conceptos, entre los que se encuentran: metabolismo industrial, simbiosis industrial, parques ecoindustriales, P+L, ecoeficiencia, economía ecológica, etc. Sin embargo, estas relaciones, en muchas ocasiones son erráticas, de un artículo a otro; llegando incluso a ser empleados como sinónimos de la misma, lo que dificulta establecer, propósitos, límites y metodologías específicas, para cada uno de ellos.

En el presente acápite se muestran varios ejemplos de esta situación, además de algunas ideas expresadas por algunos investigadores, refiriéndose a esta problemática; con el ánimo de que si bien, no logre resolver el problema, al menos se tenga una visión concentrada del mismo, para salvar al lector de la idea de que se ha perdido. Y lo que es más importante, para que pueda tomar decisiones acertadas.

1.8.1 EI- Metabolismo Industrial

A pesar de que el metabolismo industrial se considera un enfoque de EI, esta autora sostiene, que más bien constituye la base para el análisis de cualquier intervención de Ecología Industrial, pero por sí mismo, no puede considerarse como tal. Esta afirmación está edificada sobre criterios de entendidos, como por ejemplo Suren Erkman cuando expresó:

El Metabolismo industrial se refiere a los flujos de materiales y energía del sistema industrial. Se estudia fundamentalmente con un enfoque descriptivo y analítico (básicamente una aplicación del balance de materiales), que tiene como intención comprender la circulación (y acumulación) de los flujos de materiales y energía vinculados con la actividad humana, desde su extracción inicial hasta su inevitable reintegración, tarde o temprano, hacia los ciclos bigeoquímicos en general.

Sin embargo la Ecología industrial va más allá, siendo la idea es comprender, primero como trabaja el sistema industrial, como éste es regulado y sus interacciones con la biosfera; entonces sobre la base de lo que conocemos acerca de los ecosistemas, determinar como pudiera ser reestructurado, para hacerlo compatible con la forma natural cómo funcionan los ecosistemas. (Erkman 2002)

1.8.2 EI- Simbiosis Industrial

En el acápite “Antecedentes de la EI” de esta monografía, se acoge el criterio de Robert Ayres, fundador de la EI, y que ha sido asumido por Torre-Marín y por otros autores; los que consideran, al principio de la simbiosis industrial, como antecedente indispensable para el surgimiento de la EI.

Sin embargo, una vez que esta surge; e incluso durante su evolución y consolidación, la simbiosis industrial constituye el principio básico de la Ecología Industrial, e independientemente de las otras aristas que pueda tener la misma para su desempeño, si no se cumple este principio básico, en una concepción de esta naturaleza, se estará negando su fin más identitario, referido a la intención del cierre del ciclo de materiales, buscando con esto una aproximación a los ecosistemas naturales, para de esta forma contribuir, con este

diseño, al desarrollo sostenible; cualquier otra agrupación de industrias de forma colaborativa, en cuanto a servicios auxiliares, transporte, intercambios académicos, etc.; podrá ser considerado, dado el caso, en una estrategia plausible, más no podrá decirse que es Ecología Industrial.

Existen incluso ocasiones, en que algunos autores, sustituyen el término de Ecología Industrial por el de Simbiosis industrial, fundamentalmente cuando se refieren a la aplicación de la misma, destacando de esta forma, la importancia que confieren a este principio, lo cual no entraña por lo tanto, un problema práctico.

En algunos países, como Estados Unidos y México, llaman a estas aplicaciones de la Ecología industrial, “By product synergy”, es decir, “sinergia de subproductos”; por lo cual reemplazan con éste, el término “simbiosis industrial”.

1.8.3 EI - Producciones más limpias (P+L)

De acuerdo con la opinión de varios autores, las (P+L) y la EI guardan una estrecha relación. Tim Jakson expresa: *“existe una elevada consonancia conceptual entre la Ecología Industrial y la Producción Limpia”*, justificando esta afirmación al referirse a que, *“ambos están motivados por la preocupación hacia los crecientes impactos medioambientales, de los sistemas económicos industriales; surgiendo, más o menos al mismo tiempo (de finales de los años 80 a mediados de los 90), período de evolución de la conciencia medioambiental”*. (Jackson 2002)

No obstante se argumenta, que la Ecología Industrial tiene mayor alcance; según (Erkman 2001): *“La Producción limpia aún enfoca sus acciones hacia el interior de las compañías individuales; por lo que pensar en ir más lejos, y aplicar la Producción limpia, a un grupo de compañías, a una zona industrial o a toda una región, es decir: al aplicar la producción limpia a nivel sistémico, estamos en presencia de lo que en los últimos años se ha conocido con el nombre de ecología industrial”*; a la altura del año 2010, Torre-Marín ofrecía una percepción similar, ... *“la P+L sigue siendo un enfoque aplicado a empresas de forma individual. La EI da un paso que supone un cambio de concepción: el sistema industrial es visto como un ecosistema, donde la actividad industrial está relacionada con el entorno y*

el medio social y donde se entiende por industria todos los sistemas humanos: agricultura, transporte, producción, etc.” (Torre-Marín 2010)

Es necesario destacar, sin embargo, que al consultar la literatura especializada de uno y otro campo, se constata un traslape conceptual entre estos términos, ya que en las publicaciones de Producción Limpia, se refieren a la Ecología Industrial, como herramienta para llevar a vías de hecho la P+L, mientras por su parte la Revista de Ecología industrial expresa lo contrario, es decir consideran a la Producción Limpia un método para lograr la EI. (Jackson 2002)

Esta autora agregaría además, su percepción de que la aplicación de la Ecología Industrial resulta más compleja; ya que mientras en las P+L, son muchas las acciones que se pueden acometer de manera independiente; la Ecología industrial, sin embargo, está ceñida al principio básico de sinergia, entre los residuos y materias primas, de las compañías a relacionar. No obstante, este principio no basta para que funcione el modelo, puesto que al igual que en las P+L, deben establecerse un grupo de acciones (definidas en dependencia de las características específicas del entorno de trabajo), que para ser logradas necesitan un cambio sustancial en la forma de pensar y actuar. En la actualidad existe una tendencia a considerar la ecología industrial como la aplicación a nivel sistémico de la P+L.

1.8.4 EI – Ecoeficiencia

La mayoría de los autores consultados, afirman que la ecoeficiencia constituye una herramienta, estrategia o método, que emplea la Ecología Industrial para procurar el Desarrollo sostenible,(Contreras 2000), (Galán 2003), (Salazar 2008). Salazar agrega, agrega además, refiriéndose a la ecoeficiencia que “es una estrategia de iniciativa empresarial o industrial, más que ecológica o social. Implanta acciones relacionadas con el medio ambiente que permitan producir un aumento en la rentabilidad de las inversiones”. (Salazar 2008)

Otros por el contrario, las consideran estrategias independientes, pero que tienen un objetivo común; a estos se suman en otro momento de su artículo. (Galán 2003)

Sin embargo, lo más controversial está, en que algunos autores, entre los que destaca (Leal 2005), presentan a la Ecología industrial como sinónimo ecoeficiencia. De ahí que en este contexto se dan también como sinónimos Parques ecoindustriales y Parques ecoeficientes. Esta autora reflexiona que el equívoco pudiera venir dado, por el propósito de garantizar en los parques ecoindustriales, además de la imprescindible sinergia de subproductos, un grupo de soluciones en cuanto a utilización de servicios auxiliares, transporte, intercambios académicos, culturales, etc., que propicien un ambiente de confianza y entendimiento, características de los parques ecoeficientes.

Pudieran agregarse aquí otro grupo, que considera similares a la ecoeficiencia y la P+L. Sin embargo entre ellos, algunos establecen ciertas diferencias, como el propio José Leal, cuando dice: *“Para algunos los conceptos son equivalentes (refiriéndose a la ecoeficiencia y a la P+L), sin embargo, hoy en día se hace una diferencia que responde al distinto punto de vista de las iniciativas: la producción limpia es una estrategia de política pública que es impulsada desde los gobiernos para embarcar a sectores productivos en una tarea de cumplimiento y superación de las exigencias de la regulación. En tanto la ecoeficiencia es una estrategia corporativa, una iniciativa empresarial, fundamentalmente privada; pero que cuenta con cada vez mayor apoyo de la instancia pública.* (Leal 2005)

Tal prodigio de semejanzas pudiera estar dado, según el criterio de esta autora, porque los tres términos se conciben como estrategias, dirigidas a contribuir, (con acciones que solucionan el divorcio entre el aumento de la productividad y la protección del medio ambiente), al desarrollo sostenible. No obstante, es importante precisar, que la diferencia entre ellas está, en que para lograr el mismo objetivo, cada una emplea sus propios puntos de vista, y por ende su propia metodología; que define el camino a seguir, de acuerdo al escenario o alcance de la intervención. De aquí que no deban considerarse iguales. En otras palabras: todas son desarrolladas con propósitos similares, pero cada una lo enfrenta con las armas que le aporta su propia naturaleza. Desconocer esto encierra el peligro, de perder el camino que se ha emprendido con la mayor energía y las mejores intenciones, para llegar después de mucho tiempo, al lugar equivocado.

1.8.5 EI- Economía Ecológica

Graciela Carrillo sostiene en varios de sus artículos que: *“La ecología industrial es una propuesta cuya base teórica se desprende de la economía ecológica y busca conectar los principios y elementos de la economía con los de la biología”*.(Carrillo 2009), (Carrillo 2010), (Carrillo 2011). Esta visión es defendida además por Naredo al plantear: *“la llamada economía ecológica, que considera los procesos de la economía como parte integrante de esa versión agregada de la naturaleza que es la biosfera y los ecosistemas que la componen, incorporando líneas de trabajo de ecología industrial, ecología urbana, agricultura ecológica,...”*.(Naredo 2003). Sin embargo, (Salazar 2008), las divorcia explícitamente, cuando afirma: ... *“La Ecología Industrial, incorpora su entorno ambiental y plantea la búsqueda de una nueva relación industria-ambiente. Sin embargo, su visión capitalista da mayor peso a la esfera económica, estableciendo una amplia confía en el avance tecnológico y el mercado para la solución de los problemas ambientales. La Economía Ecológica, en contraste, enfatiza un análisis que incorpora las dimensiones ambiental, social y económica, así como múltiples disciplinas, necesarias para un mejor entendimiento de los diversos problemas ambientales-sociales-económicos que presenta la industria”*. (Salazar 2008)

En opinión de esta autora, esclarecer esta disyuntiva, resultará indispensable para la toma de decisiones, con respecto a la incidencia, que la aplicación de la Ecología Industrial, tendrán en la sociedad por si misma, y que requerimientos deberán aportarle otros enfoques provenientes de la Ecología Ecológica, para que logre ser valorada como instrumento de cambio de la situación actual (medioambiental, económica y social).

1.9 Conclusiones Parciales

- ✓ La bibliografía consultada refleja tres enfoques fundamentales para el análisis de la Ecología Industrial, los que se han desarrollado desde la especialidad y perspectiva de sus especialistas, lo que condiciona las diferencias y características que los distingue entre si, a pesar de existir relaciones entre estos enfoques.
- ✓ Los resultados de la aplicación de la Ecología Industrial se han visto limitados en el plano social, por los intereses del capital que sustenta la economía de la mayoría de los países líderes en esta práctica, de ahí las críticas recibidas como estrategia para el desarrollo sostenible. En este sentido, en el concepto de Ecología Industrial debía explicitarse su carácter de: enfoque estratégico que contribuye al empeño de conducir al sistema económico- social hacia una condición de interrelación armónica con el medio ambiente y la sociedad; deberá apropiarse además, de los avances en la gestión ambiental y la tecnología, así como de un análisis integral del escenario a intervenir, a partir del estudio de los sistemas complejos.
- ✓ No existe una metodología específica para el desempeño de la Ecología Industrial, a la vez que se evidencia su estrecha relación con varios conceptos tales como: metabolismo industrial, simbiosis industrial, parques ecoindustriales, P+L, ecoeficiencia y economía ecológica; la que resulta a menudo errática, llegando incluso a ser empleados como sinónimos de la misma, lo que dificulta la toma de decisiones.
- ✓ Se confunden las implementaciones de Ecología Industrial con otras agrupaciones colaborativas, en cuanto a servicios auxiliares, transporte, intercambios académicos, etc., al no respetarse a la simbiosis industrial como principio básico de la Ecología Industrial, que independientemente de otras aristas que pueda tener la misma para su labor, si no se cumple este principio, en una concepción de esta naturaleza, se estará negando su fin más identitario, “el cierre de ciclo”.

CAPÍTULO 2

Capítulo 2. Desarrollo alcanzado por la Ecología Industrial a nivel mundial

En el presente capítulo se analiza el desarrollo alcanzado por la Ecología Industrial a nivel mundial. Para ello se presentan, los más importantes centros de investigación, consagrados a investigar sobre esta temática; así como, los principales parques ecoindustriales (resultado fundamental de la aplicación de la Ecología Industrial), especificándose las diferentes escalas geográficas a las que pueden operar, y tabulándose los parques más importantes, agrupados por tipos y continentes; se ofrecen además, ejemplos de parques ecoindustriales, para ilustrar la estructuración de los mismos, y se agregan, las proyecciones de algunos países al respecto. Se aportan las reflexiones de esta autora sobre el desarrollo y aplicación expuesto en el capítulo. Para su elaboración, se consultó un volumen considerable de bibliografía, entre las que destacan: el artículo “Análisis del estado actual de desarrollo de Parques Industriales Sostenibles”, de (Fernández 2005); “Ecología Industrial y Metabolismo Socioeconómico” de (Martínez-Alier 2003), “Fundamentos de la Ecología Industrial” de (Bermejo 2001) y “Aplicación de la Ecología Industrial en la planificación y diseño de áreas industriales” de (Ruiz 2009).

2.1 Centros de investigaciones

Los principales centros de investigaciones dedicados al desarrollo de la EI, se organizan en este acápite, por áreas geográficas; correspondiendo a las Tabla 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4, los localizados en Europa, América, Asia y Oceanía, respectivamente. En cada tabla se especifica el país en que se localizan; se clasifican, en dos tipos de centros, siendo los del tipo A, los que se dedican a la investigación para el desarrollo de los parques ecoindustriales (Fernández 2005) y los del tipo B, los que se consagran a la investigación de la Ecología Industrial a nivel macroeconómico. (Martínez-Alier 2003) A los centros localizados en países en vías de desarrollo (principalmente de Asia), resultado de la colaboración con instituciones localizados en países desarrollados, (fundamentalmente Estados Unidos), se les adiciona el subíndice 1(Fernández 2005); los centros localizados en América del sur, que potencian su accionar, como resultado de la integración

Capítulo 2 Desarrollo alcanzado por la Ecología Industrial a nivel mundial

latinoamericana, en las acciones del MERCOSUR (lo que resulta alentador para las aspiraciones de desarrollo sostenible en el área), son indicados con el subíndice 2.

De manera general se puede apreciar, que la mayor cantidad de centros se encuentran agrupados en los países desarrollados, lo que está dado, según (Fernández 2005), por las mayores posibilidades económicas que tienen éstos, para financiar dichas investigaciones. Resalta negativamente la ausencia de instituciones de este tipo en el continente africano; sin embargo se constata el interés que ha despertado la Ecología Industrial en los últimos años, en países de Asia y América Latina, con el surgimiento de nuevos centros.

Tabla 2.1: Centros de investigación en Europa.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN	PAÍS	TIPO
Department of Economics, University of Heidelberg, Institute for Eco-	Alemania	A
Department of Geography, Universidad de Mannheim	Alemania	A
Ingenieurbüro Trinius	Alemania	A
German society for technical co-operation (GTZ)	Alemania	A
Wuppertal Institute	Alemania	B
Energy Research Centre of The Netherlands (ECN)	Países Bajos	A
Faculty of Technology Management, Technische Universiteit Eindhoven	Países Bajos	A
Studiecentrum voor Milieukunde, Erasmus Universiteit	Países Bajos	A
Department of Environmental Studies and Policy, Copernicus Institute for	Países Bajos	A
Beco (ICT Dept.)	Países Bajos	A
International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE),	Suecia	A
Kungliga Tekniska Högskolan (KTH)	Suecia	A
Instituto de Desenvolvimento de Novas Tecnologias (UNINOVA)	Portugal	A
Madan Park –Parque de Ciência e Tecnologia Almada/Setubal (PCTAS)	Portugal	A
Department of Geography, Universidad de Hull	Reino Unido	A
Tampere Technology Centre LTD. (TTOY)	Finlandia	A
Universidad Autónoma de Barcelona	España	A

Capítulo 2 Desarrollo alcanzado por la Ecología Industrial a nivel mundial

Parque Tecnológico S.A. (PTZ) Zamudio	España	A
Fundación Robotiker	España	A
Fundación Gaiker	España	A
Instituto de Investigaciones interdisciplinarias	Austria	B
INSEAD	Francia	B

Fuente: Elaboración propia, a partir de (Fernández 2005)

Tabla 2.2: Centros de investigación en América.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN	PAÍS	TIPO
Massachusetts University	Estados Unidos	A
Research Triangle Institute	Estados Unidos	A
Research Triangle Park	Estados Unidos	A
Cornell University	Estados Unidos	A
Indigo Development Center	Estados Unidos	A
University of Washington, Seattle	Estados Unidos	A
Center for Industrial Ecology, School of Forestry and Environmental	Estados Unidos	A
Department of Chemical Engineering, Mason Laboratory, Yale University,	Estados Unidos	A
College of Architecture, Texas A&M University	Estados Unidos	A
President's Council on Sustainable Development	Estados Unidos	A
U.S. EPA	Estados Unidos	A
School for Resource and Environmental Studies, Universidad de Dalhousie	Canadá	A
Department of Geography, University of Toronto at Mississauga	Canadá	A
Red de investigadores en Ecología Industrial	México	B ₁
Centro de Tecnología Sustentable. Universidad tecnológica Nacional	Argentina	B ₂
Programa Trabajo y Ambiente de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS)	Argentina	B ₂
Instituto Brasileño de Producción Sustentable (IBPS)	Brasil	B ₂

Fuente: Elaboración propia, a partir de (Fernández 2005)

Tabla 2.3: Centros de investigación en Asia.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN	PAÍS	TIPO
Institute for Eco-Planning and Development, School of Management,		A
Tsinghua University IE Team	China	A
Chinese Research Academy on Environmental Science	China	A
Tokyo-Osaka-Toyo Universities	Japón	A
Japanese Government	Japón	A
NCPC Korea	Corea	A
Department of Architecture, Chungnam National University	Corea del Sur	A
Taiwan Government	Taiwan	A ₁
National University of Singapore	Singapur	A ₁
Ministry of Economic and Industrial Development	Sri Lanka	A ₁
Tata Energy Research Institute, Darbari Seth Block, India Habitat Center	India	A ₁
Indian Institute of Management al Kolkota	India	A ₁
Graduate School of Business, De La Salle University	Filipinas	A ₁
Asian Productivity Organization (APO)		

Fuente: Elaboración propia, a partir de (Fernández 2005)

Tabla 2.4: Centros de investigación en Oceanía

CENTRO DE INVESTIGACIÓN	PAÍS	TIPO
Centre for Developing Cities, Universidad de Canberra	Australia	A
Western Australian Water Corporation	Australia	A

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

2.2 Parques Ecoindustriales

La principal forma de aplicación de la Ecología Industrial, la constituyen, los Parques ecoindustriales; los mismos se establecen como “redes de intercambio de materiales y energía entre las industrias”(Fernández 2005), y procuran resolver los problemas ambientales provocados por los tradicionales Polígonos industriales, los que se conciben,

como “*un conjunto de varias industrias que se agrupan con el fin de obtener las ventajas que puede suponer el estar dotadas de una serie de servicios comunes*” (Heredia, 1981); dicha estrategia, a pesar de constituir un método muy socorrido en el siglo pasado, fundamentalmente por los países desarrollados, con el objetivo de obtener mayores ventajas económicas que la que podrían obtener las empresas individualmente, “*puede traer consigo desastrosas consecuencias para el ambiente que lo rodea, dado que los parques industriales concentran en un espacio relativamente pequeño todos los problemas para el entorno de cada una de las empresas que lo componen, a lo que se debe añadir el impacto creado por las infraestructuras y los servicios propios del parque, ya que en ocasiones se observa que en las cercanías de un polígono se ha establecido una gran población que constituyen los propios trabajadores. De esta manera, en algunas ocasiones se llega al hecho paradójico de que la contaminación debida al tráfico es mayor que la de las propias industrias*”. (Fernández 2005)

Los Parques Ecoindustriales, son denominados también, con un grupo amplio de términos como son: Polígonos Industriales Sostenibles (PEI), áreas industriales sostenibles EIPs, o los recogidos por (Tudor et. al, 2007) para definir estas redes de compañías o empresas en idioma inglés: EIN, Eco-Industrial Network; EIP, Eco-Industrial Park; EID, Eco-Industrial Development; NEIP, Networked Eco-Industrial Parks; IEIP, Integrated Eco-Industrial Parks; Industrial Ecosystems, Industrial Symbiosis.

2.2.1 Presentación de las diferentes escalas geográficas a las que operan los parques ecoindustriales

A pesar de la variedad de términos existentes para denominar los parques ecoindustriales, todos ellos relacionan, la agrupación de compañías con un incremento de beneficios ambientales, sociales y económicos.

Esta variedad de términos responde en parte a una diferenciación de los EIPs según la escala geográfica, es decir, la distancia en kilómetros entre las distintas compañías integrantes de la red de compañías y los límites entre los que se producen los intercambios de recursos: (Ruiz 2009)

➤ Escala local

Esta escala engloba todas aquellas situaciones en las que la separación física entre compañías es pequeña. Aunque no existe un límite de distancia que establezca el paso de la escala local a la regional, puede considerarse que hasta una distancia de unos 3 km entre compañías representa la escala local. Todas las posibles opciones se pueden concebir mediante el diseño o rediseño de áreas ya existentes. En general, el rediseño logrará menores beneficios (ambientales y económicos) que el diseño de una nueva área, que parte de los principios de la ecología industrial.

- Compañía: la aplicación de la ecología industrial a nivel de compañía puede alcanzar ahorros operacionales significativos; sin embargo, existen limitaciones relacionadas con la escala y calidad de residuos o subproductos que afectan a los costes de recuperación. No obstante, su aplicación a este nivel puede generar beneficios. Las compañías que son capaces de reciclar agua, cogenerar vapor y electricidad, utilizar las emisiones gaseosas y reprocesar productos y materiales residuales, pueden reducir considerablemente sus costes operacionales. En el caso concreto de una única compañía, las medidas empleadas para aplicar la ecología industrial pueden ser en ocasiones parciales, aunque pueden ayudar a reducir las demandas de energía y materias primas y la generación de residuos, maximizando de esta forma los beneficios. Grandes plantas como por ejemplo refinerías y plantas eléctricas ofrecen buenas oportunidades para aplicar la ecología industrial a nivel de firma o factoría. Un ejemplo sería la Corporación EBARA en Fujisawa (<http://www.ebara.co.jp>).
- Compañías localizadas: un conjunto de compañías localizadas en un área delimitada (parque industrial) es el estado siguiente en la evolución de los parques industriales. Un eco-parque es un concepto emergente de la aplicación de los principios ecológicos a los sistemas productivos. Éstos se caracterizan por la aplicación del diseño sostenible, arquitectura y construcción, cooperación e innovación, nuevas tecnologías y por compartir conocimientos entre las distintas industrias. La localización de actividades industriales en un área definida y delimitada, favorece el

desarrollo de nuevas sinergias, además de mejorar la eficiencia, aumentando así el valor añadido de la compañía individualmente y del colectivo de negocios. Algunos ejemplos de este tipo de parques industriales pueden ser el parque eco-industrial Guitang Group en China (Zhu y Cote, 2004) o el Phillips Eco-Enterprise Centre en Estados Unidos. (Gibbs 2007).

- **Compañías no localizadas**: se trata de actividades industriales de muy diversa naturaleza, principalmente pequeñas y medianas empresas, que están concentradas en áreas más o menos extensas. La separación entre las compañías no suele ser superior a los 3 km, puesto que una distancia mayor haría inviable económicamente la utilización de algunos servicios compartidos. Un ejemplo de este tipo de parques es el de Kalundborg en Dinamarca (Lowe y Evans, 1995). Como en los casos anteriores, dentro de este tipo de parques industriales sostenibles pueden darse dos situaciones: diseño y rediseño. Aunque el diseño de este tipo de parques siempre permitirá obtener mayores beneficios ambientales y económicos que el rediseño, a medida que aumenta la escala geográfica del parque industrial, las dificultades para su creación son mayores. Estas dificultades están asociadas a un mayor número de entes implicados en el desarrollo que es necesario integrar para lograr un funcionamiento óptimo.

➤ **Escala regional**

Se consideran parques industriales de escala regional aquellos en los que la distancia entre compañías individuales supera los 3 km.

- **Redes eco-industriales**: este sistema representa el desarrollo a macro-nivel de uniones o alianzas estratégicas entre eco-parques, parques industriales clásicos y/o compañías individuales a través de regiones metropolitanas o incluso estructuras de redes globales, logrando impulsar tanto la actuación medioambiental como la empresarial (Lowe, 2001).

Como se observa en el **Anexo 2**, pueden darse distintos tipos de redes eco-industriales en función de que las relaciones e intercambios se den entre compañías individuales, entre

eco-parques, entre parques industriales clásicos o entre combinaciones de éstos. Este sistema emerge donde las industrias buscan activamente oportunidades para alianzas y relaciones que animen el desarrollo de sinergias a través de redes así como asociación espacial. Los parques interconectados no son sólo un mercado o sistema de intercambio, pueden ser diseñados para potenciar sinergias entre industrias que permitan el reprocesado de productos y residuos. Estas sinergias pueden permitir la creación de nuevas industrias, que ayudarían a la diversidad o expansión de las actividades o grupos industriales existentes. Las oportunidades para la aplicación de la ecología industrial son mayores a nivel de grandes áreas, ya que la existencia de una mayor variedad de actividades es más probable y por lo tanto, también la posibilidad de establecer un mayor número de sinergias.

Uno de los inconvenientes más importantes de las redes eco-industriales es el aumento de los riesgos. Estos riesgos derivan de la fuerte dependencia existente entre las diversas compañías por las sinergias establecidas. Si una de las industrias cierra, todas aquellas actividades que hayan establecido sinergias con ella se verán afectadas, por ello es necesario planificar adecuadamente las sinergias para reducir este efecto negativo. Estas redes eco-industriales pueden crearse de dos formas diferentes, bien mediante el diseño o bien a partir del rediseño. Como siempre el diseño permitirá alcanzar mayores beneficios. La dificultad de diseñar estas regiones industriales aumenta considerablemente, pues los factores a tener en cuenta son cada vez más numerosos. Dos ejemplos de redes eco-industriales son por un lado Singapore's Jurong Island (Yang y Lay, 2004) y por otro Kola Peninsula Mining-Industrial Complex en Rusia. (Salmi 2007) (Ruiz 2009)

2.2.2 Análisis del comportamiento de la cantidad de parques ecoindustriales por zona geográfica.

Con independencia de los tipos de parques ecoindustriales que puedan existir; los mismos pueden ser agrupados por zonas geográficas. En las tablas del Anexo 3 se listan los parques ecoindustriales de todo el Orbe. Las Tabla 1, 2 y 3 agrupan los parques ecoindustriales de Europa, América y Asia, en ese orden; posteriormente en las Tablas 4 y 5 se ofrecen, los pocos parques planificados en África y Oceanía, respectivamente. En cada tabla se

Capítulo 2 Desarrollo alcanzado por la Ecología Industrial a nivel mundial

específica, el país de procedencia del parque, así como su estatus (planificados, en construcción, pre-operativos, operativos y en situación desconocida)

En la **Tabla 2.5**, se resume la información ofrecida en las tablas del **Anexo 3**. En la misma se aprecia, que la mayor cantidad de parques ecoindustriales se concentra en Europa, Asia y América del Norte, en ese orden.

Tabla 2.5: Distribución de los Parques ecoindustriales a nivel mundial.

TIPOS DE PARQUES	AMÉRICA NORTE	AMÉRICA SUR	EUROPA	ASIA	ÁFRICA	OCEANÍA	TOTAL
OPERATIVOS	10	0	30	4	0	0	44
PLANIFICADOS	17	1	21	38	4	4	85
DESARROLLO DESCONOCIDO	13	1	0	0	0	0	14
TOTAL DE PARQUES	40	2	51	42	4	4	143
PORCENTAJE DEL TOTAL	27,97%	1,40%	35,66%	29,37%	2,80%	2,80%	100%

Fuente: Elaboración propia, resultado de la actualización de (Fernández 2005)

En la **Figura 2.1** se ha representado la distribución porcentual por áreas geográficas de los parques ecoindustriales a partir de los datos aportados por la **Tabla 2.5**

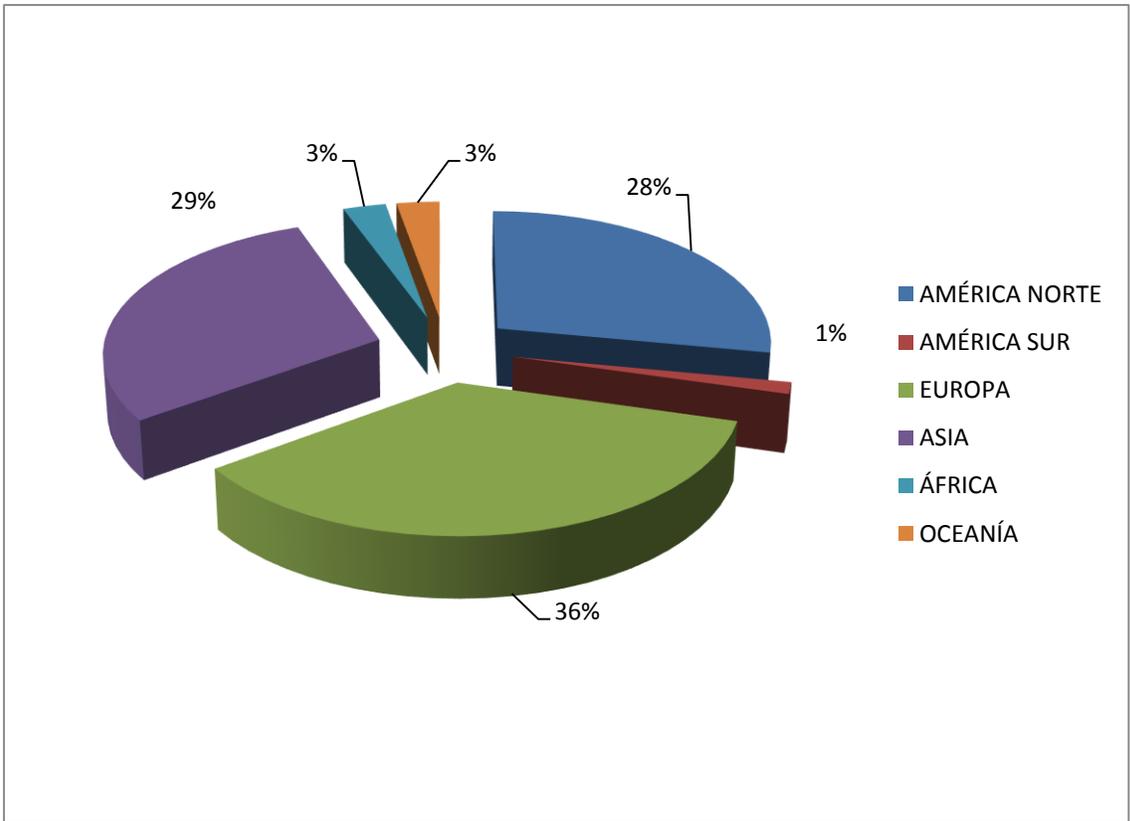


Fig. 2.1: Distribución porcentual de los parques ecoindustriales por continentes. **Fuente:** Elaboración propia resultado de la actualización de (Fernández 2005)

En la distribución porcentual se observa una prevalencia de parques ecoindustriales en Europa, lo cual se corresponde con el surgimiento de la Ecología Industrial en esta zona; así como, por el gran número de centros de investigación relacionados con la temática en el área, en correspondencia con la concentración de países desarrollados, cuyas condiciones económicas les permiten financiar las costosas investigaciones y el montaje de toda la infraestructura necesaria para el funcionamiento de los parques, aun cuando algunos autores refieren que este desarrollo podría ser mayor.

El continente asiático aparece en segundo lugar de la distribución porcentual, y aunque la mayor cantidad de parques están aún en etapa de planificación, debido a su reciente desarrollo, el mismo lleva un ritmo acelerado, dado principalmente por la presencia de potencias de economías emergentes en la zona; tal es el caso de China y la India, unido a otros como Japón y los llamados Tigres del Sur.

El tercer lugar corresponde a América del Norte, liderado por Estados Unidos, país en el que se concentran la mayor cantidad de parques ecoindustriales del orbe, consecuencia directa de su potente desarrollo económico; al que se une Canadá cuyas acciones se han concentrado en la búsqueda de un sistema económico eficiente que, incluya el cuidado del medio ambiente y a la vez maximice los beneficios de su economía.

La distribución porcentual de los demás continentes está en correspondencia con el pobre desarrollo económico de la mayoría de estos países, aunque debe destacarse que en América latina se observa un alentador (aunque discreto) ascenso, resultado entre otras causa de la integración latinoamericana y del interés de muchos gobiernos progresistas en la solución de los problemas ambientales.

2.2.3 Ejemplos de Parques ecoindustriales agrupados por Zona geográfica

A continuación se ofrecen ejemplos de Parques ecoindustriales de cada una de las zonas geográficas.

Ejemplos de Parques ecoindustriales en Europa

- **Parque ecoindustrial de Kalundborg. Dinamarca.**

El Parque ecoindustrial de Kalundborg, constituye el ejemplo más conocido de un ecosistema industrial a nivel mundial. El mismo se encuentra ubicado en la ciudad danesa de Kalundborg, de la que toma el nombre por el que se le conoce en todo el mundo. La experiencia empezó en los años cincuenta, cuando una planta de energía eléctrica modificó sus operaciones para enviar vapor de agua a una refinería próxima y a una empresa farmacéutica, y con el tiempo se ha establecido una compleja red de intercambios cooperativos. “El resultado es un sistema que imita a la naturaleza” (Brown y Mitchell, 1998). En la figura están representadas la mayor parte de las empresas involucradas en el ecosistema de Kalundborg, así como sus flujos más importantes. Asnaes, planta eléctrica que funciona con carbón, envía vapor de agua a la refinería Statoil y a Novo Nordisk (una empresa farmacéutica), y agua caliente a invernaderos, al sistema de calefacción de la ciudad y a una piscifactoría. Además, vende el sulfato de calcio obtenido en su sistema de

Capítulo 2 Desarrollo alcanzado por la Ecología Industrial a nivel mundial

depuración a Gyproc (empresa dedicada a la producción de tableros de yeso) y destina las cenizas a la construcción de carreteras y la fabricación de cemento. Statoil envía gas a Asnaes (lo que le permite ahorrar carbón) y a Gyproc, y agua residual a Asnaes, y recupera azufre para vendérselo a la planta de ácido sulfúrico Kemira. Por último, los residuos de Nordisk y de la piscifactoría son vendidos como fertilizantes a los agricultores. Al cabo de un año, este sistema evita el uso de 45.000 toneladas de petróleo, 15.000 toneladas de carbón y 600.000 metros cúbicos de agua, la emisión de 175.000 toneladas de CO y 4.500 toneladas de azufre, y la creación de 1,3 millones de toneladas de residuos, etc. (Erkman 1998) (Ayres 1996)

Conviene destacar, algunos de los rasgos más sobresalientes de esta experiencia. El proceso de gestación ha sido espontáneo y largo, unas cuatro décadas. Descansa en la cooperación de las partes, que se ve facilitada por la convivencia de sus protagonistas en la pequeña villa de Kalundborg (20.000 habitantes). Cada intercambio ha sido objeto de una negociación separada y confidencial, lo que ha dado lugar a múltiples formas de transacción: venta directa, trueque, derecho a la obtención de un buen precio a cambio de construir el sistema de transporte, etc. Al estar las empresas localizadas en lugares próximos, pueden utilizarse residuos de bajo precio. Para resolver problemas puntuales ha sido necesario realizar adaptaciones tecnológicas, y aún se sigue haciendo. En 1995 Gyproc constató que el yeso estaba contaminado por vanadio, debido a que Asnaes estaba quemando petróleo que tenía trazas de este metal, por lo que ésta tuvo que modificar su instalación de purificación para eliminarlo. Por último, la experiencia supera la habitual política ambiental industrial, que está centrada en la mejora de la gestión de cada empresa. (Erkman 1998)

Por otra parte, la experiencia presenta importantes deficiencias desde el punto de vista de la sostenibilidad. Las empresas claves del ecosistema, como Asnaes y Statoil, se basan en combustibles fósiles. El ecosistema es excesivamente frágil y rígido. Le falta, la redundancia que es habitual en los ecosistemas, que hace posible que la función que desempeña una especie, sea realizada por otra en caso de desaparición o fuerte reducción de los individuos de la primera. Tampoco ha sido capaz de sustituir el carbón por el gas natural, que se ha generalizado en los últimos años. (Bermejo 2001)

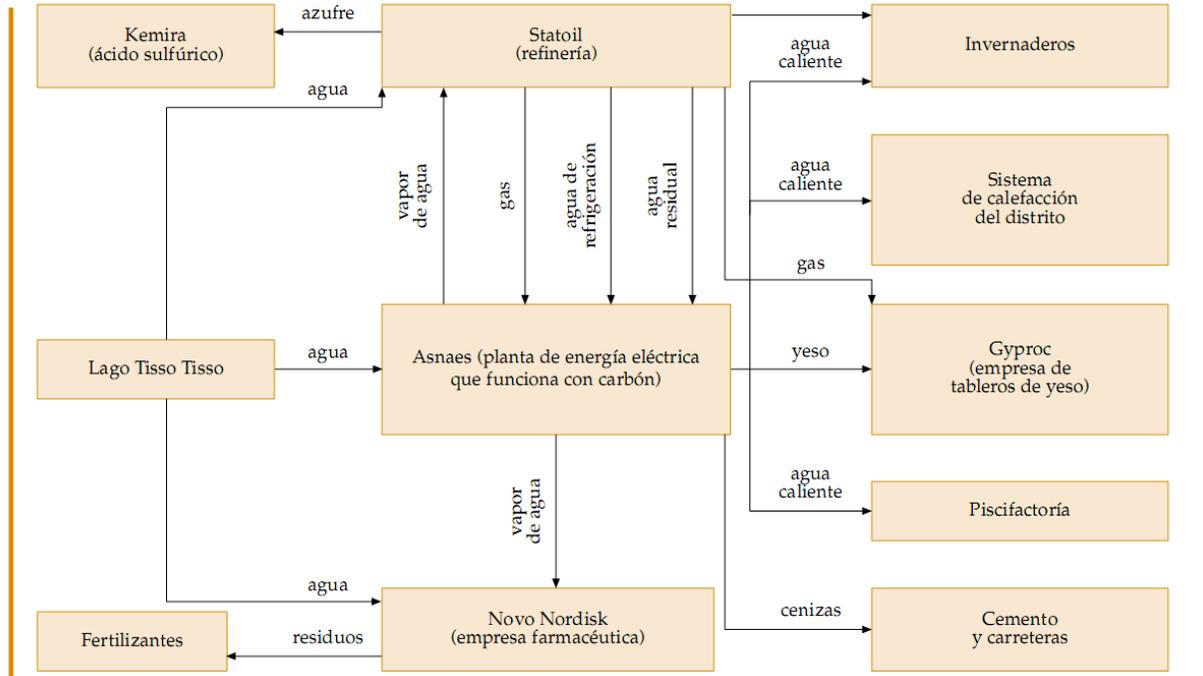


Fig. 2.2: Ecosistema industrial de Kalundborg. Fuente: Cornell, en Ayres y Ayres, 1996

- **National Industrial Symbiosis Programme (NISP). Reino Unido**

El National Industrial Symbiosis Programme (NISP), constituye la primera iniciativa del mundo de simbiosis industrial a escala nacional. El NISP funciona en todo el Reino Unido a través de una red de 12 oficinas regionales. Agrupa a empresas de todos los sectores de negocios con el objetivo de mejorar la eficiencia de recursos a escala intersectorial, mediante el intercambio comercial de materiales, energía y agua, además de compartir activos, logística y experiencia. Se creó en 2003, con un par de programas regionales, que tuvieron tanto éxito que en el 2005 el al Gobierno británico subvencionó un programa nacional, como parte del BREW (Business Resource Efficiency and Waste), plan empresarial de eficiencia de recursos y residuos, financiado con el impuesto por el uso de vertederos que las empresas pagan en el Reino Unido. En 2007 fue reconocido por la Comisión Europea, como uno de los cinco ejemplos de ecoinnovación europea en el ETAP. Cuenta con 10 000 empresas afiliadas tanto de sectores industriales como comerciales.

Abarca todo el Reino Unido: las nueve regiones inglesas además de Irlanda del Norte, Escocia y Gales. <http://www.tyregenics.com/>

- **Puerto de Róterdam. Holanda**

Un tercer caso que merece ser incluido, es el ecosistema industrial del área del puerto de Rotterdam el cual resulta muy interesante por ser una experiencia planificada y de grandes dimensiones, aunque de momento los logros son modestos. Está siendo dirigido por un grupo de representantes de las empresas, el gobierno, la universidad y grupos ecologistas. En el primer programa (1994-1999) participaron 69 empresas de seis ramas (refinería, petroquímica, química inorgánica, transporte y almacenamiento, graneles y empresas de servicios), y tuvo dos fases. En la primera se obtuvo información, se formó en sostenibilidad a los protagonistas, y se determinaron los flujos más importantes de recursos, productos y residuos. En la segunda fase se identificaron 15 proyectos, y se analizaron sus aspectos ambientales y económicos para las empresas. De éstos se seleccionaron tres para profundizar en el análisis y para ponerlos en práctica: un sistema de tratamiento conjunto de lodos biológicos (reducción del 10% de los residuos), un sistema conjunto de aire comprimido (reducción del consumo energético del 20-40%) y el intercambio de agua entre un grupo de compañías (reducción del consumo del 10%). Aunque los objetivos fueron modestos, se consideran muy importantes por la experiencia acumulada, por superar los límites de las empresas y por el reconocimiento mutuo y confianza de las partes involucradas. En el segundo programa (1999-2003) se han definido la visión y la misión a largo plazo, se han realizado ya proyectos operativos (uso de agua en cascada, de calores residuales, etc.) y se han hecho estudios sobre la aplicación de la ecología industrial en el sector químico y sobre el uso de combustibles fósiles (Baas, 2001) (Bermejo 2001)

- **Parque Ecoindustrial L'Orxa. Valencia, España**

El proyecto de creación de un Parque Ecoindustrial en L'Orxa surgió en 2006, tras la realización de un convenio de investigación entre un grupo de investigación de la UPVCampus de Alcoy y el Ayuntamiento de la localidad, con el fin de establecer las líneas directrices de cara a la implementación de un “Modelo de Parque Empresarial como un

Ecosistema Industrial Sostenible”. Este Modelo de Parque Empresarial, inédito hasta la fecha en la Comunidad Valenciana, debía servir como catalizador del desarrollo y la implantación de actividades empresariales en el término Municipal de L’Orxa, respetando los valores de sostenibilidad medioambiental y energética del mismo y del entorno en el que se ubica.

El Parque Ecoindustrial pretende impulsar el crecimiento económico de L’Orxa y las localidades aledañas, eminentemente rurales, pero con una fuerte influencia industrial, derivada de su cercanía a poblaciones, entre otras, como Alcoy, Muro de Alcoy, Cocentaina y Ontinyent, no sólo atrayendo inversiones y actividad industrial al mismo, sino también potenciando la implantación local de servicios de alto valor añadido, que, por proximidad, puedan extenderse al conjunto de sus ciudadanos. De hecho, apoyándose tanto en la innovación que representa este enfoque, como en la existencia de valores paisajísticos e históricos en la localidad, este proyecto no sólo se circunscribe a la realización de actuaciones destinadas a la puesta en marcha del mismo, sino también otro tipo de actividades que posibilitan su explotación desde un punto de vista social y, por tanto, contribuyen al desarrollo local. Este es el caso del Centro de Demostración o Interpretación de Energías Renovables que se ubicará en el edificio más emblemático de la antigua fábrica de papel Radúan, que cesó su actividad en 2001. Este Centro, abierto a grupos de visitantes, estará destinado a mostrar y explicar el diseño conceptual del Parque (simbiosis industrial) y su funcionamiento, con especial atención a las diferentes fuentes de energías renovables que lo integran. Del mismo modo, en este caso, aprovechando la singularidad de algunos de los elementos arquitectónicos de este edificio también se han conservado elementos de la antigua fábrica de papel, así como documentación relativa a la actividad papelera de la Fábrica de Radúan, cuyo origen se remonta a finales del siglo XIX. (Golf 2010)

Ejemplos de Parques ecoindustriales en América

- **Parques ecoindustriales. Estados Unidos**

En sus primeras etapas en Estados Unidos, el pensamiento eco-industrial giraba en torno a la imitación de Kalundborg. En Estados Unidos se están aplicando diversos enfoques para crear colaboraciones entre empresas, con vistas a mejorar el rendimiento. A continuación se describen algunas de las características dominantes de los distintos proyectos.

Parcelas de terreno específicas: El Green Institute, en Minnesota es una parcela de 6 acres. El proyecto pretende crear una red de empresas en las cercanías de Phillips, con un conjunto de valores claramente conectados y estrecha proximidad. Otros proyectos basados en parcelas de terreno específicas son: el aeropuerto de Stapleton en Denver, Colorado, un proyecto de refabricación en East St. Louis, Missouri, y el ambicioso proyecto "Mesa del Sol", en las afueras de Albuquerque, Nuevo México, que trata de modificar el paradigma de desarrollo.

Eco-parques virtuales: En Brownsville, Texas, con ayuda de la Bechtel Corporation, se está utilizando un modelo de flujo regional de materiales y energía, construido con ordenador, para conectar a las empresas y atraer a otras nuevas. Hay otros ejemplos virtuales en Baltimore, Maryland y en el "Triángulo de Investigación" de Carolina del Norte.

Tecnología medioambiental: En Cape Charles, Virginia, el Parque Industrial de Tecnologías Sostenibles trata de atraer a empresas a edificios flexibles para fábricas, como parte de un esfuerzo integrado de desarrollo económico y comunitario. Las áreas de mercado objetivos son las tecnologías medioambientales y ciertas aplicaciones agrícolas y de acuicultura con valor añadido. En Civano, Arizona, un acuerdo sobre energía solar y nuevos materiales de construcción ha derivado en un proyecto innovador residencial/comercial/industrial. En Plattsburgh, Nueva York, se está utilizando la norma ISO 14000, como base para una estrategia de atracción de empresas.

Parques centrados en recursos/energía: En Vermont, el calor residual de una central térmica de biomasa se está utilizando para acelerar el composting y el cultivo de verduras ecológicas, con derivaciones a varias actividades agrarias y de jardinería. El proyecto Red

Hills, Mississippi, establece relaciones entre una nueva central térmica de carbón, limpia, una mina de lignito y otras industrias asociadas. En Chattanooga, un sistema de energía de distrito, para varios clientes comerciales e industriales, es la pieza básica del proyecto SMART Park. En Dallas, Texas, se trata de crear un parque en torno a un vertedero, para desviar y extraer recursos. En Endicott, Nueva York, la IBM está animando a otras compañías de la zona para formar una red como medio para complementar su planta de recuperación de activos y para encontrar nuevas aplicaciones. En Estados Unidos, los organismos de desarrollo económico utilizan el análisis de "clusters" para formular una política de desarrollo económico que tenga éxito en la retención, expansión y atracción de empresas. De igual modo, muchos proyectos de desarrollo eco-industrial utilizan variantes del análisis de "clusters", para descubrir otras posibilidades de colaboración entre organizaciones existentes, por ejemplo, en temas medioambientales o en formación compartida para prevenir la contaminación. En una zona de Carolina del Norte, integrada por seis condados, se están analizando datos sobre agua, materiales y aportes de energía, así como los subproductos de las industrias de la zona, con vistas a un proyecto de ecosistema industrial. La Work Environment Initiative (WEI) de la Cornell University, ha realizado análisis para proyectos en Baltimore, Maryland, Trenton, Nueva Jersey y Plattsburgh, Nueva York (WEI, 1995; WEI, 1996a; WEI, 1997b). Estos informes evalúan ciertas informaciones sobre cada región, como por ejemplo: la base industrial actual; las estructuras institucionales de apoyo, como centros de investigación; mercados potenciales; programas de retención y expansión de industrias; y posibilidades de atracción para nuevos desarrollos económicos. De igual modo, el Green Institute de Minneapolis distribuyó una encuesta a las industrias de una zona que cubría 19 códigos postales, para reunir información sobre inputs y outputs locales y sobre el interés de las empresas en el concepto de desarrollo eco-industrial. (Cohen-Rosental 1998)

- **Parque ecoindustrial Burnside, Nueva Escocia. Canadá**

Uno de los casos más interesantes por el número de agentes que involucra es el de Burnside en Nueva Escocia. Este es uno de los parques más grandes y diversos de Canadá, está situado en Dartmouth, Nova Scotia, y cuenta con más de 1.200 hectáreas donde se

Capítulo 2 Desarrollo alcanzado por la Ecología Industrial a nivel mundial

encuentran asentadas alrededor de 1300 empresas, el 90% de los negocios que integran el eco-parque son PyMES de ellas 10% son manufactureras, el 48% están en ventas y servicios, 11% en la construcción, 9% en la distribución y el almacenamiento, 8% en los servicios de comercio al por menor y el 14% en puestos profesionales, financieros y otros. (Coté y Crawford, 2003). Burnside fue desarrollado inicialmente como un parque industrial, pero en la última década ha comenzado a transformarse en un Eco- Parque Industrial. Entre los factores que han influido en su transformación se encuentran: la adopción de directrices de desarrollo para mantener un trabajo de alta calidad y medio ambiente natural; el contar con Centro de Eco-eficiencia (CEE), definido como una organización sin fines de lucro, que se desarrolló en el Parque con el fin buscar nuevas oportunidades, y en el tipo de control del Parque que se lleva a cabo por dos mecanismos: el Municipio a través de su programa de Planificación y Desarrollo Comunitario; y por otro lado la legislación y las normas de construcción. Dichas normas han sido preparadas por la Oficina de Parques Empresariales de la Municipalidad que se encarga de la gestión y desarrollo del Parque. Los compradores de la tierra y arrendatarios están obligados a cumplir con los controles y normas establecidos con el fin de garantizar que el Parque Burnside se siga desarrollando en una forma compatible con el medio ambiente.

El Centro de Eco-eficiencia trabaja para mejorar la eficiencia de compañías individuales con el apoyo de los gobiernos federales, provinciales, municipales y otros asociados.

Asimismo promueve una visión sistémica apoyando la creación de sinergias entre negocios cuando es apropiada. Facilita la gestión ambiental ofreciendo servicios como: materiales de promoción y conservación de la energía a través de auditorías, la búsqueda de tecnologías para mejorar la eficiencia del uso de recursos, facilitar la reducción de residuos a través de su identificación y potencialidades de reuso, se establecen posibles vínculos (sinergias) entre las empresas. Se trabaja también en una bolsa de subproductos. Asimismo dicha organización lleva a cabo la I+D, educación y actividades de divulgación para aumentar las operaciones de negocio más verde, además facilita programas de intercambio de material que distribuya los recursos y desechos de una empresa a otra que pueda hacer uso de ella. Los objetivos y los convenios son: proteger los valores de propiedad y aumentar la inversión de las empresas ubicadas en el parque con una planificación

Capítulo 2 Desarrollo alcanzado por la Ecología Industrial a nivel mundial

orientada hacia el desarrollo sustentable, crear un ambiente de negocios eficiente y atractivo a través del uso racional de la tierra, la planificación y gestión de las normas ambientales y garantizar relaciones armoniosas entre los distintos usuarios.

El Centro de eco-eficiencias es esencial en la creación de redes entre empresas, y busca continuamente aprovechar las oportunidades de compra, de capacitación, de logística y de intercambio de materiales, fomentando las ecoeficiencias y las sinergias entre los integrantes del parque y aquellos que se encuentran cercanos a su entorno. Por dichos motivos ha sido reconocido por las Naciones Unidas para el Medio Ambiente como un modelo de organización que puede ayudar a las empresas en la mejora de su medio ambiente y su desempeño financiero mediante la adopción de prácticas eficientes de eco-relación con la energía, el agua y el uso de materiales sustentable. Burnside es un ejemplo práctico, sobre el enfoque a la promoción de la ecología industrial en un polígono industrial, donde las empresas del Parque deben cumplir regulaciones federales, provinciales y municipales que les sean aplicables entre las que se incluyen requisitos para evitar la descarga de contaminantes, restricciones sobre el uso de determinados productos químicos tóxicos (como el PCB's), así como sustancias que agotan la capa de ozono. Es obligatoria la separación de los desechos sólidos que puedan servir para composta o reciclables para ser desviados del vertedero.

Los requisitos se aplican a través de regulaciones o bien a través de cuotas, tal es el caso de la basura y los honorarios por el uso de alcantarillado. Además, las compañías en Burnside deben cumplir con los pactos y las normas particulares destinadas a la zona industrial. Todos estos requisitos, regulaciones o instrumentos económicos, junto con la conciencia ambiental de las personas en Canadá, han creado una atmósfera para el aumento de las sinergias y la aplicación de nuevas estrategias de gestión ambiental basados en la ecología industrial. (Carrillo 2010)

En México, el caso de Altamira ha sido una experiencia excepcional, ya que en general no se considera a la ecología industrial como una estrategia gubernamental, y mucho menos existen iniciativas que adopten la diversidad durante el diseño de los sistemas industriales en el país; en este sentido, se observa que las políticas ambientales o instrumentos de gestión se consolidan como herramientas tradicionales que individualizan los elementos que componen un ecosistema industrial en lugar de observarse de manera integral, como se haría en el caso de la simbiosis industrial.

Sin embargo, la experiencia en Altamira a lo largo de más de diez años señala que la ejecución de algunas sinergias estuvo limitada por la falta de cercanía entre las empresas y en ocasiones por la ausencia de complementariedad técnica; sin embargo, un obstáculo importante fueron las regulaciones y requisitos que impone la ley para el reciclaje y traslado de residuos peligrosos, así como para la cogeneración y transferencia de energía. Los criterios económicos y de rentabilidad para la empresa también representaron una barrera fuerte ya que el costo de adecuaciones es inmediato y la recuperación normalmente es de largo plazo. También el estudio revela que, características como el tamaño de la empresa, la pertenencia a un mismo corporativo y/o asociación industrial, la confianza entre los agentes y mecanismos adecuados de comunicación, favorecen el desarrollo de este tipo de proyectos o lo obstaculizan si se encuentran ausentes. (Carrillo 2011)

- **Proyecto de Parque ecoindustrial en Santibañez. Bolivia**

Considerando la situación del sector productivo en la región de Cochabamba, que presenta serios problemas de baja productividad y sobre todo en cuanto a la adecuación a las exigencias de la reglamentación de la Ley del Medio Ambiente N°1333, es sumamente importante desarrollar una visión de largo plazo en las soluciones que se adopten. Las empresas cochabambinas están dispersas por toda región metropolitana, lo que acentúa todavía más el impacto ambiental negativo que generan. Además, esta dispersión, se constituye en una desventaja estructural difícil de superar para aumentar la productividad, ya que no es posible establecer soluciones compartidas a los problemas de infraestructura, transporte, comercialización, etc. como es posible hacerlo dentro de un parque industrial. Una opción para superar parcialmente estas deficiencias es que las empresas se instalen en el parque industrial de Santibañez. Sin embargo, hasta ahora las empresas de la región no han tenido los incentivos suficientes como para convencerlas de instalarse en dicho parque; esto porque si bien el parque resuelve algunos de los problemas ambientales y de infraestructura de las empresas, todavía quedan sin resolver los problemas de baja productividad y un mejor desempeño ambiental para lograr un acceso a mercados internacionales.

Por todo esto, una opción a estudiar en detalle sería la de convertir el Parque Industrial de Santibañez en el primer Eco- parque Industrial de Bolivia. De esta manera se fortalecería el sector productivo al integrar nuevas técnicas de gestión, nuevas tecnologías en los procesos, nuevas estrategias de mercadeo, etc. que permitirían aumentar significativamente la productividad de las empresas; y por otra parte se reduciría también el impacto ambiental; significaría un gran cambio de visión y de modelo de desarrollo del sector productivo regional que le permitiría enfrentar en mejores condiciones los desafíos de la globalización de la economía, tanto en el ámbito de la región sudamericana como a nivel mundial. Las ventajas que ofrece un EPI serían un fuerte atractivo para que las empresas se instalen en el Parque Industrial de Santibañez. Por otra parte, la comunidad de Santibañez tendría una mayor garantía de que esa región no será deteriorada por la instalación de empresas contaminantes.

Capítulo 2 Desarrollo alcanzado por la Ecología Industrial a nivel mundial

Para transformar el parque de Santibáñez en un EPI es fundamental lograr un consenso entre los actores principales que son los empresarios, las autoridades públicas y la comunidad. Es un desafío importante para el desarrollo de Cochabamba que sólo podrá ser logrado con un cambio de actitud mental de todos los implicados. (Luján 2011)

- **Proyecciones de Parques ecoindustrial Brasil**

En el 2009, la revista de Producción Limpia (Journal of Cleaner Production), publicó un artículo titulado “Eco-industrial park development in Rio de Janeiro, Brazil: a tool for sustainable development” de las autoras Lilian Bechara Elabras y Alessandra Magrini. En el mismo sostienen, que Río de Janeiro tiene el potencial por desarrollar un sistema industrial sustentable a través de la aplicación de EIP, pero la continuidad de los EIPs tendrá sólo éxito si hay convergencia de intereses entre los actores involucrados.

Este constituye un ejemplo alentador, en un país con potencialidades reales, para la aplicación de esta estrategia en el continente, con una mirada más cercana a los intereses de los países del sur. (Bechara 2009)

- **Acercamiento a la proyección de Parque Ecoindustriales en América latina**

El 10 de Julio del 2013 se celebró en Buenos Aires, Argentina el VI Seminario Internacional sobre Producción Limpia y Consumo Sustentable.

En el Panel 2 “Ecología Industrial y Transición Justa”, moderado por el Ing. Ariel Carbajal, estuvo integrado por Carlos Adilio Maia Do Nascimento, Presidente del Instituto Brasileño de Producción Sustentable (IBPS); Marcelo Carranza, Gerente Corporativo de Medio Ambiente de ARCOR; Guillermo Varela, Coordinador del Programa Trabajo y Ambiente de la SAyDS; Reinaldo Martínez, Gerente de Riosma SA, y Adrián Rosemberg, Coordinador del CTS-UTN.

Carlos Adilio Maia Do Nascimento, Presidente del Instituto Brasileño de Producción Sustentable (IBPS), se refirió a la ecología industrial como una nueva apuesta mundial, bajo el enfoque preventivo del metabolismo industrial. El desarrollo sustentable se basa en cuatro pilares: tecnológico, económico, social y ambiental, y en la era de la biotecnología,

Capítulo 2 Desarrollo alcanzado por la Ecología Industrial a nivel mundial

en la biodiversidad habrá una salida al desarrollo sustentable, aseguró. Uno de los principales puntos de su ponencia se refirió a la necesidad de regular el consumo, como base en la educación hacia un mundo sustentable.

Adrián Rosemberg, Coordinador del CTS-UTN, se refirió a los programas de mejoramiento de la empresa generados por la universidad, como ente de capacitación y difusora de premisas.

El Centro de Tecnología Sustentable, dependiente de la Universidad Tecnológica Nacional, desarrolló proyectos de simbiosis industrial con gran éxito en Entre Ríos, trabajando en convenio con la Universidad provincial y la Secretaría de Medio Ambiente de Entre Ríos. En una pequeña ciudad de 3.000 habitantes, en la que los aserraderos colisionaban con los ciudadanos, se logró que las empresas apliquen aprovechamiento de residuos, como materia prima para otras empresas, como en la naturaleza. Rosemberg propuso la adopción de una etiqueta a nivel regional con el concepto de producto sustentable.

Guillermo Varela, Coordinador del Programa Trabajo y Ambiente de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SA y DS), recomendó un análisis sistemático a nivel local y global para pasar de una economía de emisión de gases a otra sustentable. En su visión, se debe generar una “transición justa”, con cambios en la gestión ambiental. El sistema de ecología industrial no es autorregulable, por lo que el Programa viene trabajando en una plataforma ambiental desde hace 9 años, desarrollando una línea correcta tanto para trabajadores como para industriales. Argentina aplicó “trabajo decente” y se está viviendo una transición hacia el desarrollo sustentable. Cualquier transición debe garantizar que la capacidad instalada se mantenga por un tiempo; que se garantice formación y certificación. El Estado debe promover ramas de actividad basadas en el desarrollo sustentable. (Sustentable 2013)

Ejemplos de Parques ecoindustriales en Asia

- **Eco parques industriales en China**

El Centro de Ecología Industrial en el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Tsinghua centra su trabajo en el área de investigación de eco-parques industriales, aplicando enfoques similares a los utilizados en el famoso eco-parque industrial de Kalundborg en Dinamarca. Desde 1999 han venido desarrollando diversos proyectos entre los que se encuentran, la iniciativa Zaozhuang EIP, en la provincia de Shandong en China del Norte, con la característica de transformar una zona industrial tradicional, en un eco-parque industrial; La iniciativa Quzhou EIP, en la provincia de Zhejiang en el este de China, donde su motor básico es la construcción de una red de intercambios de materiales entre un conjunto de plantas químicas. Por último la iniciativa Nanhai EIP, en la provincia de Guangdong, en el sur de China, donde el factor de innovación del desarrollo industrial es la protección ambiental, denotando principal interés en empresas que cuenten con una orientación totalmente amigable con el ambiente, siendo este punto una nueva concepción en la construcción de desarrollos industriales.

A continuación se detalla el caso Zaozhuang, dado que este caso en particular está sustentado en los incentivos desarrollados por el gobierno, dentro del plan de desarrollo orientado a la economía circular de China.

Zoazhuang, Shandong, China

El Parque Industrial de Zaozhuang se compone de 150 hectáreas de tierra, donde se ubican más de diez empresas, entre las cuales se encuentra una empresa ancla dedicada a la producción de carbón vegetal a base de amoníaco, una central eléctrica y un molino de cemento. Otras plantas en la zona son una fábrica de alfombras, una fábrica de coque una fábrica de cerámica, una fábrica de carburo, una planta de tratamiento de aguas residuales y además existe una franja residencial en los alrededores del parque.

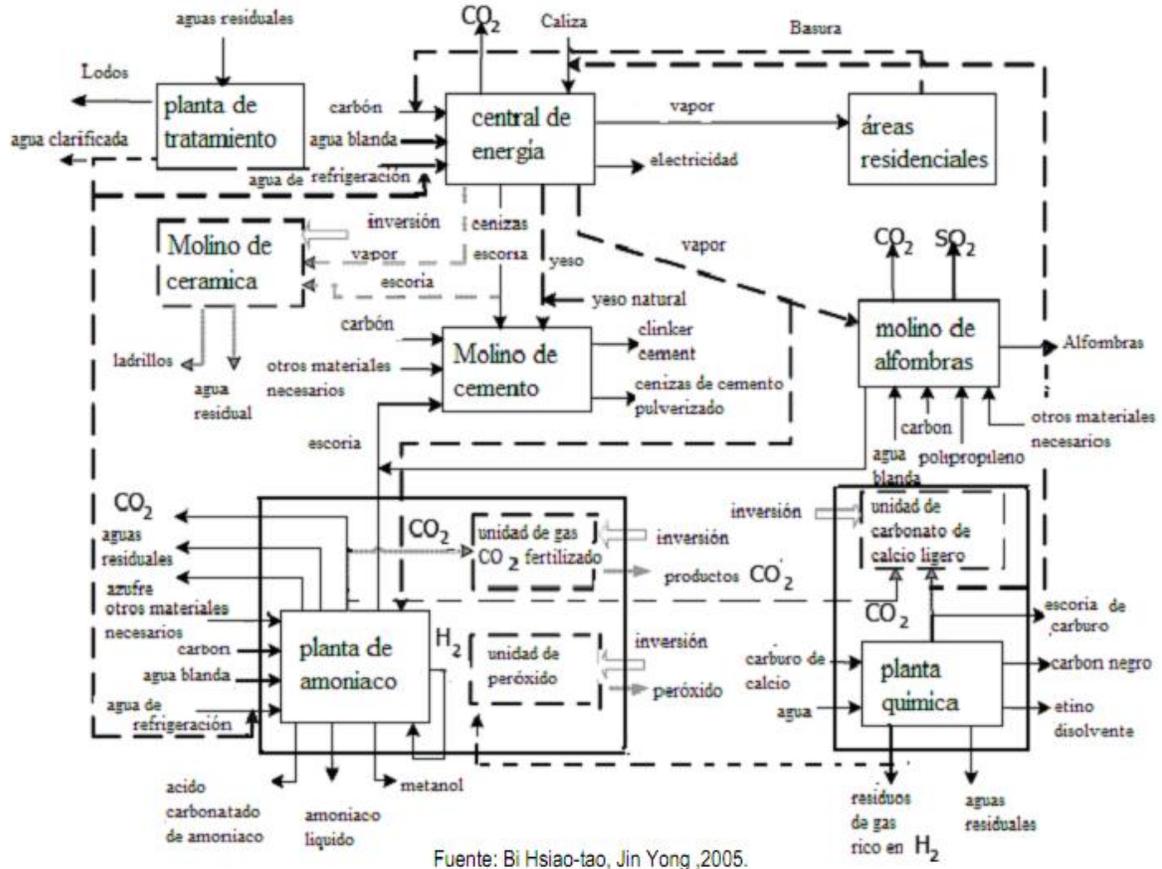


Fig. 2.5: Parque ecoindustrial Industrial Zaozhuang, China. Fuente: Bi Hsiao-tao, Jin Yong, 2005

Casi todas las plantas cuentan con su propio sistema de calderas produciendo residuos en forma de escorias y cenizas. Dichos residuos se convierten en materia prima que satisfacen a la fábrica de cemento. La central eléctrica además de electricidad proporciona calor a la zona residencial en temporada de invierno. La fábrica de coque, una vez que ha tratado el gas producido en el horno de coque, lo suministra a la fábrica de cerámica como combustible para hornear los ladrillos, disminuyendo el consumo de energía fósil. La planta de tratamiento de aguas residuales proporciona agua a la central eléctrica y la planta de amoníaco para satisfacer la demanda de agua de refrigeración, y al mismo tiempo, para liberar los escasos recursos hídricos locales.

La central puede suministrar el vapor generado en el proceso, a los demás miembros para el cierre de las pequeñas calderas. La fábrica de carburo puede suministrar sus escorias a la central eléctrica para sustituir parte de la piedra caliza que se utiliza para el proceso de

desulfuración. Y el yeso (subproducto del proceso de desulfuración), se puede suministrar a la fábrica de cemento como parte de su materia prima. Además se fomentó el reciclado de aguas residuales, y el de los residuos sólidos municipales de la zona residencial.

Para volver este parque industrial tradicional en un eco-parque industrial y mejorar el medio ambiente así como su sistema económico, (siguiendo economía circular) se hizo necesario realizar un análisis sistemático de los flujos de información-energía-materiales de todo el complejo industrial, detectando subproductos, para establecer las potencialidades de sinergias inter-empresas. Obteniendo resultados prácticos que con su implantación lograron con éxito la transformación. La integración y el intercambio de energía, información y subproductos consiguieron reducciones significativas en el uso global del agua y el carbón, y en el desempeño de las emisiones de CO₂ y SO₂. (Carrillo 2010)

2.3 Conclusiones parciales

- ✓ Prevalencia de parques ecoindustriales en Europa, lo cual se corresponde con el surgimiento de la Ecología Industrial en esta zona; así como, por el gran número de centros de investigación relacionados con la temática en el área, en correspondencia con la concentración de países desarrollados, cuyas condiciones económicas les permiten financiar las costosas investigaciones y el montaje de toda la infraestructura necesaria para el funcionamiento de los parques, aun cuando algunos autores refieren que este desarrollo podría ser mayor.
- ✓ El continente asiático aparece en segundo lugar de la distribución porcentual, y aunque la mayor cantidad de parques están aún en etapa de planificación, debido a su reciente desarrollo, el mismo lleva un ritmo acelerado, dado principalmente por la presencia de potencias de economías emergentes en la zona; tal es el caso de China y la India, unido a otros como Japón y los llamados Tigres del Sur.
- ✓ El tercer lugar corresponde a América del Norte, liderado por Estados Unidos, país en el que se concentran la mayor cantidad de parques ecoindustriales del orbe, consecuencia directa de su potente desarrollo económico; al que se une Canadá cuyas acciones se han concentrado en la búsqueda de un sistema económico

Capítulo 2 Desarrollo alcanzado por la Ecología Industrial a nivel mundial

eficiente, que incluya el cuidado del medio ambiente y a la vez maximice los beneficios de su economía.

- ✓ En América latina se observa un alentador (aunque discreto) ascenso, resultado entre otras causa de la integración latinoamericana y del interés de muchos gobiernos progresistas en la solución de los problemas ambientales.

CAPÍTULO 3

Capítulo 3. Perspectiva del contexto cubano, para la aplicación de la Ecología Industrial en Cuba

La idea de la sostenibilidad es intrínseca a los principios socialistas que sustenta el modelo revolucionario cubano. Este elemento, marca la diferencia y caracteriza la visión de Cuba sobre el desarrollo sostenible; apunta a las ventajas, que el socialismo como sistema, ofrece para el desarrollo de una política ambiental efectiva, en particular por el papel decisivo del Estado y la economía planificada, con capacidad para proyectar de forma armónica y a largo plazo, el uso de los recursos. Su concepción ético-social, el entorno social solidario que engendra y la integralidad conceptual en el funcionamiento del gobierno, así como las ventajas que ofrece la propiedad social, repercuten de modo positivo en la protección del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales. (CITMA 2007)

La difícil situación económica por la que ha atravesado el país en los últimos años, ha gravitado sin dudas sobre la explotación de los recursos naturales y ha limitado emprender todas las acciones necesarias para su protección. Sin embargo, en tanto la capacidad para aprender y extraer experiencias de las dificultades, es también consustancial al proceso revolucionario cubano, la idea de la sostenibilidad lejos de debilitarse se ha reforzado, ya que se han adquirido mayor conciencia y nuevas habilidades para emplear de modo racional los recursos y desarrollar instrumentos y acciones para su protección. (CITMA 2007)

Para armonizar las complejidades de la situación internacional, con las dificultades que factores externos imponen al desarrollo del país, al tiempo que se preserva el medio ambiente y se emplean sosteniblemente los recursos, es necesario avanzar en el siglo XXI con una particular sensibilidad, de manera que se pueda extraer lo mejor del pensamiento ambientalista mundial y su ajuste a la realidad cubana.

Con la actualización del modelo económico cubano, regida por los “Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución”, la política ambiental cubana se dota de un nuevo impulso (CITMA 2011); lo que constituye un escenario favorable para el

Capítulo 3 Perspectiva del contexto cubano, para la aplicación de la EI en Cuba

avance de los objetivos propuestos en función de la protección del medio ambiente y del desarrollo sostenible, reflejada en los Lineamientos que aparecen en el **Anexo 4**.

3.1 Política ambiental cubana ante los escenarios internacionales

La voluntad política de Cuba con el cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible, se confirma con la ratificación de los principales Convenios Ambientales Internacionales y expresión de contribuir a la mejora del medio ambiente nacional, regional y global, lo que se ha traducido en el cabal cumplimiento de los compromisos contraídos internacionalmente, en el ámbito nacional. Asimismo, participa de manera efectiva en las actividades del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y las de otras organizaciones de las Naciones Unidas que desarrollan actividades en esta esfera.

De ahí que, Cuba es parte hoy de más de 90 tratados internacionales, globales, regionales y bilaterales, convencionales y no convencionales. Cuando Cuba es parte de un tratado o acuerdo internacional, este forma parte del derecho interno del país, prevaleciendo las reglas de dicho acuerdo. El principio de desarrollo económico y social sostenible, fundamento del contenido de los principios 3 y 4 de la Declaración de Río, la Agenda 21 y otros instrumentos internacionales, es acogido por la Constitución de la República de Cuba, en lo relativo a la responsabilidad del Estado por la protección del medio ambiente y los recursos naturales del país. De esta forma Los principales instrumentos de la política y la gestión ambiental cubana tienen como base de su contenido fundamental conceptos jurídicos y principios del Derecho Ambiental Internacional (DAI) derivados a su vez de instrumentos internacionales aprobados por Cuba, **Anexo 4**.(Viamontes 2006)

3.2 Estructura Institucional cubana para la gestión de la política ambiental

Corresponde al Estado Cubano el ejercicio de los derechos soberanos sobre el medio ambiente y los recursos naturales del país. A partir de esa función estadual y a través de los órganos de gobierno, el Estado proyecta la política y la gestión ambiental.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), en su condición de Organismo de la Administración Central del Estado rector de la política ambiental, es el

Capítulo 3 Perspectiva del contexto cubano, para la aplicación de la EI en Cuba

encargado de proponer y controlar la estrategia, concertar las acciones encaminadas a mantener los logros ambientales alcanzados, contribuir a minimizar o eliminar las insuficiencias aún existentes y al mejoramiento constante de la calidad de vida de los ciudadanos. A la vez, garantiza que la dimensión ambiental sea efectivamente considerada en las políticas, programas y planes de desarrollo a todos los niveles. Las atribuciones y funciones del CITMA, se ejercen en coordinación y sin perjuicio de las atribuidas a otros órganos y organismos nacionales.

Los organismos globales y aquellos que tienen a su cargo rectorar y manejar determinados componentes del medio ambiente, contribuyen activamente a la instrumentación de una adecuada política de protección y uso racional de los recursos naturales del país.

Los territorios constituyen el principal escenario donde se materializan la política y la gestión ambiental. Por esta razón, los órganos de Gobierno del Poder Popular, provinciales y municipales, en coordinación con las autoridades ambientales, las representaciones de los diferentes OACE y entidades a nivel local, y las comunidades bajo su atención, en su gestión de gobierno, materializan la aplicación de la política ambiental nacional, al tiempo que toman en cuenta las adecuaciones y prioridades correspondientes a las características y necesidades de cada territorio.

Constituye un eslabón esencial en la integración y el accionar del trabajo ambiental, la labor que realizan las organizaciones sociales y de masas, sociedades científicas y otras organizaciones, que contribuyen a la gestión ambiental nacional desde múltiples frentes.

En última instancia, la actuación de todos los cubanos y cubanas es esencial. La protección del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales, es un derecho y un deber de cada ciudadano, el cual se materializa con el accionar individual y mediante las diversas formas de organización y asociación reconocidas por la ley.

Al propio tiempo la institucionalidad ambiental proseguirá en un proceso de continuo perfeccionamiento, conforme al cual se integren del modo más armónico todas las funciones, estructuras e instituciones que tienen responsabilidad en la definición de las

Capítulo 3 Perspectiva del contexto cubano, para la aplicación de la EI en Cuba

políticas y el control del uso racional de los recursos naturales y la planeación temporal y espacial de ese uso. (CITMA 2011)

3.3 Legislación ambiental cubana vigente (CITMA 2011)

- La Constitución de la República de Cuba del 24 de Febrero de 1976 y modificada por la reforma constitucional de 13 de Julio del 1992, constituye la ley de leyes del país y establece el compromiso del estado cubano con el medio ambiente. En su artículo 27 de la siguiente forma:
 - Artículo 27: “El Estado protege al medio ambiente y los recursos naturales del país, reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras. Corresponde a los órganos competentes aplicar esta política. Es deber de los ciudadanos contribuir a la protección del agua, la atmósfera, la conservación del suelo, la flora y todo el rico potencial de la Naturaleza”.

Basado en este artículo se han emitido diferentes normativas regulan todo lo relacionado en materia ambiental:

- Ley No. 59 /1987 Código Civil:
 - Artículo 20 “Si un acuerdo o un tratado internacional del que Cuba sea Parte establece reglas diferentes a las expresadas en los artículos anteriores o no contenidos en ellos, se aplican las reglas de dicho acuerdo o tratado”.
- La Ley No. 81/1997. De Medio Ambiente:
 - ARTICULO 4: “Las acciones ambientales para un desarrollo sostenible se basan en los requerimientos del desarrollo económico y social del país y están fundadas en los principios siguientes:
 - El Estado establece y facilita los medios y garantías necesarias para que sea protegido de manera adecuada y oportuna el derecho a un medio ambiente sano es un derecho fundamental de todos los ciudadanos;

Capítulo 3 Perspectiva del contexto cubano, para la aplicación de la EI en Cuba

- Artículo 18: "La política ambiental cubana se ejecuta mediante una adecuada gestión que utiliza los instrumentos siguientes:
 - Instrumentos de la Política y Gestión Ambiental:
 - a) La Estrategia Ambiental Nacional, el Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo y los demás programas, planes y proyectos de desarrollo económico y social.
 - b) La presente Ley, su legislación complementaria y demás regulaciones legales destinadas a proteger el medio ambiente, incluidas las normas técnicas en materia de protección ambiental.
 - c) El ordenamiento ambiental.
 - d) La licencia ambiental.
 - e) La evaluación de impacto ambiental.
 - f) El sistema de información ambiental.
 - g) El sistema de inspección ambiental estatal.
 - h) La educación ambiental.
 - i) La investigación científica y la innovación tecnológica.
 - j) La regulación económica.
 - k) El Fondo Nacional del Medio Ambiente.
 - l) Los regímenes de responsabilidad administrativa, civil y penal.

3.3.1 Estrategia Ambiental Nacional

La Estrategia Ambiental Nacional es el documento rector de la política ambiental cubana, formulada para alcanzar las metas de un desarrollo económico y social sostenible.

Capítulo 3 Perspectiva del contexto cubano, para la aplicación de la EI en Cuba

Establece los principios en los que se basa el quehacer ambiental nacional, caracteriza los principales problemas ambientales del país y propone las vías e instrumentos para su prevención, solución o minimización, así como los actores para su ejecución. Constituye la base mediante la cual se integran e instrumentan otros programas y planes de corte ambiental. La misma tiene como visión: Alcanzar un estadio superior en la protección y uso racional de los recursos naturales, la conciencia ambiental ciudadana y la calidad de vida de la población, asegurando el enfrentamiento y la temprana adaptación a los impactos del cambio climático. (CITMA 2011)

De la Estrategia Ambiental Nacional, se derivan las estrategias provinciales y municipales. Presenta a su vez una derivación a través de los distintos Ministerios, ejemplo: Estrategia Ambiental del MES, Universidad, carrera, año, disciplina y asignatura.

3.3.2 Principales problemas ambientales del País. (CITMA 2011)

- DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS.
- AFECTACIONES A LA COBERTURA FORESTAL.
- CONTAMINACIÓN.
 - Residuales líquidos.
 - Residuos sólidos.
 - Emisiones a la atmósfera y contaminación sónica.
 - Productos químicos y desechos peligrosos.
- PÉRDIDA DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA.
- CARENCIA Y DIFICULTADES CON LA DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DEL AGUA.
- IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.

3.4 Aspectos claves a tener en cuenta para aplicar la Ecología Industrial

La ecología Industrial es un tema poco abordado en Cuba, por lo tanto es imprescindible tratar los aspectos que deben considerarse, para valorar la posibilidad de aplicarla en el país. Con este propósito se exponen, los beneficios que la misma podría aportar, así como las fortalezas y debilidades que presenta Cuba, para satisfacer las condiciones y superar los obstáculos en su implementación.

3.4.1 Beneficios que la Ecología Industrial podría aportar a Cuba

La implementación de la Ecología Industrial tiene las potencialidades de ofrecer los siguientes beneficios:

Ambientales:

1. Reduce la cantidad de residuos destinados a disposición final, las emisiones de contaminantes a la atmósfera y las descargas de aguas residuales a cuerpos de agua (Carrillo 2010); lo que contribuye a la disminución de la contaminación ambiental, identificada como uno de los principales problemas ambientales del país. (CITMA 2011)
2. Aporta, en correspondencia con el Lineamiento 133: “*a la conservación y uso racional de recursos naturales*” (Cuba. 2011); al propiciar un ahorro significativo de recursos naturales y ahorro energético a través de medidas de ecoeficiencia y un aumento en la proporción de uso de las energías renovables.
3. De igual forma satisface el Lineamiento 133: “*Priorizar estudios encaminados al enfrentamiento al cambio climático y, en general, a la sostenibilidad del desarrollo*” (Cuba. 2011); y de esta forma “*Impacta positivamente en el propósito del país de adaptación al cambio climático*” (CITMA 2011). Siendo el objetivo de la ecología industrial “*bajo la perspectiva de adaptación al cambio climático, el de guiar a las empresas hacia la adopción de estrategias de producción económicamente rentables y ambientalmente sustentables*”. (Carrillo 2011)

Capítulo 3 Perspectiva del contexto cubano, para la aplicación de la EI en Cuba

4. Constituye una alternativa de solución, a la preocupación del país expresada en el Lineamiento 218 y que consiste en *“Prestar atención prioritaria al impacto ambiental asociado al desarrollo industrial existente y proyectado, en particular, en las ramas de la química; la industria del petróleo y la petroquímica; la minería, en especial el níquel; el cemento y otros materiales de construcción; así como en los territorios más afectados; incluyendo el fortalecimiento de los sistemas de control y monitoreo”*. (Cuba. 2011)

Económicos:

5. Se generan oportunidades de mejorar los ingresos de las industrias a través del incremento en la eficiencia del uso de sus recursos, tecnologías y del aprovechamiento e intercambio de residuos y subproductos como materias primas. (Carrillo 2010)
6. Constituye una estrategia de trabajo que permite materializar las aspiraciones del modelo de gestión económico cubano de, *“Lograr que el sistema empresarial del país esté constituido por empresas eficientes, bien organizadas y eficaces, y serán creadas las nuevas organizaciones superiores de dirección empresarial. Se desarrollará la cooperación entre las empresas para garantizar mayor eficiencia y calidad”*. (Cuba. 2011)

Tecnológicos:

7. Este enfoque ha logrado transformar los sistemas de producción lineales de diversas regiones en sistemas de ciclo cerrado donde todos los sectores que conforman a la región se ven favorecidos. (Torre-Marín 2009)

Sociales:

8. La valorización de algunos residuos puede dar lugar a nuevos procesos de transformación que generarán nuevos empleos. Asimismo, los daños al ambiente que se consiguen evitar, repercuten positivamente en la calidad de vida de la sociedad. (Torre-Marín 2009)

Capítulo 3 Perspectiva del contexto cubano, para la aplicación de la EI en Cuba

9. Al apreciar a la ecología Industrial como: *“cultura que busca la felicidad en la simplicidad y austeridad material, que tiende a la cohesión social mediante el predominio de los comportamientos cooperativos y que nos resitúa como parte de la naturaleza”*. (Bermejo 2001)
10. La autora considera como otro beneficio social, lo inherente al aumento de la calidad de vida que produce de modo general el asumir estas políticas y estrategias de desarrollo socio-productivo, o sea la Ecología Industrial como un principio.

Científicos:

11. La EI promueve además la creación de redes que fomentan el desarrollo científico al vincular al sector académico con el sector industrial. Esta vinculación conduce a la búsqueda de nuevas tecnologías que solucionen las deficiencias en el manejo de recursos dentro de los sistemas de producción. (Torre-Marín 2009)

De Sustentabilidad:

12. La Ecología industrial constituye una herramienta que permite asesorar a los gobiernos, a cualquier instancia, definiendo políticas y regulaciones, orientando en la planeación de zonas industriales, fomentando así relaciones efectivas y más estrechas entre el gobierno y el sector privado (Lowe, et al, 1997).
13. Aporta una visión de desarrollo sostenible a las intenciones de la política económica cubana de *“Promover la creación de Zonas Especiales de Desarrollo que permitan incrementar la exportación, la sustitución efectiva de importaciones, los proyectos de alta tecnología y desarrollo local; y que contribuyan con nuevas fuentes de empleo”*.(Cuba. 2011)

3.4.2 Fortalezas de Cuba para la Aplicación de la Ecología Industrial

1. Sistema socialista: El sistema social socialista cubano se encuentra en mejores condiciones de obtener las soluciones ambientales y sociales que no consiguen alcanzar los países capitalistas al aplicar la Ecología Industrial. Motivo por el cual esta última ha sido objeto de crítica, por considerarse como una justificación al

Capítulo 3 Perspectiva del contexto cubano, para la aplicación de la EI en Cuba

desempeño de los países capitalistas, sobre todo, los de sólida economía, razón ésta por la que no se ha visto a esta alternativa, como una estrategia para el desarrollo sostenible, pues sus beneficios se han expresado en lo fundamental desde la perspectiva económica del capital y su crecimiento, independientemente del incremento de los impactos ambientales negativos.

2. Actualización del modelo económico cubano: Contexto que favorece, se eliminen los obstáculos estructurales presentes en el país, que limitan la aplicación de la Ecología Industrial, expresado en: (Cuba. 2011)
 - El fortalecimiento del papel de los territorios y la gestión y desarrollo local.
 - Fortalecimiento de la institucionalidad, incluyendo la reorganización del Estado y el Gobierno.
 - Otorgar mayores facultades, en los marcos del plan, a las empresas, e impulsar con efectividad la iniciativa de los territorios para potenciar de manera sostenible su desarrollo económico.
3. Preocupación explícita del estado cubano por dar solución a los problemas económicos presentes en el país sin que esto represente un deterioro del medio ambiente: (Cuba. 2011)
 - La necesidad de incrementar la producción nacional y la calidad de los bienes y servicios que más ingresos aportan y que contribuyen a sustituir importaciones, al tiempo que se estudian e implementan cambios estructurales y fórmulas que liberen las potencialidades productivas y reduzcan los consumos irracionales de recursos.
 - La obligada necesidad de emplear de manera eficiente en la economía y sociedad, los recursos naturales renovables y no renovables y las materias primas de los procesos productivos y de servicios.
4. Política y gestión ambiental comprometida con el desarrollo sostenible: Teniendo entre sus principios: (CITMA 2011)

Capítulo 3 Perspectiva del contexto cubano, para la aplicación de la EI en Cuba

- Coadyuvar al desarrollo económico y social sobre bases sostenibles.
 - Aplicación del enfoque ecosistémico como elemento clave de la gestión ambiental.
 - Aplicación del concepto de Producción y Consumo Sostenible con énfasis en la adopción de estrategias de Producción Más Limpia y eficiencia en el uso de los recursos.
5. Educación Ambiental: Existen en el país un trabajo sostenido en educación ambiental, estructurado como una red, distribuida en todos los niveles de enseñanza; y en el nivel superior con presencia tanto en el pregrado como en el posgrado, mediante las figuras de diplomados, maestrías y doctorados de corte ambiental, con la participación de especialistas, funcionarios y cuadros del Estado a todos los niveles, promoviéndose además en las empresas la gestión ambiental y las intervenciones de Producciones más limpias e incluida como un requerimiento dentro de los sistemas ambientales que operan institucionalmente.
 6. Recursos humanos preparados con experiencia y conocimientos de varios métodos de la ecología industrial, como son: Análisis del ciclo de vida y Evaluación de Impacto ambiental, incluido el personal altamente calificado de los Centros de Investigación, Consultoras y Centros de Educación Superior, que incursionan en las Producciones Más Limpia y la Ecoeficiencia.
 7. Existencia de centros e instituciones e infraestructura científica que permitan acometer los estudios necesarios en materia de Ecología Industrial.
 8. Existencia de instituciones estatales consolidadas, que pudieran fungir como coordinadora y organizadora de la Ecología Industrial.
 9. Posibilidades en el contexto actual de la existencia de otras formas de propiedad que pudieran viabilizar la EI.
 10. Inserción internacional de Cuba, a partir de la integración latinoamericana en el ALBA y CELAC; lo que favorece la colaboración en materia de Ecología Industrial

Capítulo 3 Perspectiva del contexto cubano, para la aplicación de la EI en Cuba

con países miembros que tienen mayor desarrollo en este tema como son: México, Brasil, Venezuela, Argentina y Bolivia.

11. Relaciones comerciales y financieras con otros países, como: China, Vietnam, Rusia. Europa y Asia tienen un desarrollo considerable y en ascenso en materia de Ecología Industrial de acuerdo a lo analizado en el Capítulo 2, por lo que resultaría beneficioso el intercambio con estos países al respecto.

12. Las leyes cubanas prevén la aplicación de incentivos ambientales que pudieran favorecer el desarrollo de propuestas de Ecología Industrial. Muestra de ello lo constituye:

- Artículo 63 de la ley 81 “Del Medio Ambiente” en el que se expresa: *“podrán reducirse o eximirse de aranceles a la importación de tecnologías y equipos para el control y tratamiento de efluentes contaminantes, así como de materias primas o partes necesarias para la fabricación nacional de equipos o instrumentos destinados a evitar, reducir o controlar la contaminación y degradación ambiental; además de autorización, en casos excepcionales, de la depreciación acelerada de inversiones realizadas en el desarrollo, compra o instalación de equipos, tecnologías y procesos que favorezcan la protección del medio ambiente y otorgamiento excepcional de beneficios fiscales o financieros a determinadas actividades que favorezcan el medio ambiente.* (Popular 1997)
- Artículo 257 de la Ley del Sistema Tributario, aprobada a finales de 2012 que dispone: *“establecer bonificaciones para aquellos sujetos de impuesto por el vertimiento aprobado de residuales en cuencas hidrográficas, que viertan con un nivel de agresividad por debajo de lo reconocido por las normas ambientales”.* (Popular 2012)
- Lineamiento 61 de la Política Económica, en el que se dice: *“debe mantenerse la aplicación de estímulos fiscales que promuevan producciones nacionales en sectores claves de la economía, especialmente a los fondos*

exportables y a los que sustituyen importaciones, así como al desarrollo local y la protección del medio ambiente”. (Cuba. 2011)

3.4.3 Debilidades de Cuba para la aplicación de la Ecología Industrial

1. Insuficiente conocimiento sobre los fundamentos y métodos de esta estrategia lo que presupone un estudio y educación ambiental previa a la implementación de la misma.
2. Restricciones financieras motivadas directamente por la crisis internacional y/o por los necesarios ajustes que la economía cubana está abocada a desplegar.
3. Continuidad de la política de bloqueo y hostilidad económica, impuesta por medio siglo por los Estados Unidos de Norteamérica.
4. Descapitalización de la base productiva y la infraestructura. (Cuba. 2011)
5. Sistema industrial envejecido y completamente lineal: Cuba presenta un sistema industrial con una estructura básicamente lineal heredado de las estructuras antiguas. Sin embargo existe la potencialidad de revertir esta situación a partir del Lineamiento 135 que promueve *“definir una política tecnológica que contribuya a reorientar el desarrollo industrial, y que comprenda el control de las tecnologías existentes en el país; a fin de promover su modernización sistemática atendiendo a la eficiencia energética, eficacia productiva e impacto ambiental, y que contribuya a elevar la soberanía tecnológica en ramas estratégicas”.* (Cuba. 2011)
6. Economía insuficiente para asumir proyectos macro que necesiten una inversión inicial grande y que no se recupere en el corto plazo. Aunque resulta favorable la voluntad política del país, de considerar además de las soluciones a corto plazo, *“Soluciones del desarrollo sostenible, a más largo plazo, que conduzcan a una autosuficiencia alimentaria y energética altas, un uso eficiente del potencial humano, una elevada competitividad en las producciones tradicionales, así como el desarrollo de nuevas producciones de bienes y servicios de alto valor agregado”.* (Cuba. 2011)

Capítulo 3 Perspectiva del contexto cubano, para la aplicación de la EI en Cuba

7. Falta de inventarios de flujos de materia y energía en la mayoría de las entidades, por lo que será necesario comenzar por acometer esta tarea, que es previa a la identificación de las sinergias y la aplicación de los demás métodos de la Ecología Industrial.
8. Prevalece en el país una cultura de trabajo, donde han primado las relaciones verticales, (Ministerios); siendo necesarias, para que el modelo de Ecología Industrial prospere, las relaciones horizontales entre las diferentes empresas y demás instancias involucradas.
9. Muy pocas empresas han adoptado ya estándares mínimos de carácter ambiental como política interna de la organización y que buscan mejorar su imagen en el mercado; el resto de las empresas se han incorporado de manera mucho más lenta y en un número muy limitado a este proceso y además, lo han hecho en respuesta a la política de regulación ambiental. Esto presupone un trabajo mayor en cultura ambiental en las empresas rezagadas.

3.5 Nichos en Cuba, donde la Ecología Industrial podría aplicarse.

En Cuba existen posibles nichos para la aplicación de la Ecología Industrial, a continuación se exponen algunos ejemplos que ilustran esta realidad.

❖ Zona especial de desarrollo del Mariel

La Zona especial de desarrollo del Mariel es uno de los lugares donde la Ecología Industrial podría aplicarse, con la obtención de buenos resultados y a un plazo que se beneficie con las bondades financieras del propio proyecto; siendo una prioridad de la política Económica y social del Estado cubano el desarrollo de esta Zona. (Cuba. 2011)

Esta autora no encontró información confiable, que suponga la intención de aplicar una propuesta de esta naturaleza en dicha zona, apareciendo solo un artículo de dudosa procedencia en Internet, que se refiere a una posible propuesta inédita de Ecología Industrial por parte de la “Comisión de producción limpia” para la misma. En los artículos consultados se constata solamente, la exigencia a los inversionistas por parte de las

Capítulo 3 Perspectiva del contexto cubano, para la aplicación de la EI en Cuba

autoridades competentes, de la aplicación en la zona, de tecnologías limpias. No obstante, en el discurso pronunciado por el General de Ejército y Presidente de los Consejos de Estado y de Ministros: Raúl Castro, en la Clausura del Segundo Período Ordinario de Sesiones de la VIII “Legislatura de la Asamblea Nacional del Poder Popular el 21 de Diciembre de 2013, expresó: *“Enorme interés ha concitado la creación de la Zona Industrial de Desarrollo Mariel, llamada a convertirse en un importante polo de atracción de la inversión extranjera y al mismo tiempo en polígono de experimentación de modernas tecnologías y formas y métodos de gestión empresarial en armonía con la preservación del medio ambiente”*. En ello se constata la voluntad política del país de aplicar en dicha zona, estrategias de la misma naturaleza que la propuesta por esta autora; aun cuando no haya hecho referencia a la aplicación de la ecología industrial propiamente dicha, las oportunidades para la aplicación de ésta son mayores a nivel de grandes áreas, como la antes referida, ya que la existencia de una mayor variedad de actividades es más probable y por lo tanto, también la posibilidad de establecer un mayor número de sinergias, permitiendo el diseño de redes eco-industriales, donde se alcanzan los mejores resultados (Ruiz 2009)

❖ Proyectos de la industria Petroquímica

Este proyecto incluye varias industrias que constituyen una de las más contaminantes de la industria química. Existe experiencia en el mundo en aplicación de la Ecología Industrial para este tipo de industrias, como por ejemplo la zona del corredor industrial Altamira-Tampico en la que se encuentran establecidas muchas empresas, la gran mayoría de las cuales son de tipo petroquímico. Las industrias petroquímicas son generalmente icono de contaminación debido al tipo de residuos que generan. (Carrillo 2010)

❖ Complejo Agroindustrial Antonio Sánchez en el municipio Aguada de Pasajeros de la Provincia de Cienfuegos.

Aquí se puede apreciar un caso de aplicación del principio de simbiosis industrial de la Ecología Industrial independientemente de que no se llame de esta forma. Esta interrelación se lleva a cabo con buenos resultados económicos, con la reducción de los impactos ambientales y la creación de fuentes de empleo.

Capítulo 3 Perspectiva del contexto cubano, para la aplicación de la EI en Cuba

En esta experiencia se relacionan: El Central (Industria azucarera), mediante las mieles (residuo del proceso de obtención de azúcar) con la destilería de alcoholes finos “ALFICSA”, la que genera vinaza que es aprovechada por la fábrica de derivados “Torula” en la obtención de levadura. El exceso de vinaza del proceso se utiliza en el Fertirriego de los campos de caña de azúcar, (materia prima del central), con la que se cierra este ciclo; o se incorpora a otro, en el que es utilizada junto con crema levadura (producto de “Torula”), Miel B (residuo del Central) y viandas, en una Planta de Pienso Ensilado, ubicada en las cercanías de la planta “Torula”; este pienso es empleado como alimento para los cerdos de un Centro Porcino, que a su vez tiene proyectado un biodigestor para la producción de Biogás (Fuente de energía renovable). Este proyecto se vio favorecido por la instalación de una planta de recuperación de CO₂, dejando de esta forma de emitirlo a la atmósfera y reportando beneficios económicos, ya que es vendido a otras industrias. Este sistema, sin embargo, tiene algunas fragilidades como son: necesidad de suministro de mieles desde Centrales ubicados a distancias considerables de éste, la salida frecuente de la producción de la fábrica de “Torula” a causa de su envejecimiento tecnológico, respecto a “ALFICSA”; así como la no disponibilidad de los suficientes medios de transporte especializados y de riego para aplicar la vinaza a los campos que lo necesiten y que no dispongan de canales para el riego desde la laguna; además el proyecto se desarrolla en el límite del Batey lo que provoca molestias a los habitantes, por las emanaciones ácidas y la contaminación de sus fuentes de abasto de agua. De ahí, que debiera considerarse la mejoría de su proyección, a lo que podría contribuir, según la opinión de esta autora, la aplicación de métodos y herramientas de la Ecología Industrial; de forma tal, que pueda constituir un referente para otras experiencias de este tipo en el futuro.

3.6 Conclusiones Parciales

La perspectiva del contexto cubano actual para la aplicación de la Ecología Industrial está caracterizado por:

- ✓ Voluntad política de Cuba con el cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible, que se confirma: con la ratificación de los principales convenios ambientales internacionales a que es signataria, con la existencia de una estructura

Capítulo 3 Perspectiva del contexto cubano, para la aplicación de la EI en Cuba

institucional para la gestión de su política ambiental, con una legislación definida e instrumentos para la gestión ambiental que se apoya en una Estrategia Ambiental Nacional. Este marco representa un ambiente propicio para que la EI prospere.

- ✓ Se reconoce la potencialidad de la Ecología Industrial para aportar 13 beneficios al país, en las esferas: ambientales, económicas, tecnológicas, sociales, científicas e institucionales; prevaleciendo los beneficios ambientales y sociales sobre el resto; lo que constituye un aspecto positivo a tener en cuenta en la valoración.
- ✓ Se presentaron 3 nichos para la aplicación de la Ecología Industrial, entre otros que podrían existir en el país; así como 12 fortalezas y 9 debilidades para satisfacer las condiciones necesarias y sortear los obstáculos que se interponen en el cumplimiento de las mismas. Este balance resulta positivo, aunque deberá considerarse el estudio detallado de las debilidades, dada su incidencia y complejidad.

CONCLUSIONES

GENERALES

CONCLUSIONES GENERALES

- ✓ Las complejidades en la conceptualización y aplicación de la EI están dadas por: su evolución a partir de tres enfoques teóricos diferentes; no existencia de una metodología definida; relación estrecha pero errática con otros conceptos afines; implementaciones donde no se cumple el principio de simbiosis industrial, ni el estudio de los sistemas complejos; cuestionamientos sobre su aplicación como estrategia para el desarrollo sostenible, de lo que se deriva la necesidad de explicitar su comprometimiento en el plano social.
- ✓ El análisis del desarrollo alcanzado por la EI a nivel internacional revela la prevalencia de parques ecoindustriales en Europa, Asia y América del Norte, en correspondencia con el mayor número de centros de investigación relacionados con la temática en estas zonas, lo que deriva de la concentración de países desarrollados, cuyas condiciones económicas les permiten financiar las costosas investigaciones y el montaje de toda la infraestructura necesaria para el funcionamiento de los parques ecoindustriales.
- ✓ El contexto cubano se caracteriza por la existencia de un marco institucional respaldado por una política ambiental y un balance positivo en cuanto a beneficios, fortalezas y debilidades para el desarrollo de la Ecología Industrial. A pesar de que deben estudiarse las implicaciones de las debilidades, dada su incidencia y complejidad.
- ✓ Existen las condiciones mínimas para comenzar en Cuba, estudios puntuales (en nichos de experimentación) de Ecología Industrial, pero son insuficientes los estudios en este contexto para avanzar en la aplicación de la misma como una estrategia de desarrollo sostenible.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

- ✓ Proponer la continuación de estos estudios, para el análisis de las condiciones necesarias de infraestructura y logística, tomando en cuenta las mejores experiencias de las instituciones con mayor avance en el tema, velando porque sus propuestas estén libres de los problemas observados en los escenarios actuales.
- ✓ Por la pertinencia del tema, introducir el estudio de la Ecología Industrial en los planes de estudio de la enseñanza universitaria pre y pos graduada.
- ✓ Incorporación de la Ecología Industrial a las acciones de educación ambiental a todos los niveles.
- ✓ Socializar el contenido de esta monografía en diferentes espacios de reflexión académica.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Allenby (2002). "Industrial Ecology: governance, laws and regulations."
- Ayres, R. (2002). A Handbook of industrial ecology. USA, Edward Elgar Publishing Limited.
- Ayres, R. U. (1996) INDUSTRIAL METABOLISM AND THE GRAND NUTRIENT CYCLES.
- Bechara, L. (2009). "Eco-industrial park development in Rio de Janeiro, Brazil: a tool for sustainable development." Journal of Cleaner Production **17**: 653–661.
- Bermejo, R. (2001). "Fundamentos de ecología industrial." Cuadernos Bakeaz.
- Bringezu, S. (1998). Material Flow Accounts. Environmental Accounting in Theory and Practice, Economy & Environment.
- **Volume 11**: 213-227.
- Bunker, S. (1996). "Materias primas y la economía global: olvidos y distorciones de la ecología industrial." Ecología Política **12**.
- Carrillo, G. (2009). "Una revisión a los principios de la Ecología Industrial." scielo **22**.
- Carrillo, G. (2010). "Incentivos de la Política ambiental para la ecología industrial en México." Innovación y ecología industrial.
- Carrillo, G. (2011). "Adaptación al cambio climático desde la industria: una visión integral*."
- CITMA (2007). Estrategia Ambiental Nacional.
- CITMA (2011). Proyecto Estrategia Ambiental Nacional (2011-2015).

- Cohen-Rosental, E. (1998) Desarrollo eco-industrial: el caso de Estados Unidos. **27**,
- Considine, T. J., et al. (2001). The industrial ecology of steel: Medium: P; Size: 65 Pages.
- Contreras, W. (2000). "Desde el paradigma de la Ecología Industrial hasta su nueva estrategia metodológica para alcanzar productos, procesos y servicios sostenibles, el Diseño Ambientalmente Integrado." Ecodiseño y sostenibilidad 1.
- Cuba., V. C. d. P. C. d. (2011). LINEAMIENTOS DE LA POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PARTIDO Y LA REVOLUCIÓN. La Habana. Cuba.
- Ehrenfeld (2004). "Can Industrial Ecology be the "Science of Sustainability"?" Journal of Industrial Ecology.
- Erkman (2001). "Ecología Industrial: una nueva perspectiva para el futuro del sistema industrial."
- Erkman (2002). "The recent history of industrial ecology."
- Erkman, S. (1998). Vers une écologie industrielle. C. L. Mayer. París.
- Fernández, D. (2005). "Análisis del estado actual de desarrollo de parques industriales sostenibles."
- Galán, R. (2003) El ecodiseño como herramienta básica de Gestión Industrial.
- García, R. (2006). Filosofía de la Ciencia. Sistemas Complejos. gedisa. España.
- Garrido, G. (2010). "Ecología Industrial: la naturaleza como fuente de inspiración." Saber Cómo 88.
- Genesio L, O. L. (2012). "Aproximaciones filosóficas y metodológicas para una ingeniería sostenible." Aproximaciones filosóficas y metodológicas para una ingeniería sostenible 1: 1.

- Gibbs, D. (2007). "Reflections on implementing industrial ecology through eco-industrial park development." Journal of Cleaner Production **15**: 1683- 1695.
- Golf, E. (2010) Estrategia de desarrollo local basada en la sostenibilidad: El parque Ecoindustrial
- de L'Orxa
- Graedel, T. (1996). "On the concept of Industrial Ecology." Annual Review Energy Environmental **21**.
- Granada (2009). "Gestión Ambiental Empresarial: Pasado, presente y futuro de las normas e instituciones ambientales en Colombia." Libre Empresa **6**: 74.
- Grant, J. (2004). Towards Sustainable cities East Asian, North American and European perspectives on managing Urban Regions. Sustainable urbanism in historical perspective
- S. M. Grant. USA, Gower House.
- Jackson (2002). "Industrial Ecology and cleaner production."
- Leal (2005). "Ecoeficiencia: Marco de análisis, indicadores y experiencias." Medio Ambiente y Desarrollo **105**.
- Luján, M. (2011) Eco-parques Industriales, una Opción de Desarrollo Sostenible para el Sector
- Productivo Regional.
- Lule, D. (2010). "Diagramas de flujo de sistemas industriales, una herramienta para la ecología industrial. El caso del corredor industrial de Altamira " Innovación y ecología industrial.
- Martínez-Alier, J. (2003). "Ecología Industrial y Metabolismo socioeconómico: concepto y evolución histórica." Universidad autónoma de Barcelona.
- Martínez-Alier, J. (2009). The Environmentalism of the poor.

- Naredo (2003) Ecología Industrial.
- Naredo, J. M. (2003). La Ecología Industrial.
- Pinto, L. (2010). "El carácter social y ideológico presente en el debate ambiental: la "contaminación verde" y el ambientalismo de los pobres.."
- Popular, A. N. d. P. (1997). Ley No. 81 Del Medio Ambiente. La Habana. Cuba, Gaceta Oficial de la República de Cuba. **7**: 47.
- Popular, A. N. d. P. (2012). Ley No. 113 Del Sistema Tributario. M. d. Justicia. La Habana. Cuba, Gaceta Oficial de la República de Cuba. **53**: 1693.
- Rey, J. M. G. O. (2005). Foros de negociación e instrumentos jurídicos internacionales en materi de medio ambiente y desarrollo sostenible. E. Hernández. La Habana, Publicaciones Acuario. Centro Félix Varela.
- Rosemberg, A. (2006) Ecología y Simbiosis Industrial.
- Ruiz, M. d. C. (2009) Aplicación de la Ecología Industrial en la Planificación y Diseño de Áreas Industriales.
- Salazar, E. M. G. (2008). "Los concimientos tradicionales como una alternativa a los procesos altamente contaminantes. El caso de la industria de la curtiduría en México." Sinnco.
- Salmi, O. (2007). "Eco-efficiency and industrial symbiosis e a counterfactual analysis of a mining community." Journal of Cleaner Production **15**: 1696- 1705.
- Sustentable, P. T. y. D. (2013). VI Seminario Internacional sobre Producción Limpia y Consumo Sustentable. La UTN a la vanguardia en la Región Argentina, Jefatura de Gabinete de Ministros.
- Toledo, V. M. (2013). El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica, cieco-unam.

BIBLIOGRAFÍA

- Torre-Marín, G. C. (2009). "Ecología Industrial y Desarrollo Sustentable." Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY 13-1: 63-70. **13**: 63-70.
- Torre-Marín, G. C. (2010). "Ecología industrial: innovación y desarrollo sostenible en sistemas industriales." "Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo número 6: 78-98.
- Viamontes, E. (2006). Derecho Ambiental Cubano. La Habana.

GLOSARIO

GLOSARIO

Aguas residuales: Se definen como las aguas que no pueden utilizarse inmediatamente para los fines que fueron usadas o para los que fueron producidas, debido a su calidad, cantidad o al momento de su aparición.

Analogía: Comparación o relación entre varias razones o conceptos; comparar o relacionar dos o más objetos o experiencias, apreciando y señalando características generales y particulares, generando razonamientos y conductas basándose en la existencia de las semejanzas entre unos y otros.

Balance de masa: Cuantificación de las entradas y salidas de masa en un proceso o en cada una de las operaciones unitarias.

Carga contaminante por residuales líquidos: Masa del contaminante (kg) que se descarga por unidad de tiempo (día). Se calcula multiplicando el caudal medio en el día ($m^3/día$) por la concentración media diaria (kg/m^3), la carga se expresa en ($kg/día$).

Caudal: En ecología, se denomina caudal al volumen de agua que arrastra un río, o cualquier otra corriente de agua para preservar los valores ecológicos en el cauce de la misma. Se mide en metros cúbicos por segundo.

Contaminación: Acción o efecto de añadir al medio, materia o formas de energía, o inducirle condiciones que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en su relación con los usos posteriores o su función ecológica.

Desarrollo sostenible: proceso de elevación sostenida y equitativa de la calidad de vida de las personas, mediante el cual se procura el crecimiento económico y el mejoramiento social, en una combinación armónica con la protección del medio ambiente, de modo que se satisfacen las necesidades de las actuales generaciones, sin poner en riesgo la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

Desecho: Energía o materia (sólida, líquida, gaseosa, mezcla o combinación de ellas, incluyendo flujos calóricos) a la que ya no se le da valor alguno y, por tanto, se la descarga o emite o es objeto de disposición final.

Desechos peligrosos: aquellos provenientes de cualquier actividad y en cualquier estado físico que, por la magnitud o modalidad de sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, explosivas, inflamables, biológicamente perniciosas, infecciosas, irritantes o cualquier otra, representen un peligro para la salud humana y el medio ambiente.

Disposición final de residuos: El almacenamiento definitivo de residuos en la superficie o bajo tierra, de forma controlada o incontrolada, con arreglo a las normas sanitarias, medioambientales y de seguridad.

Ecología: Estudia la estructura y funcionamiento de los ecosistemas en los cuales la transferencia de energía y materia determina su permanencia y crecimiento de la biomasa.

Ecoeficiencia: Es la capacidad de Gestión de una entidad para satisfacer simultáneamente las metas de costo, calidad y rendimiento, su objetivo es reducir los Impactos Ambientales y conservar los recursos valiosos, para lo cual son necesarios procesos y productos más limpios y utilización sostenible de los recursos.

Ecosistema: sistema complejo con una determinada extensión territorial, dentro del cual existen interacciones de los seres vivos entre sí y de estos con el medio físico o químico.

Ecosistema biológico: Está conformado por componentes bióticos y abióticos que interactúan entre sí para cumplir funciones vitales de reproducción y equilibrio.

Ecosistemas Industriales: Son los complejos de producción (industrias) interconectados de manera tal que los residuos de unos sirven como materia prima para otros.

Educación ambiental: proceso continuo y permanente, que constituye una dimensión de la educación integral de todos los ciudadanos, orientada a que en la adquisición de conocimientos, desarrollo de hábitos, habilidades, capacidades y actitudes y en la formación de valores, se armonicen las relaciones entre los seres humanos y de ellos con el resto de la

sociedad y la naturaleza, para propiciar la orientación de los procesos económicos, sociales y culturales hacia el desarrollo sostenible.

Estrategia Ambiental Nacional: expresión de la política ambiental cubana, en la cual se plasman sus proyecciones y directrices principales.

Estudio de impacto ambiental: descripción pormenorizada de las características de un proyecto de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo, incluyendo su tecnología y que se presenta para su aprobación en el marco del proceso de evaluación de impacto ambiental. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación del impacto ambiental del proyecto y describir las acciones que se ejecutarán para impedir o minimizar los efectos adversos, así como el programa de monitoreo que se adoptará; Evaluación de impacto ambiental, procedimiento que tiene por objeto evitar o mitigar la generación de efectos ambientales indeseables, que serían la consecuencia de planes, programas y proyectos de obras o actividades, mediante la estimación previa de las modificaciones del ambiente que traerían consigo tales obras o actividades y, según proceda, la denegación de la licencia necesaria para realizarlos o su concesión bajo ciertas condiciones. Incluye una información detallada sobre el sistema de monitoreo y control para asegurar su cumplimiento y las medidas de mitigación que deben ser consideradas.

Gestión ambiental: conjunto de actividades, mecanismos, acciones e instrumentos, dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales mediante la conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo del medio ambiente y el control de la actividad del hombre en esta esfera. La gestión ambiental aplica la política ambiental establecida mediante un enfoque multidisciplinario, teniendo en cuenta el acervo cultural, la experiencia nacional acumulada y la participación ciudadana.

Impacto Ambiental: Se refiere a cualquier cambio, modificación o alteración de los elementos del medioambiente o de las relaciones entre ellos, causada por una o varias acciones (proyecto, actividad o decisión). El sentido del término no involucra ninguna valoración del cambio, la que depende de juicios de valor.

Inspección ambiental estatal: actividad de control, fiscalización y supervisión del cumplimiento de las disposiciones y normas jurídicas vigentes en materia de protección del medio ambiente, con vista a evaluar y determinar la adopción de las medidas pertinentes para garantizar dicho cumplimiento.

Licencia ambiental: documento oficial, que sin perjuicio de otras licencias, permisos y autorizaciones que de conformidad con la legislación vigente corresponda conceder a otros órganos y organismos estatales, es otorgado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente para ejercer el debido control al efecto del cumplimiento de lo establecido en la legislación ambiental vigente y que contiene la autorización que permite realizar una obra o actividad.

Medio ambiente: sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con que interactúa el hombre, a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para satisfacer sus necesidades.

Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo: proyección concreta de la política ambiental de Cuba, que contiene lineamientos para la acción de los que intervienen en la protección del medio ambiente y para el logro del desarrollo sostenible. Constituye la adecuación nacional de la Agenda 21.

Reciclaje: El tratamiento de desechos y desperdicios, usados o no, y su conversión en materias primas secundarias”. Generalmente, en términos económicos, al principio se trata de desechos y desperdicios, clasificados o no, pero siempre inapropiados para ser utilizados directamente en un proceso industrial, mientras que, al final del proceso, pueden ser utilizados para tratamientos posteriores y, por lo tanto, se les considera productos semielaborados. Se necesita para ello un proceso, ya sea de naturaleza mecánica o química.

Recursos naturales: todos los componentes del medio ambiente, renovables o no renovables, que satisfacen necesidades económicas, sociales, espirituales, culturales y de la defensa nacional, garantizando el equilibrio de los ecosistemas y la continuidad de la vida en la tierra.

Residuo: Son materiales que no son productos primarios (es decir, los productos fabricados para el mercado), que no son de utilidad para el que los ha generado para sus propios fines

de producción, transformación o consumo y de los que se desea deshacer. Los residuos se pueden generar durante la obtención de materias primas, durante el procesamiento de materias primas para obtener productos semielaborados y elaborados, el consumo de productos elaborados o cualquier otra actividad humana.

Reúso: Volver a utilizar el residuo en su forma de insumo original.

Sinergia: Asociación de varios organismos para realizar una función.

Sinergia de subproductos: Cooperación que se genera entre diversas industrias, el sector agrícola y la comunidad, que resulta en una conversión redituable de subproductos y desechos en recursos, promoviendo así su sostenimiento. También puede llamarse “simbiosis industrial” “asociaciones verdes”, “operaciones cero deshecho /cero emisiones”, “manufactura eficiente, de la cuna a la cuna”.

Tratamiento de residuos: se entiende cualquier proceso destinado a cambiar las cualidades físicas, químicas o biológicas o la composición de los residuos para neutralizarlos, hacer que no sean peligrosos, aumentar su seguridad en el transporte, posibilitar su recuperación o almacenamiento, o para reducirlos en volumen. Los residuos pueden recibir más de un proceso de tratamiento.

ANEXOS

Anexo 1: Biografía de los principales autores citados en la Monografía.

Allenby, Branden: de nacionalidad estadounidense, nació en el año 1950 en Highland Park, Illinois. En 1972 se graduó como abogado en la Universidad de Yale. En 1978 recibió su título de Doctor en Leyes en la Universidad de Virginia Law School, un año más tarde terminó su Maestría en Economía en la misma universidad. En 1989 concluyó su Maestría en Ciencias Ambientales y en 1992 su Ph.D en Ciencias Ambientales en la Universidad de Rutgers. Trabajó en altos cargos en empresas como AT&T, Lawrence Livermore National Laboratory, que marcaron su ideología e inclinación profesional. También fue presidente de la Sociedad Internacional para la Ecología Industrial del 2005 al 2006. Sus áreas de especialización incluyen el diseño ambiental, la evolución tecnológica y la ecología industrial, entre otros. Actualmente es un científico ambiental, procurador ambiental y profesor de Ingeniería Civil y Ambiental en la Universidad del Estado de Arizona.

Ayres, Robert Underwood: profesor en medio ambiente y administración, profesor en Economía y director del centro de manejo de recursos medioambientales de la escuela de negocios (INSEAD). Francia. Nació el 29 de junio de 1932 en Estados Unidos de América. Es físico y economista. Su carrera se ha enfocado en la aplicación de ideas físicas, sobre todo las leyes de la termodinámica y la economía. Dio origen al concepto de metabolismo industrial. Se entrenó como físico en la Universidad de Chicago, la Universidad de Maryland, y la Universidad de Rey Londres (PhD en las Físicas Matemáticas). Sus mayores intereses de investigación incluyen, cambio tecnológico, economía medioambiental, metabolismo industrial y "eco-reestructuración". Ha trabajado en el Instituto de Hudson (1962-67), Recursos para el Inc Futuro (1968) e Investigación Internacional y Cuerpo de Tecnología (1969-76). De 1979 hasta las 1992 fue Profesor de Diseño y Política Pública en la Universidad de Carnegie-Mellon, Pittsburgh. En 1992 pasó a la escuela de comercio internacional INSEAD en Fontainebleau, Francia como profesor de Ambiente y Dirección. Posterior a su jubilación formal en el 2000, ha sido profesor consultante (2000-2001) y profesor de ciencia medioambiental (2004-2005) del Instituto Chalmers de Tecnología Gothenburg (Suecia). Está actualmente en un Estudio del Instituto en IIASA. Sigue siendo un investigador activo, ha si autor o coautor de 17 libros, revisó o coeditó otra docena de

ellos, escribió o fue coautor de más de 200 artículos en revistas y capítulos de libros, sin mencionar muchos informes inéditos; la mayor parte de su trabajo es interdisciplinario. Ha contribuido a los estudios de entregas a plazo, previsión tecnológica, el transporte y la energía, los estudios de flujo de materiales, la desmaterialización, tecnología medioambiental, economía medioambiental, la termodinámica y economía, y la teoría de crecimiento económico.

Bermejo, Roberto: es ingeniero industrial, doctor en Economía y profesor del Departamento de Economía Aplicada V de la Universidad del País Vasco. Es responsable del Área de Economía y Ecología de Bakeaz. Su labor como investigador se centra en el diseño de una economía sostenible. Es autor, entre otras publicaciones, de los libros Manual para una economía ecológica (Madrid, Los Libros de la Catarata/Bakeaz, 1994) y Libre comercio y equilibrio ecológico (Bilbao, Bakeaz, 1996)

Bunker, Sthefen: profesor de sociología y sociología rural UW-Madison. Murió en el 2005, a la edad de 61 años. Fue un profesor de larga experiencia que se unió a la facultad UW-Madison en 1989, fue conocido como un instructor experimentado y dinámico que impartió cursos que exploraron los eslabones entre la economía y ecología. Fue un autor prolífico, y sus investigaciones y escritos, se enfocaron en el cambio económico, en el desarrollo medioambiental y en los recursos de la sociología.

Carrillo, Graciela: nació en México en 1963. Se licenció en 1984 en Planificación para el Desarrollo Agropecuario. En 1989, se gradúa de Máster en Economía y Política Internacional en el Centro de Investigación y Docencia Económica (CIDE), México. Hizo un diplomado en “Comercio Exterior de México en 1993. Obtiene su título de Doctora en Economía, en la Universidad de Barcelona, España, en 1999, con la Tesis: “Ecología Industrial: Una vía hacia la sostenibilidad”. Labora en la Universidad Autónoma Metropolitana, de Xochimilco, en la división de Ciencias Sociales y Humanidades (CSH), del Departamento de Producción Económica, como Profesora Investigadora por tiempo indeterminado, desempeñándose además como Jefa del área de Análisis y Gestión Socioeconómica. En esta universidad, participa en comisiones y grupos de investigación, de programas de maestría y doctorado en “Gestión de la Innovación”; es coordinadora del

proyecto, “Por una Universidad Sustentable”; e integrante del comité técnico, del “Foro Metropolitano del Agua en el Valle de México”. Tiene varias publicaciones relacionadas con la Ecología Industrial, en 2006, 2009, 2010.

Cervantes Torre-Marín, Gemma: Doctora en Química. Grupo de investigación en Ecología Industrial, Unidad Profesional Interdisciplinaria en Biotecnología. Instituto Nacional Politécnico de México. Profesora Titular del Departamento de Bioprocesos. Tiene publicados varios trabajos relacionados con la Ecología Industrial como: “Ecología industrial y desarrollo sustentable” (2009), “Ecología Industrial: innovación y aplicación del desarrollo sustentable en sistemas humanos” (2010), “Diagramas de flujo de sistemas industriales, una herramienta para la ecología industrial. El caso del corredor industrial de Altamira” (2010)

Ehrenfel, Jonh: director ejecutivo de la Sociedad Internacional para la Ecología Industrial de la Universidad de Yale. Se retiró en 2000, como Director del Programa de MIT, en Tecnología, Negocio, y medioambiente; un programa interdisciplinario en educación e investigación. Se le catalogó como gran investigador en la Escuela de Yale de Silvicultura y Estudios Medioambientales. Continúa enseñando, investigando y escribiendo.

En 2002, UW-Madison patrocinó una conferencia internacional la cual tituló "Naturaleza, Materias Primas, y Economía Política" la cual fue una importante contribución a la sociología. Obtuvo su Ph.D. de la Universidad del Duque en 1975 y, además de su carrera, dirigió extensos viajes, y trabajos de campo en Uganda, Brasil, Perú, y Guatemala, que llevaron a la publicación de libros influyentes en las penalidades económicas y en el desarrollo de Uganda y el Amazona.

Erkman, Suren: es escritor y científico. De padre armenio y madre suiza. Nació el 7 de febrero de 1955 en Estambul, es profesor e investigador en el Instituto para la comunicación y el análisis de las ciencias y tecnologías en Ginebra, Suiza, instituto que él fundó en 1994. Cursó estudios de Letras (en filosofía) y de Ciencias (en biología), en la universidad de Ginebra, antes de hacer su carrera periodística. Después de varios años de periodismo científico y económico, creó en 1994 el Instituto para la comunicación y el

análisis de las ciencias y tecnologías (ICAST)), en Ginebra. Desde los inicios de los años 90 contribuyó al desarrollo de la Ecología Industrial, lo que lo hizo volver a las investigaciones y a la enseñanza académica. En marzo de 2005, se une al IPTEH para dirigir un grupo para el desarrollo de la Ecología Industrial. En este desarrolla un programa de investigación sobre las ciencias naturales y las artes liberales, en la perspectiva de la industria ecológica. Es editor del Periódico de Ecología Industrial, ostenta un B. S. y Sc. D. en Ingeniería Química, y es autor o coautor de más de 200 artículos, libros, informes, y otras publicaciones. Fue elegido miembro de la Academia Nacional de Ingeniería de EE.UU. por "sobresalientes contribuciones a la teoría y práctica de la ecología industrial, 2002." Su investigación se centra en el desarrollo y la mejora de la ecología industrial, el marco organizativo para el estudio de las interacciones de la moderna sociedad tecnológica con el medio ambiente. Su libro de texto, Ecología Industrial, coescrito con BR Allenby de AT & T, fue el primer libro en el campo y se encuentra ahora en su segunda edición. Esto, y su libro de texto de 2004 "*La ecologización de la planta industrial*", se utilizan para cursos de los mismos nombres. Sus intereses actuales incluyen estudios de los flujos de materiales dentro del ecosistema industrial y el desarrollo de herramientas de análisis para evaluar las características ambientales de los productos, los procesos, la industria de servicios e infraestructuras urbanas. Es miembro del Colegio Pierson.

Graedel, Thomas. E.: profesor de ecología industrial en la Escuela de Silvicultura y Estudios Ambientales de la Universidad de Yale. Recibió su Ph.D. en astronomía de la Universidad de Michigan. Sus intereses de investigación incluyen la química y la física de los gases y aerosoles atmosféricos, los efectos de los contaminantes atmosféricos sobre los materiales y equipos eléctricos y mecánicos, y productos industriales ambientalmente responsable y el diseño del proceso. Es profesor de Ecología Industrial en Clifton R. Musser, Catedrático de Ingeniería Química, profesor de Geología y Geofísica, y Director del Centro de Ecología Industrial en la Universidad de Yale. Es el autor de "Simplificación de evaluación del ciclo de vida" y autor principal o coautor de una serie de libros.

Jackson, Tim: nació el 4 de junio de 1957, es profesor de desarrollo sostenible en la Universidad de Surrey; fue la primera persona en el Reino Unido que obtuvo una cátedra en este campo. Ha trabajado como comisario de economía en la Comisión de Desarrollo

Sostenible desde 2004 hasta que fue abolida en 2011. Tim Jackson es conocido por su trabajo “Prosperidad sin crecimiento: economía para un planeta finito” (2009), que fue descrito por Le Monde como «uno de los trabajos sobre economía medioambiental más importantes de los últimos años.

Naredo, José Manuel: nació 9 de febrero de 1942, es un economista y estadístico español. Pionero, estudioso y divulgador de la economía ecológica en España, campo en el que ha realizado destacadas aportaciones como autor y editor. Es autor de numerosos libros, artículos y trabajos. Entre los libros destaca La Economía en Evolución, Ed. Siglo XXI, un erudito análisis de la historia de las categorías básicas del pensamiento económico convencional. En él, muestra cómo factores extracientíficos (psicológicos, históricos, ideologías) influyeron decisivamente en la configuración del objeto de estudio y los procedimientos de la economía convencional. El libro muestra las raíces del deterioro ambiental y social de nuestro tiempo y ofrece líneas de superación de la crisis mediante el enfoque eointegrador (ecología y economía). Como economista estudia también otros aspectos de la realidad dejados de lado por los autores habituales: flujos de energía y materiales, agricultura, gestión del agua, territorio y patrimonio inmobiliario. Se doctoró en economía por la Universidad Complutense de Madrid, fue director del programa Economía y naturaleza de la Fundación Argentaria y dirigió el servicio de Análisis de Coyuntura del Instituto Nacional de Estadística. Fue nombrado profesor honorario en el Departamento de Urbanismo de la Universidad Politécnica de Madrid y la Facultad de Ciencias económicas de la Universidad Complutense. En el año 2000 recibió el Premio Nacional de Economía y Medio ambiente y es premio internacional Geocrítica 2008. Asimismo ha escrito libros y artículos sobre política.

Sus proyectos más recientes están enfocados en la sustentabilidad y la Ecología Industrial. El Instituto de los Recursos Mundiales lo honró con un premio por sus logros académicos en el campo del negocio y el ambiente en octubre de 1999.

Tibbs, Hardin: es un líder del pensamiento, consultor e investigador de la estrategia del futuro, con extensa experiencia del pensamiento estratégico. Ha trabajado con grandes compañías, agencias gubernamentales, y organizaciones no lucrativas en los Estados

Unidos, Europa, Australia y Asia. Su trabajo ha sido valorado, por una amplia gama de industrias, agencias gubernamentales e instituciones, incluso en electricidad, aviación, cemento, seguros, productos del hogar, comida, biotecnología, infraestructura urbana, recursos naturales, imposición de contribuciones, transporte y defensa. Es un experimentado analista estratégico y facilitador de procesos, que profundiza en el desarrollo de productos y en las comunicaciones visuales. Además de su trabajo sobre estrategia, ha hecho contribuciones significativas al análisis de la sostenibilidad, y a los problemas de tecnología y ambiente, contribuyendo al desarrollo del concepto de Ecología Industrial. Labora en el Centro de Síntesis, en el Consultando Estratégico S.A. en Cambridge UK (CEO), una empresa que él estableció en Australia en los años noventa. Previamente, era el mayor consultor de la Red de Negocio Global (GBN) en California, jugando un papel en su desarrollo, desde inicio de los años 90. Anteriormente, se desempeñaba como consultor, en el Arthur D. Little, Inc. en Cambridge, Massachusetts. Es profesor en varias escuelas de comercio, entre ellas, está la Escuela de comercio, en la Universidad de Cambridge. También forma parte de la Real Sociedad para el estímulo de Artes, Fabrica & el Comercio (RSA) en Londres, Reino Unido. Defiende el proceso de desmaterialización de la economía como basamento de la Ecología industrial por lo que es fuertemente criticado por Sthefen Bunker.

Anexo 2

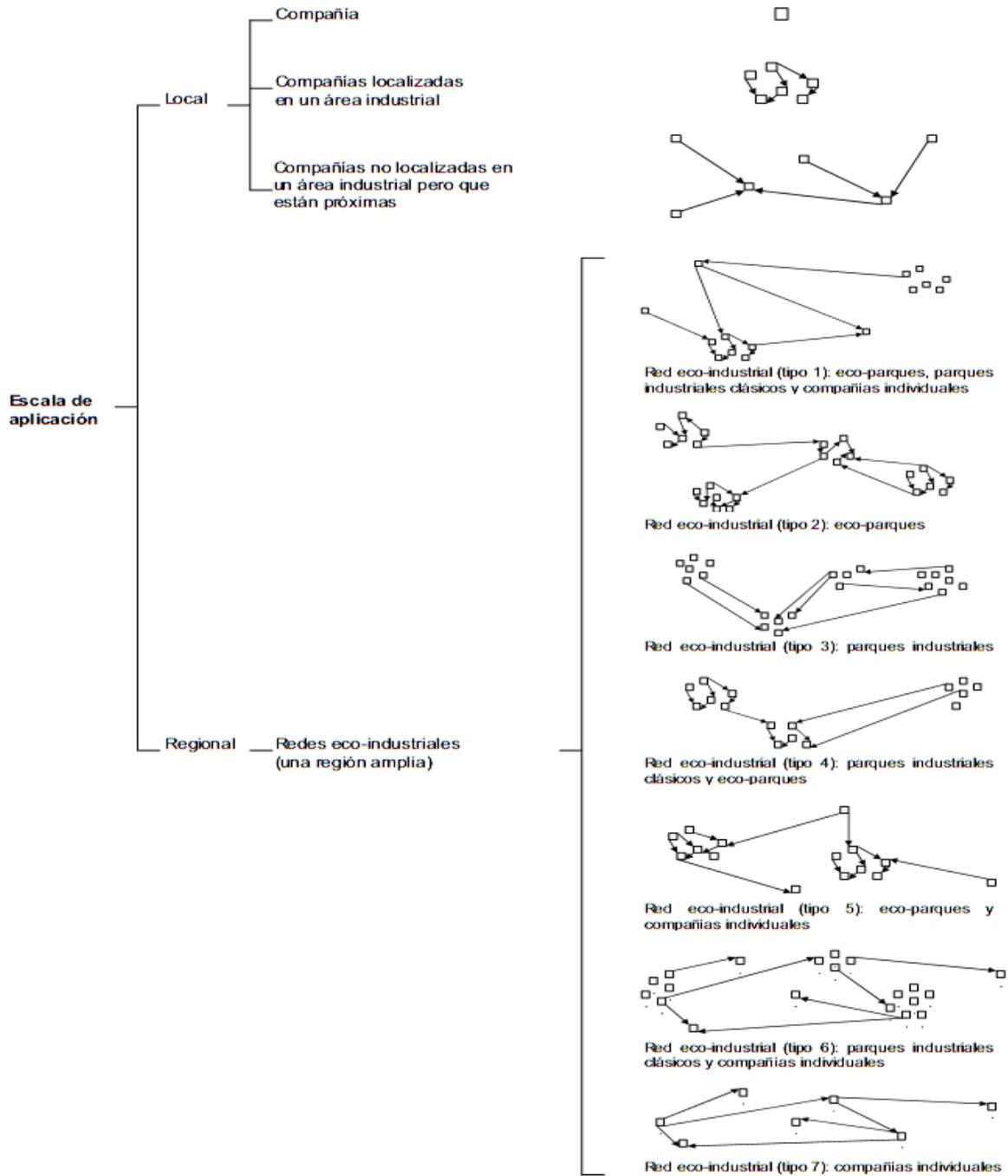


Figura 1: Escalas de aplicación del concepto de Parques ecoindustriales. **Fuente:** Ruiz, 2009

Anexo 3: Listado de parques ecoindustriales distribuidos a nivel mundial.**Tabla 1:** Parques ecoindustriales en Europa.

No	Nombre del Parque ecoindustrial	País
Operativos		
1	Vreten	Suecia
2	The Small Herat	Países Bajos
3	Industrial Eco-System Project (INES)	Países Bajos
4	RietVelden / Vutter	Países Bajos
5	Puerto de Rotterdam	Países Bajos
6	Environment Park	Italia
7	Montagna-Energía Valle di Non	Italia
8	Kalundborg (Operativo)	Dinamarca
9	The Symbiosis Institute	Dinamarca
10	Folkecenter for Renewable Energy	Dinamarca
11	Emscher Park	Alemania
12	ValuePark	Alemania
13	Rantasalmi	Finlandia
14	Dyfi Eco Park	Reino Unido
15	Centre for Alternative Technology (CAT)	Reino Unido
16	Crewe Green Business Park	Reino Unido
17	Earth Centre	Reino Unido
18	EcoTech Centre	Reino Unido
19	London Remade Eco-Industrial Sites	Reino Unido
20	National Industrial Symbiosis Programme (NISP)	Reino Unido
21	Eco site du Pays de Thau	Francia
22	Parc Industriel Plaine de L'Ain (PIPA)	Francia

23	Porte des Alpes (Technology Park)	Francia
24	Sphere EcoIndustrie D'Alsace (SECOIA)	Francia
25	Sunflower Farm Ecological Technology Centres	Polonia
26	Styrian recycling network	Austria
27	Hartberg Eco Park	Austria
28	Instituto Tecnológico y de Energías Renovables	España
29	Tarragona (Operación)	España
30	Kola Peninsula Mining-Industrial Complex (Operación)	Rusia
Pre-operacionales, bajo construcción o planificados		
31	Green Park (<i>Planificado</i>)	Reino Unido
32	Sustainable Growth Park (<i>Planificado</i>)	Reino Unido
33	Sustainable Industrial Park (<i>Planificado</i>)	Reino Unido
34	Closed Project (<i>Planificado</i>)	Italia
35	Ecopark Oulu (<i>Planificado</i>)	Finlandia
36	Stockholm Environmental Science Park (<i>Planificado</i>)	Suecia
37	Ecofactorij Eco-Industrial Park (<i>Planificado</i>)	Países Bajos
38	Agro Industrial Complex (<i>Planificado</i>)	Países Bajos
39	Business Park South Groningen (<i>Planificado</i>)	Países Bajos
40	The Kleefse Waard Eco-Industrial Park (<i>Planificado</i>)	Países Bajos
41	The Trompet Eco-Industrial Park (<i>Planificado</i>)	Países Bajos
42	Emmtec Industry and Business Park (<i>Planificado</i>)	Países Bajos
43	Wavin Eco-Industrial Park (<i>Planificado</i>)	Países Bajos
44	VAM MERA Eco-Industrial Park (<i>Planificado</i>)	Países Bajos
45	Germany's Rhine –Neckar region (<i>Red eco-industrial Planificada</i>)	Alemania
46	Sophia Esterel (<i>Planificado</i>)	Francia
47	Châlon sur Saône (<i>Planificado</i>)	Francia
48	Zone Landacre (<i>Planificado</i>)	Francia

49	Eco-Normandie (<i>Planificado</i>)	Francia
50	Parque ecoindustrial de L'Orxa (<i>Planificado</i>)	España
51	Proyecto Martorell. (<i>Planificado</i>)	España

Fuente: Elaboración propia a partir de la actualización de Fernández, 2005

Tabla 2: Parques ecoindustriales en América del Norte.

No	Nombre del Parque ecoindustrial	País
Operativos		
52	Brownsville Eco-Industrial Park	Estados Unidos
53	Fairfield Ecological Business Park	Estados Unidos
54	Port of Cape Charles Sustainable Technologies Industrial Park	Estados Unidos
55	Phillips Eco-Enterprise Center	Estados Unidos
56	Northwest Louisiana Commerce Center	Estados Unidos
57	Devens Planned Community	Estados Unidos
58	Carbazon Resource Recovery Park	Estados Unidos
59	Burnside Eco-Industrial Park	Canadá
60	Bruce Energy Centre	Canadá
61	Altamira -Tampico Tamaulipas	México
Pre-operacionales, bajo construcción o planificados		
62	Red Hills EcoPlex (Pre-operacional)	Estados Unidos
63	Intervale Community Food Enterprise Center (Pre-operacional)	Estados Unidos
64	Gulf Coast By Product Synergy Project (Pre-operacional)	Estados Unidos
65	Stonyfield Londonderry Eco-Industrial Park (Bajo construcción)	Estados Unidos
66	Dallas Ecopark (Bajo construcción)	Estados Unidos
67	Coffee Creek Center (Bajo construcción)	Estados Unidos
68	Springfield (Planificado)	Estados Unidos

69	Renova Eco-Industrial Park (Planificado)	Estados Unidos
70	Menomenee Valley (Planificado)	Estados Unidos
71	Front Royal Warren County (Planificado)	Estados Unidos
72	Computer and Electronics Disposition Eco-Industrial Park	Estados Unidos
73	Buffalo, NY EIP (Planificado)	Estados Unidos
74	Basset Creek Valley (Planificado)	Estados Unidos
75	Alameda County Eco-Industrial Site (Planificado)	Estados Unidos
76	Choctaw Industrial Park (Planificado)	Estados Unidos
77	Alberta Industrial Heartland (Planificado)	Canadá
78	Sault Ste Marie (Planificado)	Canadá
En fase de desarrollo desconocida		
79	Raymond Green Eco-Industrial Park	Estados Unidos
80	Franklin Country Eco-Industrial Park	Estados Unidos
81	Green Institute, The	Estados Unidos
82	Skagit County Environmental Industrial Park	Estados Unidos
83	Trenton Eco-Industrial Complex	Estados Unidos
84	Volunteer Site, The	Estados Unidos
85	Shady Side Eco-Business Park	Estados Unidos
86	Vancouver	Canadá
87	Nanticoke	Canadá
88	Cornwall	Canadá
89	Becancour	Canadá
90	Point Tupper	Canadá
91	Saint John	Canadá

Fuente: Elaboración propia a partir de la actualización de Fernández, 2005

Tabla 3: Parques ecoindustriales en América del Sur

No.	Nombre del parque ecoindustrial	País
Planificados		
92	Parque Industrial Santibáñez (Planificado)	Bolivia
En fase de desarrollo desconocida		
93	Parque industrial ASCOPRO	Colombia

Fuente: Elaboración propia a partir de la actualización de Fernández, 2005

Tabla 4: Parques ecoindustriales en Asia

No	Nombre del parque ecoindustrial	País
Operativos		
94	Fujisawa Eco-industrial Park	Japón
95	Kokubo Eco-industrial Park	Japón
96	Guitang Sugarcane Eco-industrial Park	China
97	Naroda Industrial Estate	India
Polígonos pre- operativos, bajo construcción o planificados		
98	Sapporo City (Proyecto de Eco-ciudad)	Japón
99	Hokkaido Prefecture (Proyecto de Eco-ciudad)	Japón
100	Chiba Prefecture (Proyecto de Eco-ciudad)	Japón
101	Iida City (Proyecto de Eco-ciudad)	Japón
102	Gifu Prefecture (Proyecto de Eco-ciudad)	Japón
103	Omuta City (Proyecto de Eco-ciudad)	Japón
104	Akita Prefecture (Proyecto de Eco-ciudad)	Japón
105	Uguiszawa City (Proyecto de Eco-ciudad)	Japón
106	Kitakyushu City (Proyecto de Eco-ciudad)	Japón
107	Kawasaki City (Proyecto de Eco-ciudad)	Japón
108	Nanghai Eco-industrial Park (Proyecto de polígono sostenible)	China
109	Quzhou Eco-industrial Park (Proyecto de polígono sostenible)	China

110	Zaozhuang Industrial Park (Proyecto de polígono sostenible)	China
111	Dalian Development Zone (Zona piloto para desarrollo)	China
112	Tianjin Development Zone (Zona piloto para desarrollo)	China
113	Yantai Development Zone (Zona piloto para desarrollo)	China
114	The Suzhou New Zone (Zona piloto para desarrollo)	China
115	Guigang (Proyecto de Eco-ciudad)	China
116	Map Ta Phut Industrial Park (Zona piloto para desarrollo de estadeco-	Tailandia
117	Eastern Seaboard (Zona piloto para desarrollo de estado eco-industrial)	Tailandia
118	Amata Nakorn (Zona piloto para desarrollo de estado eco-industrial)	Tailandia
119	Bangpoo (Zona piloto para desarrollo de estado eco-industrial)	Tailandia
120	Northern (Zona piloto para desarrollo de estado eco-industrial)	Tailandia
121	Daedeok Technovalley (Investigación para futuro desarrollo de estado	Corea del Sur
122	Laguna Internacional Industrial Park (Proyecto de red eco-industrial)	Filipinas
123	Light Industry & Science Park (Proyecto de red eco-industrial)	Filipinas
124	Carmelray Industrial Park (Proyecto de red eco-industrial)	Filipinas
125	Philippine National Oil Company Petrochem Industrial Park (Proyecto de	Filipinas
126	Tirupur Textile Sector (Proyecto de red eco-industrial)	India
127	Tamil Nadu Tanneries (Proyecto de red eco-industrial)	India
128	Calcuta Foundries (Proyecto de red eco-industrial)	India
129	Tamil Nadu Paper / Sugar (Proyecto de red eco-industrial)	India
130	Semarang (Proyecto de red eco-industrial)	Indonesia
131	Industri Zona Manis (Proyecto de red eco-industrial)	Indonesia
132	Bugangan Baru	Indonesia
133	LHT Resource Linkage (Proyecto de red eco-industrial)	Malasia
134	Tainan Technology & Industrial Park (Proyecto de red eco-industrial)	China
135	Changhua Coastal Industrial Park (Proyecto de red eco-industrial)	China

Fuente: Elaboración propia a partir de la actualización de Fernández, 2005

Tabla 5: Parques ecoindustriales en África

No.	Nombre del parque ecoindustrial	País
Planificados		
136	ChemCity (Planificado)	Sudáfrica
137	Tsumeb (Planificado)	Namibia
138	Helwan Industrial Site (Planificado)	Egipto
139	Willowale Industrial Zone (Planificado)	Zimbabwe

Fuente: Elaboración propia a partir de la actualización de Fernández, 2005

Tabla 6: Parques ecoindustriales en Oceanía

No.	Nombre del parque ecoindustrial	País
Planificados		
140	Hope Valley-Wattleup (Planificado)	Australia
141	Suva (Planificado)	Islas Fiji
142	Synergy Park at Carole Park (Planificado)	Australia
143	Shenton Sustainability Park (Planificado)	Australia

Fuente: Elaboración propia a partir de la actualización de Fernández, 2005

Anexo 4: Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución, relacionados con la temática.

LINEAMIENTOS DE LA POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PARTIDO Y LA REVOLUCIÓN.

A partir de las actuales condiciones y del escenario internacional previsible, la política económica se dirige a enfrentar los problemas de la economía transitando por dos tipos de soluciones, que requieren congruencia entre sí:

Soluciones a corto plazo, encaminadas a eliminar el déficit de la balanza de pagos, que potencien la generación de ingresos externos y la sustitución de importaciones y, a su vez, den respuesta a los problemas de mayor impacto inmediato en la eficiencia económica, la motivación por el trabajo y la distribución del ingreso, y creen las necesarias condiciones infraestructurales y productivas que permitan el tránsito a una etapa superior del desarrollo.

Soluciones del desarrollo sostenible, a más largo plazo, que conduzcan a una autosuficiencia alimentaria y energética altas, un uso eficiente del potencial humano, una elevada competitividad en las producciones tradicionales, así como el desarrollo de nuevas producciones de bienes y servicios de alto valor agregado.

I MODELO DE GESTIÓN ECONÓMICA

07. Lograr que el sistema empresarial del país esté constituido por empresas eficientes, bien organizadas y eficaces, y serán creadas las nuevas organizaciones superiores de dirección empresarial. Se desarrollará la cooperación entre las empresas para garantizar mayor eficiencia y calidad. Se elaborará la norma jurídica que regule todos estos aspectos.

TERRITORIOS

36. Se normarán las relaciones de las funciones estatales que ejercen las direcciones sectoriales en provincias y municipios con las que desarrollan los Organismos de la Administración Central del Estado, dejando definidos los límites de sus competencias, vínculos, reglamentos de trabajo y las metodologías de actuación que se aplicarán.

37. El desarrollo de proyectos locales, conducidos por los Consejos de Administración Municipales, en especial los referidos a la producción de alimentos, constituye una estrategia de trabajo para el autoabastecimiento municipal, favoreciendo el desarrollo de las mini-industrias y centros de servicios, donde el principio de la autosustentabilidad financiera será el elemento esencial, armónicamente compatibilizado con los objetivos del plan de la Economía Nacional y de los municipios. Los proyectos locales una vez implementados serán gestionados por entidades económicas enclavadas en el municipio.

II POLÍTICAS MACROECONÓMICAS

POLÍTICA FISCAL

61. Mantener la aplicación de estímulos fiscales que promuevan producciones nacionales en sectores claves de la economía, especialmente a los fondos exportables y a los que sustituyen importaciones, así como al desarrollo local y la protección del medio ambiente.

III POLÍTICA ECONÓMICA EXTERNA

103. Promover la creación de Zonas Especiales de Desarrollo que permitan incrementar la exportación, la sustitución efectiva de importaciones, los proyectos de alta tecnología y desarrollo local; y que contribuyan con nuevas fuentes de empleo.

IV POLÍTICA INVERSIONISTA

118. Las inversiones se orientarán prioritariamente hacia la esfera productiva y de los servicios para generar beneficios en el corto plazo, así como hacia aquellas inversiones de infraestructura necesarias para el desarrollo sostenible de la economía del país.

V POLÍTICA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

133. Sostener y desarrollar investigaciones integrales para proteger, conservar y rehabilitar el medio ambiente y adecuar la política ambiental a las nuevas proyecciones del entorno económico y social. Priorizar estudios encaminados al enfrentamiento al cambio climático y, en general, a la sostenibilidad del desarrollo del país. Enfatizar la conservación y uso

racional de recursos naturales como los suelos, el agua, las playas, la atmósfera, los bosques y la biodiversidad, así como el fomento de la educación ambiental.

134. Las entidades económicas en todas las formas de gestión contarán con el marco regulatorio que propicie la introducción sistemática y acelerada de los resultados de la ciencia, la innovación y la tecnología en los procesos productivos y de servicios, teniendo en cuenta las normas de responsabilidad social y medioambiental establecidas.

135. Definir una política tecnológica que contribuya a reorientar el desarrollo industrial, y que comprenda el control de las tecnologías existentes en el país; a fin de promover su modernización sistemática atendiendo a la eficiencia energética, eficacia productiva e impacto ambiental, y que contribuya a elevar la soberanía tecnológica en ramas estratégicas.

139. Definir e impulsar nuevas vías para estimular la creatividad de los colectivos laborales de base y fortalecer su participación en la solución de los problemas tecnológicos de la producción y los servicios y la promoción de formas productivas ambientalmente sostenibles.

VII POLÍTICA AGROINDUSTRIAL

185. Organizar la producción agropecuaria en aquellas actividades generadoras de ingresos externos o que sustituyan importaciones, aplicando un enfoque sistémico o de cadena productiva que comprenda no solo la producción primaria, sino todos los eslabones que se articulan en torno al complejo agroindustrial. Estas cadenas se desarrollarían con los propios recursos del sistema, a partir de los ingresos netos por exportaciones o de los ahorros por sustitución de importaciones. En la organización de la producción del resto de las actividades, deberá predominar, sobre todo, un enfoque territorial, dirigido al autoabastecimiento a ese nivel, con énfasis en la ejecución del programa de la agricultura suburbana, que deberá extenderse a todo el país.

207. Ejecutar la transformación gradual de la agroindustria alimentaria, incluyendo su desarrollo local, en función de lograr un mayor aprovechamiento de las materias primas y la diversificación de la producción.

212. Diversificar las producciones azucareras teniendo en cuenta las exigencias del mercado internacional e interno. Avanzar en la creación, recuperación y explotación acertada de las plantas de derivados y subproductos, priorizando las destinadas a la obtención de alcohol, alimento animal, bioproductos y otros.

VIII POLÍTICA INDUSTRIAL Y ENERGÉTICA

POLÍTICA INDUSTRIAL

218. Prestar atención prioritaria al impacto ambiental asociado al desarrollo industrial existente y proyectado, en particular, en las ramas de la química; la industria del petróleo y la petroquímica; la minería, en especial el níquel; el cemento y otros materiales de construcción; así como en los territorios más afectados; incluyendo el fortalecimiento de los sistemas de control y monitoreo.

235. Promover la intensificación del reciclaje y el aumento del valor agregado de los productos recuperados, priorizando actividades de mayor impacto económico con menos recursos y su recapitalización, según las posibilidades de la economía.

246. Fomentar la cogeneración y trigeneración en todas las actividades con posibilidades. En particular, se elevará la generación de electricidad por la agroindustria azucarera a partir del aprovechamiento del bagazo y residuos agrícolas cañeros y forestales, creándose condiciones para cogenerar en etapa inactiva, tanto en refinación como en destilación.

254. Proyectar el sistema educativo y los medios de difusión masiva en función de profundizar en la calidad e integralidad de la política enfocada al ahorro y al uso eficiente y sostenible de la energía.

IX POLÍTICA PARA EL TURISMO

267. Priorizar el mantenimiento y renovación de la infraestructura turística y de apoyo. Aplicar políticas que garanticen la sostenibilidad de su desarrollo, implementando medidas para disminuir el índice de consumo de agua y de portadores energéticos e incrementar la utilización de fuentes de energía renovable y el reciclaje de los desechos que se generan en la prestación de los servicios turísticos.

Anexo 5: Resumen de los principales acontecimientos Internacionales relacionados con Desarrollo Sostenible (Rey 2005)

- 1972 - Conferencia sobre Medio Humano de las Naciones Unida (Estocolmo)

Primera vez que a nivel mundial se manifiesta la preocupación por la problemática ambiental global y se afirma y reconoce oficialmente el proceso de deterioro medioambiental en un contexto global, asumiendo que “el mundo es un solo”.

<http://www.rolac.unep.mx/docamb/esp/mh1972.htm>

- 1984- Primera reunión de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo

La Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, creada por la Asamblea General de la ONU en 1983, se reúne por primera vez para establecer una “agenda global para el cambio”.

- 1987- Informe Brundtland "Nuestro Futuro Común".

Informe de Naciones Unidas elaborado por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo en el que, por primera vez, se formaliza el concepto de desarrollo sostenible.

- 1992 - Conferencia de la ONU sobre Medio Ambiente y Desarrollo (“Cumbre de la Tierra”, Río de Janeiro).

Se alcanzan acuerdos sobre Agenda 21, el Convenio sobre el Cambio Climático, el Convenio sobre la Diversidad Biológica, la Declaración de Río y la Declaración de Principios Relativos a los Bosques. <http://www.unep.org>

- 2000 - Declaración del Milenio.

189 países suscriben la Declaración del Milenio. Allí se fijan las Metas del Desarrollo del Milenio en base a diversos acuerdos preexistentes logrados por las Naciones Unidas. Se aceptan 8 grandes objetivos a alcanzar para el año 2015 y específicamente la Meta 7

incluye integrar los principios de desarrollo sustentable en las políticas públicas de los países para revertir la pérdida de recursos naturales.

- 2002- Conferencia Mundial sobre Desarrollo Sostenible.

La Cumbre de Johannesburgo reafirmó el desarrollo sostenible como el elemento central de la Agenda Internacional y dio un nuevo ímpetu a la acción global para la lucha contra la pobreza y la protección del medio ambiente. Se movilizan miles de ONGs en el mundo para preparar la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable de Johannesburgo donde se emite una declaración cuyo primer párrafo señala: “Nosotros, los representantes de los pueblos del mundo, reunidos en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sustentable en Johannesburgo (Sudáfrica) del 2 al 4 de septiembre de 2002 reafirmamos nuestro compromiso en pos del desarrollo sustentable.” <http://www.johannesburgsummit.org>, (<http://www.un.org/jsummit/>)

- 2012- Conferencia conocida como Río+20