



Aproximaciones filosóficas y metodológicas para una ingeniería sostenible

Laura Genesio – Lucía Otero¹

1. INTRODUCCIÓN

Recientes aportes surgidos de los estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad subrayan la importancia de reflexionar sobre la relación existente entre la ingeniería y el medioambiente durante la etapa inicial de diseño de productos y procesos tecnológicos. Desde estas miradas, el medioambiente no existe como una esfera separada de las acciones humanas, sus ambiciones y necesidades, sino que, siendo el lugar donde se desarrolla la vida, está intrínsecamente relacionado con el desarrollo social y cultural de los pueblos.

La ya clásica definición de desarrollo sostenible como aquel que permite satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas implica reconocer la existencia de límites relativos al estado de la tecnología, a las formas de organización social y a la capacidad de la biósfera de absorber los efectos de la actividad humana.

¹ Laura Genesio es alumna avanzada de la carrera de Ingeniería Industrial y Lucía Otero de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería de la Universidad Católica Argentina. Ambas realizaron una Beca de Capacitación en el Centro de Estudios sobre Ingeniería y Sociedad durante el transcurso del año 2010 bajo la dirección del Dr. Ing. Héctor Gustavo Giuliano. El presente artículo es el resultado de dicho trabajo.

En este sentido, la ingeniería ha asumido el desafío y se han desarrollado, o se encuentran haciéndolo, nuevas metodologías de diseño que tienen especialmente en consideración los efectos sobre el medioambiente. Sin embargo, si bien se ha comenzado a reconocer su importancia, estos estudios aún no se encuentran suficientemente difundidos dentro de las currículas de las carreras de ingeniería –salvo en especializaciones específicas–, hecho que atenta contra su perfeccionamiento académico y su aplicación en la industria.

En este trabajo se exponen distintas ideas que conforman el escenario actual de la sostenibilidad ampliada. En primer lugar, se realiza una breve investigación sobre las cumbres internacionales que trataron distintas cuestiones relacionadas al desarrollo sustentable, siendo las más importantes las conferencias de Estocolmo en 1972, Río de Janeiro en 1992 (“Cumbre de la Tierra”) y Johannesburgo en el año 2002. Luego se explica cómo se definió el término “desarrollo sustentable” y los juicios posteriores respecto de su ambigüedad. El trabajo continúa con la presentación de dos posturas diferentes frente a la naturaleza. En primer lugar, aquella que defiende el igualitarismo biológico, que se encuentra materializada en la filosofía de la “ecología profunda”. También se enumeran las propuestas de su fundador, Arne Naess, quien creía que la solución a la problemática ambiental surgiría, principalmente, de un cambio de paradigma, tomando como modelo la inteligencia de la naturaleza. Luego se visita la posición opuesta, que considera al hombre por encima de la naturaleza y le encuentran a esta un valor meramente utilitario. Estas ideas se ven plasmadas, por ejemplo, en las propuestas de Braden Allenby, como la “ingeniería y gestión de los sistemas de la Tierra”, donde se plantea que el hombre es quien debe hacerse responsable del manejo tanto de los recursos naturales como de los impactos que pueda tener sobre ellos la actividad del hombre.

De este último enfoque surgen propuestas enroladas en la tendencia conocida como “diseño de la cuna a la tumba“, como “las tres R” por reciclar, reducir y reutilizar, y el “diseño para el medioambiente”, que buscan alcanzar la ecoeficiencia en los procesos industriales. Estos modelos de diseño se proponen disminuir el impacto humano en los sistemas naturales con medidas de corrección al final de la tubería, sin realizar un cambio substancial en la forma de producción.

Finalmente, como alternativa de quienes consideran que estas medidas no son suficientes, se expone el “diseño de la cuna a la cuna”, que sostiene que la solución a la problemática medioambiental no pasa por “ser menos malos”, sino por buscar tener un impacto positivo imitando los procesos naturales.

2. EL DESARROLLO SUSTENTABLE

2.1. Contexto internacional

El medioambiente adquirió importancia internacional en junio de 1972, cuando se celebró en Estocolmo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente Humano. Desde entonces, se desarrollaron cuatro encuentros internacionales relevantes que trataron la cuestión de desarrollo sostenible.²

Se considera la conferencia de Estocolmo como el comienzo de grandes cambios a nivel global en materia de cuidado y legislación ambiental. Acudieron a ella tanto países en vías de desarrollo como desarrollados y fueron tratados varios problemas enigmáticos para ese entonces, como el manejo de los recursos naturales, los recursos no renovables, las emisiones de sustancias tóxicas, entre otros.

La Conferencia de Estocolmo concluyó con la emisión de una declaración de veinticuatro principios. En esta se declara que el hombre tiene el derecho de disfrutar y la obligación de proteger y mejorar el medioambiente, además, los recursos naturales deben preservarse en beneficio de las generaciones presentes y futuras. A pesar de que aclara que los Estados tienen el derecho de aprovechar sus recursos, recuerda que estos tienen, al mismo tiempo, la responsabilidad de velar por que las actividades que realicen no causen daños al medioambiente de otra jurisdicción. Manifiesta, posteriormente, que debe ponerse fin a la descarga de sustancias tóxicas y a la liberación de calor en cantidades o concentraciones tales que el medio no pueda neutralizarlas.

² Esta conferencia reconoce como antecedente los trabajos de la bióloga estadounidense Rachel Louise Carson (1907-1964). Alrededor de los sesenta, Carson comenzó a observar los desastrosos efectos ocasionados en la naturaleza por el uso de pesticidas y productos químicos, en especial el DDT al cual calificaba de “elixir de la muerte”. Alentada por sus inquietudes y observaciones, escribió “Primavera Silenciosa” (Silent Spring) el cual fue publicado en 1962. El libro tuvo una gran influencia, a tal punto que se lo considera como el fundador de las bases del ecologismo moderno. Carson eligió este título para señalar que, de continuar con el uso indiscriminado de químicos, se podría llegar a vivir una primavera sin pájaros, es decir, silenciosa: “Por primera vez en la historia del mundo [...] todo ser humano está ahora en contacto con productos químicos peligrosos, desde el momento de su concepción hasta su muerte. En menos de dos décadas de uso, los plaguicidas sintéticos han sido tan ampliamente distribuidos a través del mundo animado e inanimado, que se encuentran virtualmente por todas partes.”

En la conferencia se determinó que el desarrollo económico y social es indispensable y debe ser acelerado para aquellos países subdesarrollados, además esta cuestión debería ser tomada en cuenta en las políticas ambientales de todos los Estados. Deberían, a su vez, aplicarse políticas demográficas, dado que la densidad poblacional, siendo alta o baja, puede resultar un obstáculo o un importante beneficio para el desarrollo sustentable. Entonces se aclara que los

Estados deberían adoptar un enfoque integrado y coordinado de la planificación de su desarrollo, de modo que quede asegurada la compatibilidad del desarrollo con la necesidad de proteger y mejorar el medioambiente humano [...] Como parte de su contribución al desarrollo económico y social, se debe utilizar la ciencia y la tecnología para descubrir, evitar y combatir los riesgos que amenazan al medio, para solucionar los problemas ambientales y por el bien común (Naciones Unidas, 1972).

Finalmente, agrega que “es indispensable una labor de educación en cuestiones ambientales, inspirada en el sentido de su responsabilidad en cuanto a la protección y mejoramiento del medio” (Ibíd.).

En los años subsiguientes a 1972, las actividades encaminadas a integrar el medioambiente en los planes de desarrollo y en los procesos de adopción de decisiones en los distintos ámbitos nacionales no llegaron muy lejos. Aunque se avanzó considerablemente respecto de cuestiones científicas y técnicas, se continuó soslayando la cuestión del medioambiente en el plano político y se fueron agravando, entre otros, los problemas ambientales.

Cuando las Naciones Unidas establecieron la Comisión Mundial sobre el Medioambiente y el Desarrollo en 1983, era evidente que la protección del medioambiente iba a convertirse en una cuestión de supervivencia para todos. La Comisión presidida por Gro Harlem Brundtland, Primera ministra de Noruega en ese entonces, concluyó en el informe “Nuestro Futuro Común” (1987) que “para satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias”, la protección del medioambiente y el crecimiento económico habrían de abordarse como una sola cuestión, y así se dio origen al concepto de desarrollo sustentable.

Como resultado del informe de Brundtland, la Asamblea General de las Naciones Unidas convocó a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medioambiente y el Desarrollo (CNUMAD). A diferencia de la con-

ferencia de Estocolmo, en esta se adoptó al hombre como el factor más importante en las cuestiones de desarrollo sustentable.

La Conferencia, conocida como “Cumbre para la Tierra”, se celebró en Río de Janeiro en junio de 1992, y allí los gobiernos dieron un paso histórico para asegurar el futuro del planeta al aprobar el Programa 21 (1992).

El Programa es un plan de acción mundial exhaustivo, donde los gobiernos trazaron pautas mediante la aplicación de las cuales el mundo podría abandonar el modelo de crecimiento económico insostenible. El plan consideró como aspectos importantes del desarrollo sostenible a la contaminación de los medios ambientales, la deforestación y la desertificación, la explotación de los mares y el manejo de los desechos sólidos.

Además de la Agenda 21, se reafirmaron principios establecidos en la Conferencia de Estocolmo y se instituyeron otros nuevos. Se estableció que los Estados deberán promulgar leyes eficaces sobre el medioambiente, que tomen en cuenta el contexto ambiental actual y el desarrollo, y consideren la responsabilidad e indemnización de las víctimas de la contaminación u otros daños ambientales. Respecto del derecho a aprovechar los recursos propios, se aclara que los Estados deberán proporcionar la información pertinente, notificar y consultar a los Estados que posiblemente resulten afectados por las actividades que se vayan a realizar, además de emprenderse una evaluación del impacto ambiental. Asimismo, se profundiza la idea de que es necesaria y buena la participación de todos, incluso de los particulares, en el nivel que corresponda, proporcionando acceso efectivo a la información que se requiera.

Se estableció que los Estados deberían alentar la promoción de un sistema económico internacional y abierto, y cooperar en la tarea esencial de erradicar la pobreza. En un importante punto se incita a implementar medidas que tiendan a reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles y se exhorta a aplicar ampliamente el “criterio de precaución”, que estipula que, en el caso de que exista peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica no debe utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas. Y con referencia a la información, se ratifica que el saber científico debe aumentar para poder fortalecer el desarrollo sostenible.

Se reconoce que los Estados tienen responsabilidades comunes pero diferenciadas y se contempla que han contribuido en distinta medida a la degradación del medioambiente mundial. En este aspecto, se considera el

criterio de que el que contamina debe, en principio, cargar con los costos de la contaminación, teniendo debidamente en cuenta el interés público y sin distorsionar el comercio ni las inversiones internacionales. Finalmente, se manifiesta respecto de la guerra, expone que los países que estén en conflicto deben respetar las leyes que protegen el medioambiente mientras aquel dure.

En 1997, en Nueva York, se revisó el avance de las cuestiones propuestas por la Cumbre de Río. Se encontró que en muchos países ya se encontraba legislado el derecho a un ambiente saludable y que casi todas sus constituciones establecían tanto la obligación del Estado de preservar el medioambiente, como el deber de los ciudadanos de protegerlo. A pesar de esto, se encontró que el derecho internacional seguía siendo ambiguo respecto del grado de atención que se debería prestar al cumplimiento de las obligaciones internacionales en materia de medioambiente (Naciones Unidas, 1997). Respecto de las responsabilidades diferenciadas, se reconoció explícitamente que distintos grupos de países pueden beneficiarse de normas diferentes, plazos de cumplimiento diferidos o compromisos menos estrictos, a fin de alentar la participación universal.

En el 2002, diez años después de la Cumbre de la Tierra, se realizó en Johannesburgo la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible. Era de consenso internacional que el avance en el logro del desarrollo sostenible había sido extremadamente decepcionante, ya que la pobreza había aumentado y la degradación del medioambiente había empeorado. Lo que el mundo deseaba, según lo que afirmaba la Asamblea General de las Naciones Unidas, no era un nuevo debate filosófico o político, sino, más bien, una cumbre de acciones y resultados.

Así fue como los resultados de esta cumbre no fueron principios, sino, más bien, un compromiso que se centró en la universalidad de la dignidad humana, reconociendo la necesidad de formular un plan práctico y concreto, dado que la sociedad mundial tiene los medios y los recursos para responder a los retos del desarrollo sostenible, tomando responsabilidad frente a los semejantes, las generaciones futuras y todos los seres vivientes.

Plantearon los grandes problemas a resolver, entre ellos, la erradicación de la pobreza, la modificación de prácticas insostenibles de producción y consumo, y la protección y ordenación de los recursos para el desarrollo social y económico. También se incluyó en las conversaciones la profunda fisura entre el mundo en desarrollo y el desarrollado, y se reconoció que el medioambiente sigue en deterioro, privando de una vida digna a

millones de personas. Se observó que dada esta disparidad mundial, “los pobres del mundo pueden perder la fe en sus representantes y en los sistemas democráticos que nos hemos comprometido a defender, y empezar a pensar que sus representantes no hacen más que promesas vanas” (Naciones Unidas, 2002).

Se asumió la responsabilidad conjunta de fomentar y fortalecer los tres pilares inseparables conformados por la protección del medioambiente, el desarrollo social y el desarrollo económico, se ratificó la adhesión a los Principios de Río y al Programa 21, y se entendió que la diversidad puede ser una fuente de fuerza de unión para lograr los objetivos comunes. Se reafirmó también el papel fundamental de las poblaciones indígenas en el desarrollo.

Conjuntamente, se estableció que las empresas del sector privado deben contribuir a la evolución de comunidades y sociedades equitativas y sostenibles, al tiempo que realizan sus legítimas actividades. Por otra parte, se reconoció que el desarrollo sostenible demanda una visión a largo plazo, comprometiéndose a trabajar dentro de los términos fijados y a evaluar periódicamente los avances hacia las metas planteadas.

Por último, sostuvieron que para lograr los objetivos propuestos se necesita de instituciones internacionales y multilaterales reforzadas y responsables, y se apoyó la función rectora de las Naciones Unidas como la organización más universal y representativa del mundo, identificándola como la más indicada para promover el desarrollo sostenible.

En los últimos años ha habido también numerosas convenciones y protocolos de gran renombre, como el Protocolo de Montreal (1987) para la protección de la capa de ozono y el Protocolo de Kyoto (1997) sobre el cambio climático y sus resultantes conferencias, siendo la más reciente la realizada en Cancún en el 2010.

A su vez, en el año 2000, la Asamblea y Cumbre del Milenio de las Naciones Unidas publicó la “Declaración del Milenio”, donde se reafirmó la fe de los países en la ONU para lograr un mundo más pacífico, prospero y justo. Esta declaración expuso ocho objetivos centrales, siendo el séptimo “Garantizar la sostenibilidad del medioambiente”. Incluyó también sesenta compromisos concretos, en su mayoría encaminados al desarrollo sustentable o a erradicar obstáculos para este, tales como la pobreza y el subdesarrollo. El mismo año las Naciones Unidas lanzaron el “Pacto Global”, en el que se invitó a empresas de todo el mundo a adherir voluntariamente a diez principios en torno a los ejes temáticos de los derechos

humanos, los estándares laborales, el medioambiente y la lucha contra la corrupción. Hoy día dicho emprendimiento tiene más de 8.700 afiliados que buscan alcanzar la legitimación social de las corporaciones y los mercados. Una iniciativa ciudadana igual de notable fue “La Carta de la Tierra” (2000). Esta tiene como centro valores tales como el respeto, la integridad ecológica, los derechos humanos, una economía justa y la paz. La Carta se distingue por haber buscado una participación masiva sin precedentes para su creación, incluyó entre sus voluntarios tanto ciudadanos, como instituciones y gobiernos.

2.2 Críticas actuales al concepto de desarrollo sustentable

Antes del reconocido informe “Nuestro futuro común”, se consideraba generalmente al desarrollo como lo que deberían hacer las naciones pobres para llegar a ser más ricas. Este concepto de estrecho enfoque fue reevaluado por la Comisión de Brundtland, que, como ya se mencionó, definió el desarrollo sustentable como “la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias”.

Esta definición ha sido criticada por considerarse demasiado limitada, en ella el ambiente y el desarrollo no están mencionados. Además, se la reconoce maleable y pronta a diversas interpretaciones, por lo que permite a cada persona ajustarla según su conveniencia e intereses. Por ejemplo, según como se entienda el significado del medioambiente, se concebirá distinto qué es lo que significa su desarrollo; posturas extremadamente diferentes, como aquellas que consideran que la tierra tiene un valor intrínseco y aquellas para las que tiene un valor utilitario, no juzgan su desarrollo de la misma manera.

Así surgen discusiones sobre qué es lo que se debería sostener y lo que se debería desarrollar. En cuanto a qué desarrollar distintas corrientes ubican en un lugar preferencial a las personas, otras a la economía y algunas a la sociedad y en cuanto a lo que hay que sostener están quienes distinguen a la naturaleza o a la comunidad y también quienes se centran en el soporte de la vida. Y aunque se está de acuerdo en que el desarrollo debe estar acoplado con la sostenibilidad no se lo está en los detalles, hay algunos que ponen énfasis en el desarrollo y otros en la sostenibilidad.³

³ Ver Kates *et al*, 2005.

Es notable que en casi ningún lugar se explicita el periodo de tiempo a considerar para alcanzar el desarrollo sostenible. La atención parecería estar generalmente centrada en medidas o proyectos a corto plazo, y se hallan pocas excepciones que como máximo tienen un horizonte temporal en las próximas dos generaciones. Esto refleja la ambigüedad generada por la definición al proponer que el desarrollo sustentable es deseable hoy y en el futuro.

En cuanto a la ciencia y a la tecnología, estas disciplinas se han acercado a la sustentabilidad intentando profundizar el entendimiento de los sistemas socioecológicos y buscando nuevas formas de producir conocimiento relevante, creíble y legítimo. También han surgido programas interdisciplinarios y esfuerzos por dar apoyo científico a las comunidades.

A su vez, la propuesta de desarrollo sustentable ha significado la creación de muchas organizaciones y movimientos que lo promueven y/o tratan de llevarlo a la práctica, desde ONGs hasta grandes empresas multinacionales. De todas maneras y como es de esperarse, el desarrollo sostenible ha cosechado enemigos que atacan desde dos perspectivas: la primera plantea que el desarrollo sustentable no es más que otro intento de las Naciones Unidas de dictar a las personas cómo deben vivir, y por lo tanto es una amenaza a la libertad y al derecho de la propiedad. La segunda mirada sostiene que el desarrollo sustentable es simplemente el desarrollo habitualmente promovido por grandes empresas y negocios que, para mejorar su imagen, hablan sobre justicia social y la protección de la naturaleza, sin un compromiso real.

En la práctica, en lugar de tratar cuestiones de fondo, el desarrollo sustentable suele reducirse a una negociación en la que, a pesar de que todos los involucrados tengan distintos intereses, se hacen concesiones en busca de lograr un acuerdo aceptable en términos económicos, sociales y ambientales.

Se han propuesto numerosas definiciones alternativas a la declarada en el informe, pero el desarrollo sustentable no tiene aún un significado claro, consensuado e inmutable. Algunos dicen que este término es un oxímoron: un absurdo, una contradicción irreconciliable. Sin embargo, su fundamental ambigüedad ha sido vista también como una ventaja debido a lo heterogéneos que son los desafíos ambientales y las sociedades hoy día. La vulnerabilidad de este concepto le permite entonces ser abierto, dinámico y estar en constante evolución, por lo que puede adaptar a las distintas situaciones y contextos que lo requieran.

3. ECOLOGÍA PROFUNDA

En la segunda mitad del siglo XX se han desarrollado dos grandes corrientes de ambientalismo. Una reformista, que busca controlar la contaminación, exige un uso más eficiente de la tierra por parte de las naciones industrializadas e intenta formar reservas naturales, y otra más radical, conocida como ecología profunda,⁴ que, a pesar de estar a favor de las metas trazadas por la reformista, es revolucionaria en cuanto a que busca “una nueva metafísica, epistemología, cosmología y ética ambiental respecto de la relación persona/planeta” (Devall, 2003, p. 471).

Bill Devall⁵ (2003) entiende que estos dos grupos surgen como una reacción frente al paradigma social dominante, imagen mental de la realidad social que orienta las expectativas de la sociedad. Pero mientras el reformista se conforma con cuestionar solo algunos de sus supuestos, la ecología profunda cuestiona sus premisas fundacionales. Devall advierte que la corriente reformista llegará a un límite frente al cual, y ante la creciente seriedad de los problemas ambientales, tendrá que finalmente adherir a la ecología profunda.

El autor entiende que en el paradigma predominante en la sociedad el crecimiento económico es medido fundamentalmente en base al PBI y se entiende que esta medida indica el progreso. Por otra parte, la ciencia se encuentra en función de la tecnología, ya que se cree que esta solucionará los problemas de la humanidad. Bajo este paradigma se considera, que la naturaleza no es más que un depósito de recursos que le pertenecen al hombre y que deben ser desarrollados para satisfacer a la creciente

⁴ Se reconoce como el fundador de la ecología profunda a Arne Dekke Eide Næss (1912-2009), quien fue un armador multimillonario, el más reputado filósofo noruego del siglo XX y el catedrático más joven de los nombrados en la Universidad de Oslo, cargo que ejerció ininterrumpidamente desde 1939 a 1970. Næss reconocía la lectura del libro *Primavera silenciosa* de Carson como la influencia clave en su visión de la ecología profunda. En su pensamiento filosófico influyeron de forma determinante también Baruch Spinoza, Mahatma Gandhi y el budismo. Næss promulgaba además el uso de la acción directa, estaba a favor de la lucha por la preservación del planeta en manifestaciones pacíficas pero si era necesario también infringiendo la ley. En 1958, fundó la revista de filosofía interdisciplinar *Inquiry*. Næss llegó a ser un candidato político menor en el Partido Verde de Noruega. En su calidad de alpinista, dirigió en 1950 la primera expedición de ascensión al Tirich Mir (7708 m) y en 1985, a los setenta y tres años consiguió llegar a la cumbre del Everest.

⁵ Bill Devall fue un activista ambiental, Profesor Emérito en Sociología en la Universidad Estatal de Humboldt en Arcata, California. Su obra más conocida es (escrita junto con George Sessions) el influyente libro *Deep ecology* (1985); también escribió *Simple in means, rich in ends* (1988), *Living richly in an age of limits* (1992) y *Clearcut: the tragedy of industrial logging* (1993).

población con necesidades cada día mayores. El recambio es un fin en sí mismo (obsolescencia planificada), la satisfacción personal y el estándar de vida se miden según la cantidad de cosas que uno posee o está en condiciones de adquirir.

Se encuentran tres propuestas sobre el posible origen del paradigma actual, la primera manifiesta que tiene sus raíces en la tradición judeocristiana, la segunda explica que deriva de la ideología y estructura misma del capitalismo y, por último, algunos responsabilizan al cientificismo.

La ecología profunda defiende principalmente la primera propuesta, inspirándose, entre otros, en el artículo “Las raíces históricas de nuestra crisis ecológica” del historiador Lynn White Jr.,⁶ en el que el autor condena la idea de que el hombre está en guerra con la naturaleza, una posición que considera dominante en la visión judeocristiana. Este movimiento considera que la persona no está por encima ni por fuera de la naturaleza, es parte de ella, debe respetarla y cuidarla. A su vez cuestiona y busca alternativas a la manera de pensar de occidente. Por ejemplo, encuentra una fuente interesante en las tradiciones orientales, a partir de las cuales el filósofo Joseph Needham proporcionó una alternativa al mostrar el avance científico, tecnológico y social de civilizaciones milenarias.

La relación hombre/naturaleza que contemplan los nativos americanos también es distinta e interesante para la ecología profunda, como lo son algunas tradiciones minoritarias en Occidente que proponen que Dios, la naturaleza y el hombre son tres componentes de un todo inseparable. Tal vez el mayor exponente de esta mirada sea el filósofo Spinoza, su planteo de igualdad en la biosfera⁷ y de la ciencia como principalmente contempla-

⁶ Lynn White Jr. (1907-1987) fue un investigador estadounidense que se desempeñó como profesor de Historia Medieval en importantes universidades norteamericanas como Princeton, Stanford y la Universidad de California en Los Ángeles. Además fue presidente del Mills Collage de Oakland durante quince años. El centro de su investigación fue el rol de la inventiva tecnológica en la Edad Media. White creía que estos tiempos fueron un período fundamental y decisivo en el génesis de la supremacía tecnológica occidental y que el “personaje activista” del cristianismo medieval occidental proveyó “los fundamentos psicológicos” para que esta pudiera darse. Ver White, 2004.

⁷ En Ecología, la biósfera o biosfera es el sistema material formado por el conjunto de los seres vivos propios del planeta Tierra, junto con el medio físico que los rodea y que ellos contribuyen a conformar. Este significado de “envoltura viva” de la Tierra es el de uso más extendido, pero también se habla de biosfera a veces para referirse al espacio dentro del cual se desarrolla la vida o, en ocasiones, se hace referencia a la biosfera como el conjunto de la litósfera, hidrósfera y la atmósfera.

tiva ha inspirado a muchos autores de esta corriente. El movimiento también tiene raíces en la disciplina científica de la ecología; a pesar de que ella no propone leyes que expliquen cómo manejar el mundo, ideológicamente hace frente al paradigma dominante actual. Finalmente, esta corriente ecologista abreva de aquellos artistas que poseen claridad y objetividad en la percepción de la naturaleza, para ellos el hombre reafirma el origen común de su espiritualidad con la eternidad de Dios a través del arte.⁸

Numerosos pensadores cuestionan muchos de los principios del paradigma dominante y encuentran la necesidad de que surja uno nuevo. El filósofo Henry Skolimowski expone:

Nos encontramos en un periodo caracterizado por la agitación y el tumulto, donde tenemos que cambiar los límites de la comprensión analítica y empirista del mundo, debemos elaborar un nuevo marco conceptual y filosófico en donde los nuevos problemas sociales, éticos, ecológicos, epistemológicos y ontológicos puedan ser acomodados y fructíferamente tratados⁹ (Ibíd., p. 475).

Gary Zinder y Arne Naess llaman a este nuevo paradigma social “ecosophía”. Por ella se entiende una filosofía guiada por principios que tienen por emergente un mundo ecológicamente armónico.¹⁰ Surgen, de su aplicación a la ecología profunda, los siguientes principios (Naess, 2003, pp. 467-470; Devall, 2003, pp. 476-477):

- (1) Es condición necesaria para la construcción de la nueva filosofía una nueva metafísica cósmica/ecológica que resalte la identidad de los humanos con la naturaleza no humana. El hombre guarda una relación intrínseca con la naturaleza: cada sujeto es definido por tal relación y si esto se modifica, él cambia substancialmente. En la ecología profunda, las ideas más significativas son la integridad de la persona y el planeta, y el principio que Naess llama “igualitarismo biológico”, un valor fundado en la igualdad del derecho a la vida y al desarrollo de todos los organismos de la biosfera.
- (2) Se requiere de un enfoque objetivo hacia la naturaleza. Algunos pensadores de esta corriente describen su orientación filosófica como

⁸ Como la fotografía de Ansel Adams y la pintura de Larry Gray.

⁹ Skolimowski, 1976, “Ecology Movement Re-examined”, *Ecologist*, 6, p. 298; Skolimowski, 1977, “Options for the Ecology Movement”, *Ecologist*, 7, p. 318.

¹⁰ Se sugiere que la ética de Spinoza es útil en este sentido.

“inhumanista”, para trazar un contraste fuerte y chocante con el antropocentrismo subjetivo que entienden que prevalece en la filosofía, arte y cultura occidentales del siglo XX.

- (3) Es necesario que la nueva filosofía integre la metafísica en el campo mental de la sociedad postindustrial. El nuevo paradigma surge de un cambio de percepción psicológica, debe oponerse a la visión dualista, sujeto-objeto y hombre-naturaleza y reemplazarla por una conciencia generalizada de la unión total de la Tierra. La nueva metafísica y psicología conducirán hacia una postura de igualitarismo biológico y liberación, en el sentido de la autonomía y la libertad psicológica y emocional de los individuos.
- (4) La ciencia en el nuevo paradigma será diferente de la estrecha y analítica concepción del método científico utilizado actualmente. Deberá ser, a la vez, objetiva y participativa, basarse en una sabiduría antigua y dejar de lado el dualismo de la ciencia moderna. Se deberá tomar en cuenta la complejidad de los organismos e interacciones en la biosfera y responsabilizarse de que de la actual ignorancia deriva la imposibilidad de predecir los efectos de las perturbaciones causadas. Se requiere entonces un crecimiento exponencial de la técnica e innovación, pero en una nueva dirección.
- (5) Existe una sabiduría en la estabilidad de los procesos naturales que no podrá ser alterada por la intervención humana y de la cual hay que tomar conciencia. Las masivas irrupciones provocadas en los ecosistemas por el hombre serán, para él, nocivos e inmorales.
- (6) La calidad de vida de las personas no será solo medida por la cantidad de productos que estas puedan adquirir. La tecnología será vuelta a su lugar antiguo como una herramienta adecuada para el bienestar del hombre, no como un fin en sí misma.
- (7) Deberá ser determinada para el planeta una cantidad óptima de habitantes, particularmente para cada isla, valle y continente. Es preciso que haya una drástica reducción de la tasa de crecimiento de la población humana a través de programas de control de la natalidad.
- (8) El tratamiento de los síntomas de los conflictos puntuales hombre/naturaleza, como la polución del aire y el agua, podría desviar la atención de los asuntos más importantes y por lo tanto ser contra-

productente para la solución de estos problemas. La economía deberá ser tratada como una subrama de la ecología y asumir un legítimo rol menor en el nuevo paradigma.

- (9) Una nueva antropología filosófica se basará en datos de las sociedades de caza y recolección para establecer principios sociales sanos y ecológicamente viables.
- (10) La diversidad es inherentemente anhelada, por un lado, culturalmente y, por otro, como principio saludable y estable de los ecosistemas. El principio de diversidad debe alentar la variedad de estilos de vida, de culturas, de ocupaciones y de economías, así como también la lucha contra la dominación y la división de clases.
- (11) Se deberá encaminar rápidamente hacia el uso de “energías blandas”, “tecnologías apropiadas” y estilos de vida que se traduzcan en una disminución drástica del consumo *per capita* de energía en las sociedades industriales avanzadas. Por otra parte se debe aumentar el suministro de energías blandas en las ciudades descentralizadas de las naciones tercermundistas.
- (12) La educación deberá tener como objetivo el desarrollo espiritual y personal de cada miembro de la sociedad, y no como trabajadores funcionales para la burocracia oligárquica y consumidores de las sociedades industriales avanzadas.
- (13) El ocio, como la contemplación del arte, el baile, la música y las habilidades físicas, retornará a su lugar como vivificador de la realización personal y el logro cultural.
- (14) Se requiere de una mayor autonomía local y descentralización del poder, en contraposición con la centralización política controlada. En términos de ecología profunda, los modelos de organización de las comunidades en pequeñas escalas son más eficaces. El enfoque global es esencial, pero las diferencias regionales deben ser las que determinen las políticas en el corto plazo.
- (15) En el interín, mientras los cambios económicos y sociales son llevados a cabo, vastas áreas de la biosfera deberán ser declaradas “fuera de los límites” de la explotación industrial y los asentamientos humanos de gran escala y defendidas por grupos organizados únicamente para este fin.

4. INGENIERÍA Y GESTIÓN DE LOS SISTEMAS DE LA TIERRA

Ocupados en la problemática del impacto causado por la actividad humana en los sistemas naturales, Braden Allenby¹¹ y otros autores consideran que se tiene que tomar conciencia de este hecho y aplicar lo que llaman “ingeniería y gestión de los sistemas de la Tierra” (Earth systems engineering and mangement, ESEM).

Entre otras cosas, plantean que “la Tierra se ha vuelto un artefacto humano” (Allenby 2000/2001, p. 11), y se ha llegado a un punto en el que no se puede ya pensar a la naturaleza como algo separado del hombre; efectivamente, ¿qué tan válido es considerar al ser humano y sus productos como no naturales? Contrariamente a lo que suele suponerse, la intervención humana a gran escala sobre los sistemas naturales no es un problema que surgió en los últimos cuarenta años, sino que la actividad del hombre ha tenido injerencia en la naturaleza desde siempre.¹² En la antigüedad los impactos eran menores y locales, la diferencia recae en que hoy se han vuelto progresivamente sistemáticos y globales.

Los partidarios de ESEM proponen que hay tres cuestiones importantes a considerar al pensar estos temas. La primera es la evolución de la relación del ser humano con la naturaleza. En un principio, el hombre era prácticamente exógeno a los sistemas naturales, tenía el papel de protector de la naturaleza, hoy en día se la ha absorbido de manera tal que está al servicio del hombre, en cierta forma lo exógeno se ha vuelto endógeno.

La segunda cuestión versa sobre la subjetividad. Si el concepto de “ingeniería” está limitado al ingeniero individual y a un artefacto particular, es difícil relacionar estas acciones aisladas con los cambios sustanciales en la

¹¹ Braden R. Allenby, 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.

¹² Como ejemplo, puede considerarse la forma en que la producción de cobre en China en el 1000 a. C. afectó los depósitos de hielo en Groenlandia.

biota. Es necesario expandir la definición de ingeniería, diseño y administración. Lo que propone ESEM es aceptar la responsabilidad ética y las implicancias operacionales de la actividad del hombre en su conjunto.

Por último, plantean que estos temas son complejos, dado que los sistemas naturales y humanos lo son. Sin embargo, el nivel de complejidad de los humanos es distinto y mayor que el de los naturales, pues son impredecibles, mucho más flexibles, sujetos a la libertad de los actores que los integran. Por esto mismo, los conflictos ambientales deben ser pensados en un “espacio de fases”,¹³ además, los problemas y sus respectivas soluciones varían según la escala de análisis y, por último, permanece incierto si es que hay una única opción correcta y, en todo caso, cuál es.

La ignorancia en materia del ambiente es amplia en un sentido fundamental, desde la insuficiencia de datos, conocimiento y un marco teórico, hasta la falta de percepción de la complejidad de los distintos sistemas que el hombre ha desarrollado en estos siglos. Es necesario entender los aspectos tecnológicos para poder comprender los aspectos ambientales. Es importante resaltar que los sistemas tecnológicos se deben entender de manera amplia, no incluyen únicamente los artefactos, sino también el contexto social en el que estos se usan, son el medio por el cual el hombre se relaciona con el ambiente.

Con esto en mente, no se debe perder de vista que la tecnología se autoalimenta y sus sistemas se autoorganizan, lo que hace difícil, saliendo de un nivel personal, determinar responsables concretos o la ética imperante. Sin embargo, la tecnología, de alguna manera, define al ser humano y se debe apreciar su potencial como herramienta de posibles soluciones (Allenby 2005, p. 6), pero sin perder de vista nuestro limitado conocimiento sobre la evolución tecnológica, que nos impele, dado que no sabemos qué es lo que no conocemos, a estar más atentos para poder intervenir eficazmente.

Por estos motivos, el contexto de ESEM requiere tomar en cuenta no solo disciplinas científicas, sino también sociales. Los sistemas humanos implicados en el proceso son poderosos y resistentes frente al cambio, y es necesario comprenderlos y respetarlos para que ESEM funcione

¹³ Espacio en el que están representadas todas las variables dinámicas que definen un sistema, por ejemplo, la economía, la tecnología de la información, la política, la sociedad, la religión, entre otras.

inmerso en ellos. Fundamentalmente, se entiende que los sistemas naturales se han “humanizado”, están intrínsecamente alterados por las acciones humanas y no hay estado “natural” al cual volver. Lo que normalmente se llama “restauración” se trata entonces, simplemente de una nueva modificación para ajustarse a otras normas culturales e ideológicas vigentes, por lo que los valores son determinantes. Surge entonces un punto que se entiende como crucial: una vez que se reconoce que los cambios en la naturaleza dependen de decisiones humanas, no se puede escapar a esta responsabilidad.

Se define a ESEM como “el estudio y la práctica de diseñar y manejar sistemas humanos y naturales integrados, de manera tal de proveer la funcionalidad requerida sin dejar de sostener su resiliencia y características deseadas en el tiempo” (Ibíd., p. 17). ESEM tiene también como objetivo minimizar el riesgo y la escala de las perturbaciones no planificadas e indeseadas en los sistemas humanos y naturales interrelacionados.

A pesar de que ESEM es un nuevo campo de estudio y práctica, de que aún se desconocen muchas herramientas, se apoya en prácticas y actividades existentes, como la ecología industrial, el análisis del ciclo de vida, el diseño para el medioambiente, el análisis para el flujo de materiales y la administración adaptativa, entre otros.

Los esfuerzos por mitigar el cambio climático constituyen un ejemplo de aplicación del naciente ESEM, se considera que el proceso de negociaciones es poco alentador dado que se trata a la Tierra como una fábrica y las soluciones propuestas no consideran toda la dimensión del problema. Allenby critica que el discurso ambientalista haya dominado estas negociaciones, cuando considera primordial incluir el discurso tecnológico y temas culturales y éticos fundamentales que tal vez sean la parte más importante en esta discusión. Entonces se plantea otro conflicto: “¿cuáles son los valores que deben dominar?, ¿los de quién?, ¿cómo deben ser evaluados y priorizados? No se debe preguntar cómo frenar el cambio climático, sino más bien, cuál es el clima que queremos” (Ibíd., pp. 16-17). Además, ha notado que el lenguaje y los modelos en los que se suele recaer al tratar sobre cuestiones ambientales están cargados fuertemente de conceptos ideológicos y religiosos, a pesar de ser concebidos normalmente como objetivos, “una buena construcción cultural crea su propia realidad” (Ibíd., p. 103). En este punto se hace un paralelismo con otras ideologías, el diálogo se ve limitado por la visión del mundo que los ambientalistas imponen. Ocasionalmente, se encuentran temas descriptos en términos apocalípticos, donde un claro ejemplo es la frase “salvemos

el planeta”, cuando no es el planeta el que está en peligro, sino una visión particular y culturalmente contingente de un estado deseado. Cabe recalcar que lo que se considera el estado deseado del mundo depende del sujeto que desea; visiones distintas como la tecnocrática y la de la ecología profunda proponen estados adecuados del mundo infinitamente diferentes, el primero busca un mundo en desarrollo caracterizado por un incremento en los sistemas humanos y el segundo, por el contrario, entiende que la tendencia debe ser hacia una presencia y un impacto humano cada vez menor.

Quienes apoyan la ideología detrás de ESEM proponen que la construcción cultural más exitosa es, tal vez, la de “sustentabilidad”, ya que este término no es neutral, sino que implica una redistribución de la riqueza y, por lo tanto, coerción. Además, este término fue creado con el propósito de acercar los discursos económicos y ambientales. Sin embargo, inventar un término para unir dos discursos no implica que en el mundo real sean efectivamente compatibles.

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. Los defensores de ESEM admiten que este es un período de experimentación, en el que se cometerán errores y se aprenderá de ellos, y esto ayudará a crear “ciudadanos útiles” (Ibíd., p. 107) en un mundo crecientemente multicultural y sobretodo crecientemente humano.

Todo esto lleva al planteo acerca de cuál es el mundo que se quiere diseñar (Allenby 2000/2001, p. 18). Si el hombre afecta todos los sistemas naturales y todos sus ciclos, es su responsabilidad diseñarlos a conciencia. Entonces, para llegar al estado deseado elegido, es necesario apoyarse en mecanismos gubernamentales descentralizados, culturas dispares, complejas y siempre cambiantes, alianzas técnicas, económicas y sociales.

En el afán de dar respuesta a estas cuestiones, el ESEM trata de abordar la complejidad de estos temas e identifica, basándose en la experiencia, tres categorías con distintos principios de intervención, cuya instrumentación “será el próximo gran desafío de nuestra especie” (Allenby, 2005, p. 16).

La primera es la teoría. Los fundamentos teóricos de ESEM deben tener en cuenta los distintos alcances y niveles de los sistemas involucrados y los grados de ignorancia. Para esto propone cinco recomendaciones:

- (1) Intervenir solo cuando sea necesario. Ante un sistema que no se conoce en detalle hay que tener una actitud de humildad y prudencia. Una mínima intervención puede reducir los riesgos de respuestas inesperadas.
- (2) Es importante un enfoque que considere no solo cuestiones técnicas, sino también distintos aspectos éticos, religiosos, políticos, económicos, entre otros.
- (3) Muchos conflictos pueden evitarse aceptando las diferencias existentes entre la sociología y la ingeniería. Hay que entender sus distintos puntos de vista del mundo y reconocer que ambas son necesarias e irremplazables una por la otra.
- (4) El ESEM debe enfocarse en las características y dinámicas de los sistemas como sistemas y no tanto en los componentes de estos. Además debe replantearse los principios de la ingeniería tradicional.
- (5) Las iniciativas del ESEM deben reflejar un mundo real de interrelaciones y vínculos a través del tiempo. Se debe tener en cuenta todos los aspectos y dinámicas de los sistemas, y evadir los enfoques idealistas que simplifican los distintos aspectos reduciéndolos a cuestiones más sencillas.

Los sistemas de gobierno han evolucionado hacia modelos que se caracterizan por la compleja intervención de firmas privadas, ONGs, comunidades, estados nacionales y otros grupos interesados. Según Allenby, la evolución hará que surjan mecanismos para que este sistema de actores funcione balanceando costos y beneficios, y ponga el bien de la mayoría como prioridad, función principal de un gobierno. Estos cambios, combinados con la complejidad de los sistemas humanos y naturales, dan lugar a una segunda categoría: el gobierno:

- (1) El ESEM plantea importantes iniciativas científicas, técnicas, económicas, políticas, éticas, teológicas y culturales en un marco de creciente globalización, donde el único modelo de gobierno viable es aquel que sea democrático, transparente y responsable. Además,

para lograr una mayor aceptación social, es necesario que todas las etapas se caractericen por un diálogo inclusivo entre todos los interesados.

- (2) Los modelos de gobierno deben aceptar en sus discursos los altos niveles de incertidumbre y desarrollar un diálogo más amplio con los sistemas pertinentes. Por lo tanto, las estructuras de gobierno deben dar una gran importancia a la flexibilidad, tener la capacidad de evolucionar en respuesta a los cambios en los sistemas y reconocer a la política como parte de su estructura.
- (3) Debe existir un aprendizaje continuo a nivel personal e institucional como parte del proceso. Este proceso de aprendizaje será desordenado y multidisciplinario, pero es de suma importancia en los proyectos de ESEM, ya que implicará una gran interacción entre las partes.
- (4) Es necesario disponer de los recursos necesarios, que deben ser gestionados adecuadamente para soportar las investigaciones y desarrollos científicos y tecnológicos que sean necesarios, y así garantizar que las respuestas de los sistemas comprometidos sean las adecuadas.
- (5) Los grandes cambios tecnológicos deben ser evaluados antes, no después, de las políticas de aplicación y las iniciativas para fomentar estos cambios.

Por último se proponen principios de intervención para el diseño y la ingeniería:

- (1) La evaluación de los proyectos tecnológicos en su dimensión real es necesaria para estimar el comportamiento del sistema en todas sus propiedades emergentes y discontinuidades.
- (2) Se debe conocer desde el principio los objetivos y restricciones del proyecto y es necesario establecer medidas cuantitativas mediante las cuales el progreso pueda ser identificado. Además, predecir potenciales problemas y respuestas, e identificar indicadores que permitan detectar cambios en la probabilidad de su ocurrencia.
- (3) Siempre que sea posible, los cambios deben ser graduales y reversibles, en lugar de fundamentales e irreversibles, y se debe evitar implementar diseños no probados o sistemas que cambian sus características con el tiempo.

- (4) Los sistemas de ingeniería deben ser resistentes a la degradación, anticiparse a los problemas. En consecuencia, los sistemas inherentemente seguros deben ser preferibles a los sistemas que buscan minimizar los riesgos. Un sistema inherentemente seguro, cuando falla, lo hace en un camino no catastrófico; en cambio, un sistema que minimiza riesgos está diseñado para reducir el riesgo de una falla catastrófica, pero todavía hay una probabilidad finita de que tal error pueda ocurrir.

5. DISEÑO DE LA CUNA A LA TUMBA

Durante años se ha considerado que las medidas correctivas al final de la tubería¹⁴ serían suficientes para reducir el impacto ambiental de los procesos tecnológicos. Sin embargo, actualmente, se encuentra que estas medidas no son suficientes. Según los autores Sonnemann, Castells y Schumacher (2004), la industria no debe desempeñarse únicamente como una de las principales fuentes de impacto ambiental, sino también como uno de los principales actores en la propuesta de nuevas soluciones. Ellos consideran que para alcanzar un desarrollo sustentable es necesario desempeñar una buena gestión ambiental basada en dos prácticas cardinales: la eco-eficiencia y la prevención de la contaminación. En la filosofía de la cuna a la tumba para el desarrollo sustentable, se busca reducir el impacto de un producto desde su concepción hasta que se convierte en residuo. Para lograrlo, estos principios actúan como pilares de conceptos y metodologías tales como el diseño para el medioambiente (DFE), la ecología industrial (IE) y la filosofía del ciclo de vida (LCT).

El Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (World Business Council for Sustainable Development, WBCSD), una coalición de doscientas compañías de más de treinta y cinco países, definió la eco-eficiencia como una “filosofía administrativa” que se encarga de entregar productos y servicios que satisfagan las necesidades humanas y aporten calidad de vida, a un precio competitivo, mientras que progresivamente reduzcan el impacto ambiental y el consumo de recursos durante todo el ciclo de vida, al menos hasta un nivel que la Tierra sea capaz de asimilar. Esto denota que ella tiene claramente un sentido empresarial. Para alcanzarla es necesario reducir el consumo de materiales y energía, la disper-

¹⁴ Las medidas correctivas al final de la tubería se refieren a instalaciones técnicas para el control de emisiones, que operan independientemente de los procesos de producción o son claramente agregadas al final de estos.

sión de los residuos tóxicos, mejorar la capacidad de reciclado y extender la vida útil de los materiales y productos, maximizar el uso sostenible de los recursos renovables y aumentar la calidad de los servicios brindados. El WBCSD propone distintos enfoques de eco-eficiencia que pueden agruparse en tres categorías sucesivamente más amplias: procesos más limpios, productos más limpios y utilización sostenible de recursos. La norma ISO 14045 regularizó esta práctica.

La prevención de la contaminación consiste en evitar la producción de contaminantes en el punto final del sistema productivo. El principio de prevención surgió antes que el concepto de desarrollo sustentable, en 1990 se promulgó la Ley de Prevención de la Contaminación de Estados Unidos que estableció una escala en gestión de residuos, usualmente tomada como referencia. Ella propone primero prevenir o reducir la contaminación y los residuos en su origen cuando sea posible; de no serlo, reducirlos o reciclarlos; si esto tampoco es viable, se debe llevar a cabo un tratamiento seguro que reduzca la carga contaminante. La disposición u otro tipo de emisión o descarga en el ambiente debe ser el último recurso y de ser necesario debe ser llevado a cabo de manera segura.

En la actualidad no se aprovecha todo el potencial que tiene la prevención de la contaminación, existe una tendencia mayor a perfeccionar los procesos actuales en vez de reestructurar su tecnología y diseño, a centrarse en medidas unidimensionales más que en adoptar un enfoque global del rendimiento medioambiental; además, se suele aplicar la prevención a casos particulares en lugar de integrarla a la estrategia empresarial de una compañía. Los esfuerzos actuales son solo el principio en el camino al desarrollo sostenible.

Si la prevención de la contaminación se incluye en la fase de diseño el impacto sobre la eco-eficiencia puede ser mucho mayor. Este es el propósito del diseño para el medioambiente.

El ecodiseño o diseño para el medioambiente (DFE) fue propuesto en 1992 por la Asociación Americana de Electrónica bajo la dirección de Brad Allenby, impulsados por la creciente tendencia de los consumidores a buscar productos amigables con el ambiente. Este grupo de trabajo de diseño define el DFE como “una consideración sistemática de la función del diseño con respecto a objetivos medioambientales, de salud y seguridad a lo largo del ciclo de vida completo del producto y del proceso” (Fiksel, 1997, p. 3). Este concepto permite abarcar los potenciales problemas ambientales de un producto en la etapa de su diseño. Un bajo impacto ambiental pasa a ser parte de sus requerimientos, Fiksel explica

que el fin de este tipo de diseño es tener un menor impacto en el ambiente global sin sacrificar las propiedades del producto.

Para que el DFE se integre eficazmente al proceso de desarrollo de un producto tienen que existir tres elementos: variables de medición y métodos de análisis de la eco-eficiencia para medir el rendimiento ambiental y prácticas de diseño eco-eficientes. Se encuentra en desarrollo la normalización para lograr incorporar esta práctica y se verá plasmado en la norma ISO 14006.

Una metodología con implementaciones tan exitosas como beneficiosas es la ecología industrial, que tiene sus bases en la concepción de “simbiosis industrial”. Esta consiste en el intercambio de materiales entre varios sistemas de producción, de manera que el residuo de uno es la materia prima para otro. Asimismo, considerando que la dinámica y principios de los ecosistemas ofrecen una importante fuente de orientación en el diseño y gestión de los sistemas industriales, se concibe la ecología industrial como “un área de conocimiento que busca que los sistemas industriales tengan un comportamiento similar al de los ecosistemas naturales, transformando el modelo lineal de los sistemas productivos en un modelo cíclico” (Cervantes Torre-Martín *et al*, 2009, p. 65), con el propósito de minimizar la generación de residuos y los impactos negativos en el medioambiente. El objetivo es formar una red de trabajo donde distintos sistemas industriales cooperen mutuamente, lo cual, para los defensores de esta metodología, traerá grandes beneficios económicos y podrá garantizar el desarrollo sustentable a cualquier nivel.

Otra propuesta de gran adhesión es la filosofía del ciclo de vida, la que abarca los temas ambientales con una visión holística, evalúa el sistema completo de un producto o servicio con el fin de reducir su impacto ambiental total. Se analiza cada proceso individual, desde la explotación de los recursos naturales hasta que el producto se recicla, reutiliza o dispone como residuo. Además, se estudian los límites del reciclaje y se propone la responsabilidad extendida del productor, es decir, que quien manufactura un producto es responsable por el ciclo de vida de ese producto y, sobre todo, de la última etapa de recuperación, reciclaje y disposición final.

La evaluación del ciclo de vida (LCA, Life-Cycle Assessment) es una herramienta para evaluar el desempeño ambiental de un producto, se identifica y cuantifica la extracción y el consumo de recursos y los residuos sólidos o efluentes devueltos al ambiente para entonces analizar el potencial impacto que esto tiene o tendría en el medio. Su primer antecedente puede remon-

tarse a la publicación de los estudios de H. Smith sobre el consumo de energía en distintas etapas del proceso de producción de químicos en 1963. En 1972 se realizaron estudios, como el del Club de Roma,¹⁵ que dieron por resultado un pronóstico negativo sobre el rápido consumo de los combustibles fósiles y el cambio climático que esto provocaría. Se encendió una alarma que alentó ensayos más detallados, centrados en el manejo de recursos y nuevas formas alternativas de obtener energía.

El precursor formal de LCA fue el “análisis de recursos y perfil ambiental” (Resource and Environmental Profile Analysis, REPA). Estos análisis comenzaron a realizarse entre 1960 y 1970, en un principio por iniciativa privada y conducidos por el Midwest Research Institute (MRI) y luego por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA).¹⁶ Estos estudios se centraban en la demanda de materia prima, el consumo de energía y el flujo de desechos. En esta época aparecieron también los análisis de energía neta, que sentaron precedentes para los LCA especializados en combustibles y sistemas energéticos.

En 1979 se fundó la SETAC (Society for Environment Toxicology and Chemistry), una sociedad de profesionales con representantes industriales, públicos y científicos. Uno de sus fines es el desarrollo de los métodos y criterios para LCA. En 1984 la EMPA, un laboratorio gubernamental suizo condujo sus investigaciones añadiendo la consideración del impacto en la salud que tienen los procesos, se evaluaba los productos en base a su potencial impacto ambiental, y esta información era pública, lo que colaboró con la conciencia ambiental de la población. El incremento en estudios de este tipo y organizaciones dedicadas a ellos generó el ambiente perfecto para que LCA se estandarizara.

En 1991 la SETAC publicó “A technical framework for life-cycle assessment”, en donde ya incluía los componentes actuales de LCA. En 1997, tomando este trabajo como mayor referente, la Organización Inter-

¹⁵ El Club de Roma es una organización independiente sin fines de lucro formada por importantes científicos, economistas, políticos, jefes de estado e incluso asociaciones internacionales. Se ocupa de lo que entiende que son las causas primeras de los desafíos y las crisis que el mundo enfrenta hoy y trabajando en una amplia gama de temas globales íntimamente conectados, como lo son la sustentabilidad ambiental, el crecimiento económico, el consumo de los recursos, la paz, la seguridad y la demografía.

¹⁶ La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos realiza investigaciones, provee información y educación, y, sobre todo, desarrolla e implementa regulaciones respecto de las leyes ambientales, de manera de cumplir con su misión de proteger la salud humana y el medioambiente. Estas regulaciones son tomadas como parámetro en el resto del mundo.

nacional para la Estandarización (ISO) estandarizó esta metodología con la familia de normas ISO 14040.

Los usos más comunes de LCA son como herramienta para comparar alternativas, identificar puntos de mejora en desempeño ambiental y establecer el estado de interacción entre un producto o una actividad y el medioambiente.

La evaluación del ciclo de vida provee una perspectiva global de los problemas ambientales y contribuye a una mayor comprensión de las consecuencias que tienen las acciones humanas en el medio. Los expertos que defienden este método aseguran que un cambio hacia sistemas de producción y consumo sustentables es necesario y urgente, y esta tarea debe ser abordada con una filosofía de ciclo de vida.

Finalmente, la propuesta de la cuna a la tumba sugiere que para aprovechar mejor la LCA y las otras metodologías afines, es provechosa la idea del desarrollo integral de productos. Esta resulta un interesante giro a las formas convencionales de producción, es “un proceso en el que todos los grupos funcionales involucrados en el ciclo de vida del producto participan como un equipo en la temprana comprensión y resolución de los aspectos clave del producto” (Fiksel, 1997, p. 66). Este proceso busca llevar el tradicional enfoque de una ingeniería secuencial a una ingeniería concurrente o simultánea, donde las distintas disciplinas trabajan en forma paralela y coordinada.

6. DISEÑO DE LA CUNA A LA CUNA

Para William McDonough¹⁷ y Michael Braungart,¹⁸ es evidente que la cosmovisión occidental no respeta la naturaleza, todo lo contrario, busca

¹⁷ William McDonough es un arquitecto norteamericano, fundador y director de William McDonough + Partners Architecture and Community Design. Desde 1994 a 1999 fue decano de la escuela de arquitectura de la Universidad de Virginia. En 1999 la revista *Time* le concedió el título de “Héroe del Planeta”, porque “su utopismo está basado en la filosofía unificada que está cambiando el diseño del mundo de manera demostrable y práctica”. En 1996 recibió el Premio Presidencial de Desarrollo Sostenible, máximo galardón de Estados Unidos en materia de medioambiente. Perteneció al Consejo Asesor de la Fundación medioambiental del príncipe Carlos de Inglaterra.

¹⁸ Michael Braungart es un químico alemán, fundador de la Agencia para el Fomento de la Protección al Medioambiente (EPEA) y fue director de la sección de química de Greenpeace. Desde 1984 ha estado ofreciendo conferencias en empresas e instituciones y ha sido profesor en diversas universidades. Ha recibido numerosos honores y premios, como

someterla. La infraestructura industrial intenta funcionar con sus propias reglas, generalmente opuestas a las de la naturaleza. Es así como, en la corta historia de la industria humana, esta ha conseguido “el declive de todos los ecosistemas del planeta en mayor o menor grado. La naturaleza no tiene un problema de diseño, lo tenemos nosotros” (McDonough *et al*, 2005, p. 14). Por lo tanto, como el hombre vive en el planeta Tierra, debe aceptar que no tiene sentido utilizar su inteligencia para vivir en otro planeta menos hospitalario;¹⁹ más bien, debería utilizarla para repensar cómo habitar en su hogar.

La pasada Revolución Industrial no fue planificada, sino que fue surgiendo a medida que se intentaban resolver problemas de una forma rápida y práctica, se buscaba sacar el mayor provecho al menor costo, con el mínimo esfuerzo y de la forma más eficiente posible. Esta revolución fue provocada por el deseo ilimitado de la adquisición de capital y quienes la llevaban a cabo buscaban hacer llegar la mayor cantidad de productos a la mayor cantidad de personas. En ese momento, los recursos naturales parecían ilimitados y se creía que la naturaleza tenía la capacidad de regenerarse eternamente, absorber todo impacto y seguir creciendo. Hoy en día, se sabe que esto no es así y que la economía industrial “se ha convertido en la primera fuerza geológica, biológica y química del planeta Tierra” (Ibíd., p. XV) e irónicamente, este sistema no ha sido diseñado por nadie, y además, nadie lo controla. Es un sistema que entierra materiales valiosos que nunca podrán ser recuperados y requiere de complejas normativas legales, “no para mantener intactos a los sistemas naturales y las personas, sino para que no se envenenen demasiado rápido” (Ibíd., p. 16).

Los autores encuentran que el mercado está dominado por lo que ellos llaman “productos más”, son aquellos productos o servicios que contienen sustancias tóxicas, que los clientes, al comprarlos, no las solicitaron. Según los autores, de la mayoría de las sustancias químicas y técnicas que se producen y utilizan actualmente en la industria, muy pocas están estudiadas. Sin embargo, la solución a esta problemática no sería la utilización

el máximo galardón otorgado en 1999 de parte de la Asociación Alemana para la Gestión Ambiental (BAUM), por sus destacados logros científicos, y el Premio Desafío Presidencial de Química Verde entregado en el 2003 por la Asociación de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) por el producto “Eco-WörxTM”, entre otros.

¹⁹ Los autores en este punto hacen referencia a la conocida idea de que, en caso de no ser posible seguir habitando en el planeta Tierra, una alternativa podría ser colonizar otros planetas.

de materiales de origen natural exclusivamente, ya que “los materiales naturales para cubrir las necesidades de la población actual no existen, ni pueden existir” (Ibíd., p. 38). A su vez, denominan “productos toscos” aquellos que no fueron diseñados con base en la salud humana y la salud ecológica, además de que no son ni elegantes ni inteligentes.

Por otro lado, se encuentra que la mayoría de los productos son diseñados para ser obsoletos en un corto período de tiempo y luego ser desechados. Además, se busca que sean del tipo “talla única”, capaces de ser utilizados en cualquier circunstancia y momento, y para lograr este objetivo son diseñados para ser consumidos en el peor caso posible, desperdiciando así materiales y energía, y aumentando innecesariamente la contaminación en los que serían escenarios menos conflictivos. Son diseños universales, poco variados, homogéneos y efímeros, y tienden a aplastar todo tipo de diversidad.

Para el PBI, la medida del progreso es el nivel de la actividad económica, una “formula simplista”, que no tiene en cuenta el empobrecimiento cultural, la pérdida de recursos, los impactos ecológicos y los efectos a largo plazo, como los problemas sociales y la disminución de la calidad de vida. Un criterio único en un contexto amplio es lo que se puede llamar un “ismo”, una posición extrema que no incluye lo diverso del sistema en el que está inmerso y crea inestabilidad. Por eso mismo, es deseable y provechoso que exista una amplia variedad de opiniones provenientes de los distintos sectores para obtener una lectura más acertada de la realidad y un resultado más beneficioso, por ejemplo, a la hora de diseñar un producto. Cuando se diseñan productos pobres o actuamos de forma irresponsable en cuanto a lo ya mencionado, esta corriente explica que se contribuye a aumentar la tiranía sobre las futuras generaciones. Entonces la mentalidad actual ¿es una estrategia para la tragedia o para el cambio?

La solución propuesta por muchos al inquietante problema de que lo que se creía ilimitado tiene límites fue la de reducir, evitar, minimizar, sostener, limitar y detener. Así fue como surgió la eco-eficiencia, una estrategia desarrollada por los industriales, más por su imagen y beneficio económico que por su preocupación por el impacto sobre el medioambiente. El problema encontrado por los autores es que esta no propone cambios significativos, sino que sigue con la idea de hacer más con menos.

Una tendencia cada vez más popular es la de las tres “R” –reducir, reutilizar y reciclar–, que puede traer en parte beneficios económicos, además de aliviar la conciencia de los atemorizados consumidores. Sin embar-

go, esto no es tan beneficioso como se cree. El problema que presentan muchos productos al querer ser reciclados es que no fueron diseñados para ello, por lo que resulta, en realidad, que de su “reciclado” se obtiene un “infraciclado”: la materia prima en el proceso de reciclado pierde su calidad inicial. Además, puede resultar aún más dañina al medioambiente y más costoso, ya que se pretende forzar al material a entrar en más ciclos de vida que aquellos para los que fue diseñado, consumiendo más energía y recursos que si se fabricara uno nuevo. Por otro lado, la reducción no acaba con el agotamiento y la destrucción, al mismo tiempo que la mayor parte de los productos son diseñados para ser desechados tras su uso, no para ser reutilizados con un fin distinto, al menos no inocuamente.

A esta tendencia se le podría agregar una cuarta “R”, las regulaciones. Braungart y McDonough explican que las regulaciones no son más que una muestra de los errores que tiene el diseño, son como una “licencia para dañar”, y por lo tanto un buen diseño es aquel que no necesita de ellas. Existen normativas ISO para la gestión ambiental que pueden ayudar a cumplir con las regulaciones y si bien imponen a las empresas certificadas la investigación sobre intereses medioambientales, buscando que estas piensen más allá de las regulaciones respecto de estos temas, se encuentra que financian a la ciencia de manera que quede más orientada al desarrollo de nuevos productos que a desarrollar estrategias de cambio.

El único éxito de estos esfuerzos es postergar el destino habitual de los desechos, no es más que “ralentizar” lo que es inevitable si seguimos con estos tipos de procesos. Esta ralentización puede traer consecuencias aún más peligrosas que si se diera un cambio brusco porque los ecosistemas reaccionan violentamente contra estos, mientras que se pueden adaptar progresivamente a pequeños cambios.

Estas estrategias de buscar ser “menos malos” siguen teniendo un problema de diseño, ya que únicamente tienen como objetivo el uso más eficiente de los recursos, que los materiales sean fáciles de conseguir, que el producto esté bien visto y que entre en el presupuesto. Para los autores, la eficiencia puede ser una herramienta muy útil pero no tiene valor propio sino que depende del valor del sistema mayor en el que está inmerso. Como conclusión, la ralentización y la eficiencia por sí mismas no constituyen una estrategia saludable a largo plazo, más bien son una aceptable y necesaria estrategia de transición.

McDonough y sus colaboradores entienden que el diseño es una señal de intención, el diseño de la cuna a la cuna busca ser ingenioso, localmen-

te relevante, culturalmente rico y a base de materiales sencillos. Con lo cual para los autores la solución a la problemática actual sería la eliminación del concepto de desperdicio. Resaltan que en la naturaleza no existe lo que los humanos conocen como basura. Por el contrario, ella actúa según un sistema compuesto de metabolismos que le permiten nutrirse a sí misma, y a su vez, con los restos nutrir al medio que la rodea. De este modo, se quiere explicar que los desechos de un sistema son el alimento de otro sistema próximo.

Hasta hace pocos años, en términos de la Tierra, todo tipo de crecimiento era bueno, las poblaciones crecían y nacían nuevas especies, y en su paso contribuían al desarrollo de todo el sistema. En la misma línea, en la cultura preindustrial la mayoría de los productos eran biodegradables, con excepción de los metales, que como su valor era muy alto, eran fundidos y reutilizados.

Luego llegó la revolución industrial, donde los mercados se vieron inundados de productos baratos y, más adelante, se creó el plástico. Entonces fue cuando el modo de consumo cambió considerablemente, las industrias se concentraron en producir mayores cantidades en lugar de crear una infraestructura para la recolección y los productos empezaron a ser diseñados para ser usados y luego desechados, o para ser obsoletos en un determinado tiempo. Es corriente que cuando un producto se rompe resulta más accesible cambiarlo por uno nuevo en lugar de buscar la forma de repararlo.

Las formas de producción a las que se arribaron han alterado el equilibrio natural de los materiales y muchos ya no pueden ser devueltos inocuamente a la Tierra. La mayoría de los productos actuales son una especie de “híbridos monstruosos”, una mezcla de materiales técnicos y biológicos, los cuales tras la fusión no pueden ser vueltos a su estado original, no al menos de forma saludable. Eliminar el concepto de desperdicio significa diseñar las cosas desde su origen, pensando en que no existe el residuo, “los valiosos nutrientes contenidos en materiales conforman y determinan el diseño, la forma sigue a la evolución, no solo a la función” (Ibíd. p. 98). Los autores distinguen entre lo que es la materia biológica o “nutrientes biológicos”, aquellos que pueden ser absorbidos de forma inocua por la biosfera, es decir que son biodegradables, y los materiales técnicos o “nutrientes técnicos”, los cuales son útiles para la “tecnosfera” o procesos de producción industrial. Los productos deberían ser diseñados de manera que, cumplida su función, puedan ser devueltos a los ciclos biológicos como nutrientes biológicos, o a los ciclos técnicos como

nutrientes técnicos, y en los cuales deberían permanecer indefinidamente sin mezclarse entre ellos, para evitar que se contaminen uno a otro.

Diseñar los productos de la cuna a la cuna es diseñar los productos de forma que puedan ser desensamblados íntegramente una vez finalizada su vida útil. Una alternativa serían los productos de servicio, donde los clientes adquieren un producto como servicio prestado por los fabricantes por un determinado periodo de tiempo y cuando lo desean cambiar, los proveedores serían los encargados de recogerlo, desensamblarlo y cuidar de los valiosos nutrientes técnicos. Además con esta forma de pensar las personas podrían consumir sin sentimientos de culpa y en conjunto con las industrias contribuir a mantener intacto el metabolismo técnico. Por eso mismo es que la obsolescencia planificada no tiene una valoración necesariamente negativa, sino que al igual que la eficiencia depende de los valores mayores del sistema donde está inmersa, ya que el cliente podría renovar su producto de servicio cuando el que tiene ya esté pasado de moda.

Estas formas de producción traerían varios beneficios, como la disminución del uso de sustancias peligrosas o su completa erradicación, el ahorro de significativas cantidades de materiales, energía y dinero, entre otros. Es notorio que todos los procesos tienen efectos secundarios, pero los autores no proponen eliminarlos, sino que buscan que estos, en vez de ser nocivos e involuntarios, sean deliberados y beneficiosos, tal como ocurre en la naturaleza.

Estas nuevas ideas dejan de centrarse en la eco-eficiencia para poner su atención en la eco-efectividad, que se basa en trabajar sobre productos, servicios y sistemas “correctos”, en vez de intentar que los “incorrectos” sean menos malos. McDonough y Braungart se inspiran en la biosfera terrestre como modelo de diseño sostenible. Remarcan cómo “la sociedad moderna se ha centrado en demostrar qué sabemos hacer mejor que la naturaleza” (Ibíd., p. XVII), y frente a esto insisten en la importancia de respetar las reglas de la naturaleza.

Desde ese punto de vista, ahora sí, tiene sentido utilizar la eficiencia como una herramienta para hacer las cosas aún mejor. Esta tendencia de diseño no busca soluciones radicales, lo extremo de la propuesta es el cambio de perspectiva. De esta iniciativa puede surgir tanto una innovación en un sentido completamente diferente a lo que se está acostumbrado o simplemente algo que sirva para optimizar el sistema actual. A diferencia de los usuales sistemas humanos, una mayor cantidad de sistemas efectivos

es deseable. No se busca reducir la industria, el consumo y los sistemas humanos, por el contrario, diseñarlos para que crezcan y tengan un gran impacto, positivo, sobre el resto de mundo. Lo aquí llamado correcto sería entonces aquello que lleve a un crecimiento sano, que implique más salud, mejor alimentación, mayor diversidad y mayor abundancia, entre otras cosas.

De esta manera, los objetivos de esta nueva propuesta de diseño serían, por ejemplo, construcciones que produzcan mayor cantidad de energía de la que consumen, agua potable como efluente industrial, medios de transporte que además de distribuir productos y servicios mejoren la calidad de vida de los usuarios, productos que tras su uso se reincorporen como nutrientes biológicos a la tierra y la cadena alimenticia o a los ciclos industriales como nutriente técnico de alta calidad para nuevos productos, recuperando materiales valiosos, en cuanto a lo ecológico y lo económico. La finalidad de esta forma de diseño está lejos de las limitaciones, como la contaminación y los desechos, el objetivo es un mundo de abundancia.²⁰

Lo sugerido por los autores es que se debería respetar más la diversidad, ya que se observa que “una ola de uniformización recorre el mundo de costa a costa, arrasando también con los detalles culturales” (Ibíd., p. 114). Paradójicamente, la creencia popular indica que sobrevivirá el más poderoso, aquel capaz de derrotar a todos los demás, pero en la naturaleza no es así, el que sobrevive es aquel capaz de posicionarse mejor, aquel que entiende mejor su hábitat y con el cual sabe relacionarse. Por eso sostienen que se debería volver a entablar una relación más estrecha con la naturaleza, aprender de ella y copiar mecanismos, que junto con algunas tecnologías antiguas, permitan crear unas nuevas basadas en diseños sanos e inteligentes. Asimismo, la diversidad es deseada por todos, respetarla permite conservar costumbres locales, enriquecer la calidad de vida, contribuir a un mayor placer y disfrute de las personas, y en los choques entre culturas ampliar visiones e inspirarlas para cambios creativos.

Cuando se considera que la sostenibilidad es local, se está contribuyendo a respetar y apreciar la diversidad. Cultivar y sostener los modelos

²⁰ En su libro *De la cuna a la cuna* los autores ponen como ejemplo a una fabrica textil, a la cual ellos mismos asesoraron y sin utilizar químicos nocivos para la salud y el medioambiente y aplicando una serie de procedimientos que se exponen al final de este ítem, lograron obtener un producto de calidad que resultaba inocuo y se biodegradaba con el paso del tiempo. El resultado final fue aún mejor de lo esperado, ya que el agua que se producía como efluente era más limpia que la que entraba al proceso.

locales, permitirá una salida creativa y efectiva a la problemática actual. Diseñar desde esta perspectiva implicaría no solo pensar en cómo se hace un producto, sino también en cómo debe ser utilizado y por quién. Además la sostenibilidad local no implicaría únicamente tener en cuenta los materiales y costumbres, sino que se favorecería también al desarrollo de empresas locales no centralizadas, con sistemas energéticos que aporten mejores fuentes de energía renovable, industrias que basen sus diseños en los principios de la naturaleza que las rodean, y en las preferencias y tradiciones locales.

Al mismo tiempo, respetar la diversidad implica ampliar la información en la que se basan los diseños para abarcar el contexto más extenso que rodea el producto, preguntando tanto qué fue lo que funcionó hasta hoy así como también qué es lo que funcionará. Entonces, para preguntar a futuro es necesario clarificar que no significa planear a diez años sino tal vez a cien o más, significa planear para enriquecer a las generaciones futuras y no someterlas a una tiranía intergeneracional con nuestras formas actuales de producción. Parecería apropiado plantear entonces “¿Qué tipo de mundo queremos, y cómo podemos diseñar cosas acordes con esa visión?” (Ibíd., p. 138). Para evaluar estos diseños, los autores proponen la ayuda de un fractal, para así pensar los problemas en el contexto más amplio, tomando en cuenta las consideraciones de equidad, economía y ecología (Ibíd., p. 143).

Rediseñar nuestra concepción de diseño y producción en este sentido nos llevaría entonces a una re-evolución industrial. Se seguirá empleando tecnología, pero las máquinas serán ingeniosas e inspiradas por los mecanismos naturales y no utilizarán productos químicos agresivos. Por más de que una nueva tecnología es necesaria, no es suficiente para generar por sí misma una revolución, lo importante es cambiar el contexto en el que funcionan, y para esto hay que dejar atrás la idea de un hombre necesariamente destructivo para la naturaleza y comprometernos a ser sus socios. Ser socios conlleva dejar de considerar la naturaleza como un depósito que existe meramente en función de los objetivos humanos, para “progresar hasta convertirnos en herramientas de la naturaleza que también sirvan para dichos objetivos” (Ibíd., p. 149).

Si bien el camino hacia la eco-efectividad es largo, McDonough y Braungart proponen cinco pasos para comenzar a transitarlo. El primero consiste en dejar atrás aquellas sustancias claramente reconocidas como dañinas y bioacumulativas y buscar elegir positivamente los componentes de un producto y la manera de combinarlos. El segundo paso es documentar

las sustancias que se vayan aprobando como “buenas” y guiarse con ellas, debido a que la información es limitada y de otro modo puede paralizarnos, el objetivo es entonces tratar de “ser buenos” hasta que se demuestre lo contrario. Para ello se debería, “preferir la inteligencia ecológica”, es decir, intentar elegir sustancias que minimicen los riesgos para la salud humana y de los ecosistemas, “preferir el respeto”, no solo por el medio ambiente sino también por todas las personas involucradas en mayor o menor medida con el producto y “preferir el deleite, la celebración y la satisfacción” antes que la culpa o la negligencia. El próximo paso es la realización de una lista “pasivo positivo”, que incluya materiales y sustancias que potencialmente puedan ser liberadas durante la fabricación o el uso del producto. Es posible en este punto definir tres categorías para clasificar dichos materiales, y elaborar una lista con cada tipo. La “lista X” incluye todas aquellas sustancias demostradamente tóxicas y tendrán máxima prioridad de erradicación, en la “lista gris” se encuentran las sustancias problemáticas pero no urgentes y de las cuales no existen sustitutos viables aún, estas sustancias deberían permanecer dentro de los ciclos industriales como nutriente técnico, de manera de que su manipulación sea más segura, y finalmente la “lista P”, la lista positiva, en la que se enumeren “sustancias definidas como activamente saludables y seguras para su uso” tomando como parámetros su toxicidad y biodegradabilidad, entre otras cosas. El objetivo del diseño es utilizar la mayor cantidad de ingredientes de la lista P, y llevar esto a la práctica constituye el cuarto paso. El último consiste en lo que los autores llaman “reinventar”, abrir la mente a nuevas posibilidades tomando en cuenta la dirección de evolución de la cultura y las necesidades del cliente, para satisfacerlos con productos y servicios distintos, atractivos y saludables.

Finalmente los autores proponen cinco principios sobre los cuales pueden actuar las empresas hoy para emprender desde la economía actual la transición hacia la eco-efectividad. En primer lugar el “dejar clara la intención” positiva de la empresa, no solo con un cambio superficial de materiales en uso, sino también en una transformación de los valores que rigen la compañía. Luego, a través del mismo proceso productivo, dedicar esfuerzos a “restaurar” el daño causado por esta industrialización. Por otra parte, se debe “estar preparados para innovar más” antes de seguir intentando perfeccionar algo ya demostrado erróneo. A su vez, considerando los límites que representan el tiempo, la información y el capital disponible, se observa claramente la enorme dificultad que representan estos cambios, lo que hace imperativo estar abiertos para “comprender y prepararse para la curva de aprendizaje”. En último lugar se pide “ejercer la responsabilidad intergeneracional” como una profunda

comprensión de que ni las futuras generaciones ni la naturaleza deben remediar nuestros errores, nosotros debemos evitarlos y esforzarnos por dejar a nuestra partida un mundo de abundancia, y “nos va a costar todo, y nos va a llevar todo el tiempo, para siempre. Pero de eso se trata”. (Ibíd., p. 178).

7. A MODO DE CIERRE

A lo largo del trabajo se ha desarrollado un recorrido analítico y descriptivo de diferentes lecturas que se han considerado de utilidad para acercarse desde la ingeniería al estudio del desarrollo sostenible. Se partió de una contextualización histórica del concepto de sustentabilidad y se presentaron algunas de sus críticas. Luego se examinó la posición del movimiento de la ecología profunda como punto de referencia sobre el cual confrontarán necesariamente otras perspectivas no tan radicales. Dentro de estas otras variantes, se analizaron tres aproximaciones filosóficas y metodológicas de actualidad: la ingeniería y gestión de los sistemas de la Tierra, el diseño de la cuna a la tumba y el diseño de la cuna a la cuna.

Con la intención de brindar un estado de situación, no se ha realizado valoración alguna sobre estas miradas. Sin embargo, es de notar que el diseño sustentable se encuentra frente a una controversia a la hora de decidir cuáles son las tecnologías que funcionan y qué significa, tanto ecológica, económica como socialmente, que funcionen. Para resolver este debate, por un lado, están aquellas corrientes que proponen una tendencia de intervención mayormente tecnocrática, en la que los expertos juegan el papel central. En el otro extremo están las propuestas que promueven una democracia fuerte en el diseño, abren la discusión a los legos y comienzan a disolver la línea que separa lo que es técnico de lo que no lo es (Howard, 2004).

Por otra parte, pensar la intervención humana en el mundo reclama de algún anclaje antropológico que permita tomar posición entre posturas antagónicas como el igualitarismo biológico y el antropocentrismo. Como señala críticamente Lynn White Jr., la actual crisis ecológica puede pensarse como una consecuencia indeseada de una cultura que reconoce sus raíces en la tradición judeocristiana. El triunfo sobre el animismo pagano hizo posible explotar la naturaleza con indiferencia hacia los sentimientos de los objetos naturales (White Jr., 2004). Sin embargo, en este último sentido, San Francisco de Asís se rebeló de una manera muy original frente a esta relación del hombre con la naturaleza, promoviendo el valor de

todas las criaturas de la Creación y la necesidad de la autolimitación de las acciones humanas como parte de la “buena vida”.²¹ Una concepción que está ya presente en el Génesis, en el mismo relato originario: “Y acabó Dios en el día séptimo la obra que hizo; y reposó” (Gn 2,2).

8. REFERENCIAS

- Allenby, B. (2005): *Reconstructing Earth*, Washington, Island Press.
- Allenby, B. (2000/2001): “Earth Systems Engineering and Management”, *IEEE Technology and Society Magazine*, pp.10-24.
- Cervantes Torres Martín, G., R. Sosa Granados, G. Rodrigues Herrera y F., Robles Martínez (2009): “Ecología industrial y desarrollo sustentable”, *Ingeniería*, Revista Académica de la FI-UADY, 13, (1), pp. 63-70.
- Devall, B. (2003): “The Deep Ecology Movement”, en Scharff, R. y Val Dusek, *Philosophy of technology: The technological condition*, Londres, Wiley-Blackwell, pp. 471-479.
- Fiksel, J. (1997): *Ingeniería de diseño medioambiental*. Madrid, McGraw-Hill/ Interamericana de España.
- Howard, J. (2004): “Toward Participatory Ecological Design of Technological Systems”, *Design Issues*, 20, (3), pp. 40-53.
- Kates, R.; T. Parris y A. Leiserowitz (2005): “What is sustainable development?”, *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 47, (3), pp. 8-21.
- McDonough, W. y M. Braungart (2005): *Cradle to cradle (De la cuna a la cuna)*, Madrid, McGraw-Hill/Interamericana de España.
- Naciones Unidas (1972): Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medioambiente Humano, <<http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/descargas/onu01.pdf>>, consultada el 27/08/2010.
- Naciones Unidas (1987): Nuestro futuro común, <<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>>, consultada el 10/09/2010.

²¹ En el año 1979, el papa Juan Pablo II proclamó a San Francisco de Asís como Patrono de los cultivadores de la ecología. En la bula respectiva se aduce que: “Entre los santos y los hombres ilustres que han tenido un singular culto por la naturaleza, como magnífico don hecho por Dios a la humanidad, se incluye justamente a San Francisco de Asís. Él, en efecto, tuvo en gran aprecio todas las obras del Creador y, con inspiración casi sobrenatural, compuso aquel bellísimo ‘Cántico de las Criaturas’, a través de las cuales, especialmente del hermano sol, la hermana luna y las estrellas, rindió al omnipotente y buen Señor la debida alabanza, gloria, honor y toda bendición”.

- Naciones Unidas (1992): Declaración de la Cumbre para la Tierra, <http://www.un.org/esa/dsd/agenda21_spanish/res_riodecl.shtml>, consultada el 26/08/2010.
- Naciones Unidas (1992): Programa 21, <http://www.un.org/esa/dsd/agenda21_spanish/>, consultada el 26/08/2010.
- Naciones Unidas (1997): Declaración de Río sobre el Medioambiente y el Desarrollo, <<http://www.cinu.org.mx/eventos/conferencias/johannesburgo/documentos/declaracio.pdf>>, consultado el 26/08/2010.
- Naciones Unidas (2000): Declaración del Milenio, <<http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/ares552.html>>, consultada el 10/09/2010.
- Naciones Unidas (2000): Carta de la Tierra, <<http://www.earthcharterin-action.org/content/>>, consultada el 10/09/2010.
- Naciones Unidas (2002): Declaración de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible, <<http://daccess-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N02/636/96/PDF/N0263696.pdf?OpenElement>>, consultada el 26/08/2010.
- Naess, A. (2003): “The Shallow and the Deep, Long-Range Ecology Movement”, en Scharff, R. y Val Dusek, *Philosophy of technology: The technological condition*, Londres, Wiley-Blackwell, pp.467-470.
- Sonnemann, G., F. Castells y M. Schuhmacher (2004): *Integrated life-cycle and risk assessment for industrial process*, Londres, Nueva York y Washington, Lewis Publishers.
- White Jr., L. (2004): “Las raíces históricas de nuestra crisis ecológica”, en Mitcham, C. y R. Mackey, *Filosofía y tecnología*, Madrid, Encuentro, pp. 357-370.

