

Management / Medio Ambiente

...er, reutilizar, reciclar.”

...nos urgen los medioambientalistas: a hacer más con menos, para minimizar los  
Pero como apuntan el arquitecto William McDonough y el químico Michael Braungart,  
...libro provocativo y visionario, esta aproximación lo que hace es perpetuar el modelo  
de la manufactura, “de la cuna a la tumba”, que se remonta a la Revolución Industrial,  
...genera tan fantástica cantidad de residuos y de contaminación. ¿Por qué no enfrentarse  
...encia de que la industria humana debe ser nociva para el mundo natural?. De hecho,  
...¿no tomar a la propia naturaleza como modelo para hacer las cosas? Un árbol  
...ce miles de frutos para crear otro árbol, y su abundancia no la consideramos  
...dicio, sino que la vemos hermosa, saludable y altamente efectiva.

# Cradle to cradle

(De la cuna a la cuna)

...ura = alimento”  
...de este principio, McDonough y Braungart explican cómo se pueden diseñar  
...etos para que, desde su concepción, puedan ser materia prima de algo nuevo una  
...nalizada su vida útil. Pueden concebirse como “nutrientes biológicos” que volverán  
...nte al agua o a la tierra sin dejar en ellas materiales sintéticos o tóxicos. O pueden  
...én ser “nutrientes técnicos”, que continuamente circularán como materiales puros  
...ps en ciclos cerrados industriales, en lugar de ser “reciclados” en materiales de  
...alidad y uso secundario. A partir de su experiencia en el (re)diseño de cualquier cosa,  
...moquetas a edificios para universidades, McDonough y Braungart presentan de  
...excitante y viable la forma de poner en práctica la eco-efectividad, y muestran cómo  
...iera que esté involucrado en la fabricación de algo puede, igualmente, hacer.

[www.mcgraw-hill.es](http://www.mcgraw-hill.es)



The McGraw-Hill Companies

ISBN: 84-481

Braungart / McDonough

Cradle to cradle

(De la cuna a la cuna)

658.5752  
M12

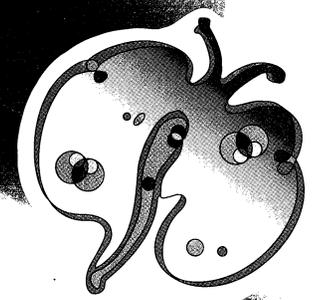


# Cradle to cradle

(De la cuna a la cuna)

Rediseñando la forma en que hacemos las cosas

Michael Braungart / William McDonough



Corporación Suna Hisca



538.5752/r

REDISEÑANDO LA FORMA  
EN QUE HACEMOS LAS COSAS

# CRADLE TO CRADLE

(DE LA CUNA A LA CUNA)

William McDonough  
Michael Braungart

con la colaboración de  
Fundación Tierra



MADRID • BUENOS AIRES • CARACAS • GUATEMALA • LISBOA • MÉXICO  
NUEVA YORK • PANAMÁ • SAN JUAN • SANTAFÉ DE BOGOTÁ • SANTIAGO • SÃO PAULO  
AUCKLAND • HAMBURGO • LONDRES • MILÁN • MONTREAL • NUEVA DELHI  
PARÍS • SAN FRANCISCO • SIDNEY • SINGAPUR • ST. LOUIS • TOKIO • TORONTO

UNIVERSIDAD JAVERIANA  
BIBLIOTECA GENERAL

UNIVERSIDAD JAVERIANA

La información contenida en este libro procede de una obra original entregada por el autor. No obstante, McGraw-Hill no garantiza la exactitud o perfección de la información publicada. Tampoco asume ningún tipo de garantía sobre los contenidos y las opiniones vertidas en dichos textos.

Este trabajo se publica con el reconocimiento expreso de que se está proporcionando una información, pero no tratando de prestar ningún tipo de servicio profesional o técnico. Los procedimientos y la información que se presentan en este libro tienen sólo la intención de servir como guía general.

McGraw-Hill ha solicitado los permisos oportunos para la realización y el desarrollo de esta obra.

**CRADLE TO CLADLE (DE LA CUNA A LA CUNA).  
REDISEÑANDO LA FORMA EN QUE HACEMOS LAS COSAS**

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

 **McGraw-Hill / Interamericana  
de España S. A. U.**

DERECHOS RESERVADOS © 2005, respecto a la primera edición en español, por  
McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. A. U.  
Edificio Valreality, 1ª planta  
Basauri, 17  
28023 Aravaca (Madrid)

<http://www.mcgraw-hill.es>  
[profesional@mcgraw-hill.com](mailto:profesional@mcgraw-hill.com)

Traducido de la primera edición en inglés de  
**Cradle to cradle: Remaking the way we make things**  
ISBN: 0-86547-587-3

Copyright de la primera edición en lengua inglesa © 2003 por North Point Press

ISBN: 84-481-4295-0  
Depósito legal: M-274-2005

Editor: Antonio García Brage  
Traductor: Gregorio Pérez Van Kappel  
Diseño de cubierta: Luis Sanz Cantero  
Compuesto en: GAAP Editorial, S. L.  
Impreso en: Mateu Cromo S.A., Pinto (MADRID)

A nuestras familias,  
y a las crías de todas las especies,  
por siempre

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
BIBLIOTECA GENERAL  
ADQUISICIONES

COMPRA  CANJE  DONACION

FECHA: 2009. OCTUBRE 23

PROCEDENCIA: Dist. ABG Libros

SOLICITADO POR: Diseño

SBJ a 788940 MB

El mundo no puede evolucionar más allá de su actual situación de crisis  
utilizando el mismo pensamiento que creó esta situación.

ALBERT EINSTEIN

Echa un vistazo al Sol.

Mira la Luna y las estrellas.

Admira la belleza de los brotes de la tierra.

Luego, piensa.

HILDEGARD VON BINGEN

Lo que ustedes llaman sus recursos naturales, nosotros lo llamamos  
nuestros amigos.

OREN LYONS, chamán de los Onondaga

# Contenido

Agradecimientos .....	xi
Prólogo a la edición española .....	xiii
Introducción .....	1
Este libro no es un árbol	
Capítulo 1 .....	15
Cuestión de diseño	
Capítulo 2 .....	41
Por qué lo menos malo no es bueno	
Capítulo 3 .....	63
Eco-efectividad	
Capítulo 4 .....	87
Basura = Alimento	
Capítulo 5 .....	113
Respetemos la diversidad	
Capítulo 6 .....	151
La eco-efectividad en la práctica	
Notas .....	179

# Agradecimientos

No podemos mostrar aquí nuestro agradecimiento a toda la gente que ha contribuido a las ideas expuestas en estas páginas, y que nos alientan y se comprometen a nuestro lado, tanto en la discusión como en el trabajo en el mundo –acabaríamos con una lista interminable, y sabemos que se nos olvidarían algunos nombres. Así que: os estamos muy agradecidos a todos vosotros.

Nos gustaría mencionar en particular a las personas que han contribuido a este libro, a las que han trabajado en él, y a las que se vieron involucradas en su creación. Estamos especialmente agradecidos a Lisa Williams, por su esfuerzo editorial a lo largo de todo este proyecto. También queríamos agradecer a otros cuya visión y creatividad han contribuido de varias maneras a dar a este libro su forma definitiva: Janine James; Charlie Melcher; nuestro agente, Melanie Jackson; nuestro editor, Becky Saletan, de North Point Press –que ha instigado un nuevo paradigma para la confección de libros– y Anne Johnson, por su valiosa labor de documentación.

Queremos especialmente dar las gracias y el reconocimiento a nuestras familias. Así que, esto va por vosotros, Michelle, Drew y Ava, de parte de Bill, y para Monika, Jonas, Nora y Stella, de parte de Michael. Agradecemos los muchos regalos que nos habéis hecho.

# Prólogo a la edición española

A finales del otoño de 2003, William McDonough se encontraba ante una audiencia en Bilbao, España, presentando su visión de un mundo compuesto por productos intrínsecamente saludables y seguros. En su argumentación, McDonough citó a Thomas Jefferson, héroe de la revolución americana y posteriormente presidente de Estados Unidos, como ejemplo de gran diseñador. Arquitecto, inventor, y autor –visionario– de la Declaración de Independencia, Jefferson comprendió el valor de un buen diseño, tanto en lo referente a su condado rural de Monticello como a la nación a cuyo nacimiento contribuyó. Si McDonough cita a Jefferson en sus conferencias y en sus escritos, no es por casualidad. Es un espíritu sutil y un revolucionario, a la vez, sobre las huellas modernas de Jefferson. McDonough y su socio y co-autor Michael Braungart son los líderes de lo que se ha dado en llamar "la Próxima Revolución Industrial". Juntos, han lanzado una campaña para cambiar la forma en que hacemos y usamos las cosas.

La Próxima Revolución Industrial pretende nada menos que corregir los errores de diseño de la Revolución Industrial del siglo XIX. La primera revolución industrial, que comenzó hace más de un siglo, creó el mundo tecnológico moderno en el que vivimos. Pero en cuanto a su productividad y su prosperidad, la eco-

nomía industrial moderna está plagada de errores y fallos de funcionamiento que no se previeron hace 100 años. La economía industrial ha sido también motor de cambios sociales, algunos para bien, otros para mal. No hay duda de que la industrialización ha creado mucha riqueza y mejorado el bienestar material de mucha gente. Este es uno de los grandes legados de la revolución industrial. Pero también ha habido un lado social negativo. La economía industrial tiende a concentrar riqueza en manos de unos pocos, lo cual conduce a la desigualdad social.

En Estados Unidos, el país presuntamente más industrializado del mundo, el 1 por 100 de la población controla más riqueza que el 95 por 100 de la franja inferior. A escala global, la pauta se repite, y la riqueza (y, por concomitancia, el poder) se concentran en unos pocos países ricos. Esto no es forzosamente la consecuencia de una explotación intencionada, aunque haya sido frecuente en la historia de la humanidad. Más bien, se ve extraordinariamente afectada por el proceso autoreforzante de la acumulación de capital inherente al crecimiento económico industrial. Por su propia naturaleza, en la economía industrial el rico se hace más rico y el pobre más pobre.

Desde un punto de vista puramente estético, es difícil defender que los complejos manufactureros creados por la economía industrial sean elegantes o visualmente atractivos. En sus primeras encarnaciones, fueron descritas por Charles Dickens como "oscuros molinos satánicos". Aunque los artistas impresionistas y post-impresionistas hayan utilizado las nubes de humo y los motivos industriales, se ha percibido, preferentemente, en la fábrica industrial su valor instrumental, y no el estético. El complejo industrial moderno ha sido mejorado por el paisajismo y el control de la contaminación, pero rara vez se usa para describirlo la palabra "agradable". De hecho, a los complejos industriales se los denomina habitualmente "campos marrones" (*brown fields*), por contraposición a los ecológicos y atractivos "campos verdes". El surgimiento de estos campos marrones, biológicamente estériles, es otro fracaso del diseño industrial.

Desde el punto de vista medioambiental, la economía industrial produce anualmente toneladas de productos químicos tóxicos. La humanidad ha introducido más de 70.000 de esas sustancias tóxicas en su entorno, y de muchas de ellas sabemos muy poco. Nuestros métodos de manufactura, intensivos en energía, dependen de combustibles fósiles, y requieren la extracción y la apropiación de ecosistemas enteros y de depósitos geológicos. La producción y la utilización de los bienes industriales producen enormes cantidades de residuos que se acumulan en vertederos, lagos, océanos, y la atmósfera. El impacto de estas prácticas en el planeta incluye la mayor tasa jamás alcanzada de extinción de especies, y el cambio climático de la Tierra. En resumen: la economía industrial se ha convertido en la primera fuerza geológica, biológica y química del planeta Tierra.

McDonough y Braungart se preguntan, con razón, "¿quién diseñaría, conscientemente, un sistema con tan fatales aspectos?". Curiosamente, la respuesta es que "nadie lo haría". En la realidad, ni un solo ingeniero o arquitecto se sentó a diseñar nuestra actual economía industrial. Surgió, como resultado de una serie de decisiones, unas pequeñas e intrascendentes, otras definitivas, que nos han conducido hasta donde ahora estamos. Y así, nos encontramos con un sistema diseñado por nadie, y al que, además, nadie controla. Sólo hemos descubierto parcialmente los problemas medioambientales y de otros tipos creados por la última revolución industrial. Pese a lo cual, nuestra reacción ha consistido en seguir como lo estábamos haciendo y en "chapucear" los errores y fallos a medida que los vamos descubriendo. La aproximación dominante a la hora de encarar estos fallos ha consistido en el uso de métodos "de final de tubo", soluciones que se aplican a los residuos o las basuras, como si éstos fueran efectos colaterales de la producción industrial. De hecho, más del 80 por 100 de los gastos en tecnología medioambiental se ha destinado a soluciones "de final de tubo".

Utilizamos soluciones de tipo "de final de tubo" para reducir al mínimo las interrupciones del sistema. Pero estamos descubriendo

que las iniciativas que simplemente pretenden mejorar lo que estamos haciendo actualmente tienen resultados limitados. De hecho, podría resultar imposible que fuera ecológicamente sostenible lo que estamos haciendo actualmente. McDonough y Braungart señalan que si se empieza con un diseño ecológicamente dañado de raíz, a menudo no podrá ser reparado mediante pequeños cambios. Persistir en el intento de salvar aproximación inherentemente incorrecta es pernicioso, y arruina nuestros esfuerzos por dedicarlos a proyectos condenados al fracaso. Frente a esto, McDonough y Braungart argumentan que debemos volver al tablero de diseño y rediseñar los problemas medioambientales cuando todavía estén en la mesa de dibujo. Aunque es cierto que toda actividad económica tiene que tener algún impacto en el planeta, hay diseños claramente diferentes en sus fundamentos, que mejoran dramáticamente el rendimiento medioambiental de nuestra economía. El punto focal de la Próxima Revolución Industrial será la creación y la implementación de esos diseños.

Para su inspiración, McDonough y Braungart no miran más allá de la biosfera terrestre como modelo de diseño sostenible. Su llamamiento a que respetemos las reglas de la naturaleza es a la vez simple y extremadamente desafiante; este libro presenta los primeros esfuerzos de McDonough y Braungart en el progreso de los sistemas de producción actuales. Aunque sus objetivos son ambiciosos, los resultados obtenidos trabajando con sus socios corporativos demuestran que esta revolución no es una remota utopía. Ya está en marcha, liderada por visionarios, como los autores, y por compañías punteras como Ford Motor Company, Nike y SC Johnson, entre otras. La finalidad de dichos esfuerzos es claro y simple: en la elegante expresión del autor, la revolución promete un mundo movido por energías renovables, completado con productos intrínsecamente saludables y seguros, que son distribuidos de forma económica, ecológica, equitativa y estética.

La insistencia de Braungart y McDonough en volverse hacia la naturaleza en busca de guía representa una ruptura con el pasado ciertamente dramática. Desde la Ilustración y la revolución cientí-

fica, los humanos nos hemos centrado en lo que podemos hacer mejor que la naturaleza. La ciencia y la tecnología eran percibidas como herramientas que permitían aislarnos de los saltos de humor de la madre Naturaleza. Hoy en día, hemos alcanzado una independencia de los elementos de la naturaleza que nuestros ancestros únicamente podrían imaginar, y desear, cuando se enfrentaban a fríos inviernos o sequías. En lugar de volverse hacia la naturaleza en busca de inspiración, la sociedad moderna se ha concentrado en demostrar qué sabemos hacer mejor que la naturaleza. "Una vida mejor a través de la química" es más que el lema de un anuncio, es la base de una visión moderna de los humanos y de su papel en el planeta. Pero nuestra búsqueda de la independencia de las fuerzas naturales ha tenido un alto precio, y además estamos empezando a ver que era ilusoria. Nos encontramos, hoy, dependientes de un sistema industrial que, según acabamos de descubrir, no es sostenible en el futuro. El llamamiento a respetar las leyes de la naturaleza es claramente un imperativo ecológico. Lo que también señalan al respecto McDonough y Braungart es que se trata también de una oportunidad histórica.

Los sistemas naturales son el resultado de eones de aprendizaje, y representan una inteligencia mucho más allá de nuestra limitada capacidad de comprensión. Si podemos dejar de lado nuestras anteojeas y aprendemos a imitar a la naturaleza podríamos heredar valiosos conocimientos. Este es uno de los mensajes principales de McDonough y Braungart. "Seguir las leyes de la naturaleza" sustituiría a "una vida mejor a través de la química" como principio primero de diseño de nuestra civilización. De hecho, la naturaleza ya ha solucionado muchos de los problemas de sostenibilidad a los que hoy nos enfrentamos.

El lanzamiento de la edición en lengua española de *Cradle to cradle* marca la entrada de estos conceptos en el mundo hispanohablante. Es un paso importante, pues para que triunfe la Próxima Revolución Industrial es necesario que se abracen globalmente los principios y la filosofía. Dentro de ese proceso, el Instituto de Empresa ha establecido el Centro de Gestión Eco-Inteligente, una

unidad de investigación dedicada a explorar el caso de negocio y las técnicas necesarias para implementar a escala internacional una gestión eco-inteligente. Esto en cuanto a los respetados inversores que están participando en aproximaciones empresariales Cradle-to-Cradle. Uno de ellos es Warren Buffet, conocido en Estados Unidos como "El Oráculo de Omaha" por su permanente habilidad para detectar inversiones en negocios rentables. En el otoño de 2000, el fondo de inversiones de Buffet Berkshire Hathaway adquirió Shaw Carpet, una compañía que acababa de terminar el rediseño completo de sus productos siguiendo los preceptos Cradle-to-Cradle. La nueva línea de Shaw, bautizada *Colección de alfombras. Un paseo en el jardín*, ha sido diseñada desde el principio para que no contenga componentes nocivos para la salud, y para no acabar jamás en los vertederos.

Éxitos como el de Shaw Carpet muestran que *Cradle to Cradle* puede ofrecernos una visión esperanzada del futuro. Implementado a escala global, la humanidad podría entonces superar los conflictos actuales con el mundo natural. Ese es obviamente el camino a seguir, y podemos agradecer a McDonough y Braungart que nos lo hayan señalado. Al igual que Thomas Jefferson, están creando una nueva declaración, "La Declaración de Interdependencia". Interdependencia entre las personas y el planeta al que pertenecemos.

GREGORY C. UNRUH

CÁTEDRA ASOCIACIÓN DE ANTIGUOS ALUMNOS  
DE ÉTICA Y RESPONSABILIDAD SOCIAL

DIRECTOR ACADÉMICO DEL CENTER FOR ECO-INTELLIGENT  
MANAGEMENT DEL INSTITUTO DE EMPRESA

## Introducción

# Este libro no es un árbol

¡Por fin! Llegó el ansiado momento de apoltronarse en su sillón favorito, relajarse, coger un libro. En la habitación de al lado, la niña está con el ordenador personal, mientras, en la alfombra, el bebé gatea y juega con sus juguetes de plástico de colores. Es de esos momentos en los que parece que todo va bien. ¿Cabe imaginar una escena más tierna de paz, comodidad y seguridad?

Mirémoslo todo más de cerca. En primer lugar, ese cómodo sillón en el que está sentado. ¿Sabe que la funda contiene materiales mutagénicos, metales pesados, productos químicos peligrosos, y tintes que los reguladores generalmente consideran peligrosos, salvo en la presentación y venta a un cliente? Al moverse en el asiento el roce de los tejidos provoca una acción abrasiva y se liberan partículas que llegan a su nariz, su boca, sus pulmones: se trata de todo tipo de sustancias, incluidos materiales peligrosos. ¿Acaso esos productos estaban en la lista de la compra cuando adquirió la silla?

Ese ordenador personal que está utilizando su hija: ¿sabía usted que contiene más de mil materiales distintos, incluyendo gases tóxicos, metales pesados (como cadmio, plomo y mercurio), ácidos, plásticos, sustancias cloradas y bromadas, y otros aditivos? En el polvo de algunos cartuchos de tonner para impresora se ha

encontrado níquel, cobalto y mercurio, todas ellas sustancias dañinas para los humanos y que su hija puede estar inhalando mientras usted lee. ¿Somos sensibles a esto? ¿Es necesario? Por supuesto que algunas de esas mil sustancias son esenciales para el funcionamiento del PC. ¿Qué será de ellas cuando su familia deseché este PC dentro de unos años? No tendrá otra elección más que deshacerse de éste, y acabará "tirando" tanto sus materiales valiosos como los peligrosos. Usted quería usar un PC, pero de alguna forma, sin darse cuenta, se habrá vuelto parte activa de un proceso de desecho y destrucción.

Pero, un momento: usted cuida el medio ambiente. De hecho, cuando hace poco fue a comprar una moqueta, deliberadamente eligió una confeccionada a partir de botellas de refrescos de poliéster recicladas. ¿Recicladas? Probablemente sería más correcto decir "infracicladas"<sup>†</sup>. Aparte de sus buenas intenciones, su alfombra está hecha a partir de materiales que nunca fueron diseñados para este otro uso, y reconvertirlos ha requerido tanta energía, y generado tantos residuos, como fabricar una moqueta nueva. El único éxito de todo ese esfuerzo ha sido posponer el destino habitual de esos productos en uno o dos ciclos. La moqueta todavía está camino de un vertedero; simplemente, en el camino ha hecho un alto en su casa. Es más, el proceso de reciclado puede haber incorporado aditivos aún más dañinos que los que contiene un producto convencional, y puede estar liberándolos o perdiéndolos por abrasión dentro del hogar incluso a mayor velocidad.

Los zapatos que dejó sobre la alfombra también parecen suficientemente inocuos. Pero es muy probable que fueran manufacturados en un país en vías de desarrollo en el que los estándares de

<sup>†</sup> N. del T. Los autores utilizan a lo largo de este libro dos términos anglosajones, "downcycling" y "upcycling", que, al no tener traducción, nos ha obligado a crear los neologismos "infraciclar" y "supraciclar", que contraponen a "reciclar", y que son necesarios para la correcta exposición de sus tesis. Su significado queda explicado en el propio texto.

salud laboral –aquellas reglamentaciones que determinan a cuánta exposición a determinados productos químicos puede estar expuesto un trabajador– son probablemente menos restrictivos que en Europa occidental o en Estados Unidos. Incluso puede que no existan. Los trabajadores que los confeccionaron usan mascarillas que no aportan suficiente protección contra los vapores peligrosos. ¿Cómo es que acabó trayendo a su casa desigualdad social y sentimiento de culpabilidad, cuando todo lo que usted quería era un par de zapatos nuevos?

Ese sonajero de plástico con el que está jugando el bebé, ¿realmente puede llevarse a la boca? Si está hecho de plástico PVC, es muy probable que contenga ftalatos, de los que se sabe que causan cáncer de hígado en los animales, y se sospecha que provocan una disrupción endocrina; también contendrá lubricantes, antioxidantes, colorantes tóxicos, y estabilizadores contra los rayos ultravioletas. ¿Por qué? ¿En qué estaban pensando los diseñadores de la compañía juguetera?

Tanto esfuerzo por intentar mantener un entorno saludable, o incluso una casa saludable. Tanto esfuerzo por la paz, la comodidad, la seguridad. En esa escena, algo parece ser resultado de un terrible error.

Ahora, mire, palpe, sopesé el libro que tiene entre las manos.

Este libro no es un árbol.

Está impreso en una especie de "papel" sintético y encuadernado en un formato de libro desarrollado<sup>†</sup> por el innovador diseñador

<sup>†</sup> N. del T. Efectivamente, la edición a la que hacen referencia los autores (1ª edición, EE.UU., 2002, ISBN: 0-86547-587-3) no está impresa en papel, sino en el material sintético que a continuación explican. Dicho material no es habitual, se trata más bien de un experimento, y no está disponible en España, por lo que la presente edición española ha tenido que ser impresa en papel, con el conocimiento y aprobación previa de los autores.

maquetista Charles Melcher, de Melcher Media. Al contrario que con el papel al cual estamos acostumbrados, para su fabricación no se ha utilizado ni pulpa de madera ni fibra de algodón, sino que está hecho de resinas plásticas y excipientes inorgánicos. Este material no sólo es impermeable, extremadamente duradero y, en muchos sitios, reciclable por medios convencionales. También es un prototipo del libro como "nutriente técnico", esto es, de un producto que puede ser desmontado y recompuesto infinidad de veces en ciclos industriales, reconvertido una y otra vez en "papel" o en otros productos.

Además de ser una de las creaciones más perfectas de la naturaleza, el árbol juega un papel crucial y polifacético en nuestro ecosistema interdependiente. Por ello se ha constituido en un modelo importante, y en una metáfora, para el desarrollo de nuestro pensamiento; como se irá viendo. Pero también por eso mismo, no es el recurso idóneo para la producción de una sustancia tan humilde y efímera como el papel.

El uso de un material alternativo manifiesta nuestra intención de alejarnos, en nuestra evolución, del uso de fibras de la madera para la confección del papel, puesto que vemos soluciones más efectivas. Esto significa un paso adelante, en una aproximación radicalmente diferente al diseño y a la producción de los objetos que utilizamos y de los que disfrutamos, un paso en un movimiento emergente que vemos como la próxima revolución industrial, basada en los principios de diseño de la naturaleza, sorprendentemente eficaces, en la creatividad y en la prosperidad humanas, y en el respeto, el juego limpio y la buena voluntad. Tiene la capacidad de cambiar a la industria y a la ecología tal como ahora las conocemos.

### Hacia una nueva revolución industrial

Estamos acostumbrados a pensar que la industria y el medio ambiente siempre están en conflicto, porque los métodos convencionales de extracción, fabricación y desecho son destructivos

para el entorno natural. A menudo, los ambientalistas<sup>†</sup> dicen de los negocios que son malos, y de la industria (así como del crecimiento que requiere), que es inevitablemente destructiva.

Por otra parte, los industriales a menudo ven a los ambientalistas como un obstáculo a la producción y al crecimiento. La actitud convencional es que, para que el medio ambiente esté en buenas condiciones, la industria debe ser regulada y acotada. La naturaleza no puede prevalecer si la industria debe crecer. Parecería que estos dos sistemas no pueden prosperar en el mismo mundo.

El mensaje ambientalista que los "consumidores" acaban percibiendo puede ser estridente y depresivo. Deja de ser tan malo, tan materialista, tan avaricioso. Haz lo que puedas, por incómodo que sea, para limitar tu "consumo". Compra menos, gasta menos, conduce menos, ten menos hijos —o ninguno.

¿Acaso no son la mayor parte de los problemas medioambientales de hoy —el calentamiento global, la deforestación, la contaminación, los desechos— el producto de nuestra decadente forma de vida occidental? Si quieres salvar el planeta, tendrás que hacer algunos sacrificios, incluso renunciaciones. Y enseguida tendrás que enfrentarte a un mundo con límites. La Tierra sólo puede ser receptora de determinadas cantidades.

¿Acaso suena divertido?

Hemos trabajado tanto con la naturaleza como en los negocios, y no pensamos así. Uno de nosotros (Bill) es arquitecto; el otro (Michael) es químico. Cuando nos conocimos, se podría decir que veníamos de extremos opuestos del espectro medioambiental.

---

<sup>†</sup> N. del T. *Environmentalists* es un término que designa a todos los movimientos preocupados por el entorno y con diferentes visiones que llamamos ecologistas, conservacionistas, ambientalistas, etc. Para no ser redundante en su definición como sucede con el término "medio ambiente" designamos a todo el movimiento ambiental como "ambientalistas".

*Bill recuerda:*

Me influyeron mucho las experiencias que tuve en el extranjero; primero, en Japón, en donde pasé mi primera infancia. Recuerdo la sensación de que la tierra y los recursos eran escasos, pero también la belleza de las viviendas tradicionales japonesas, con sus paredes de papel y sus jardines en terrazas, sus tibios futones y el vapor de los baños. También recuerdo la ropa de invierno acolchada, y las granjas de gruesos muros de barro y paja que mantenían el interior caliente en invierno y fresco en verano. Más tarde, en la universidad, acompañé a un profesor de diseño urbano a Jordania, a desarrollar viviendas para los beduinos que estaban colonizando el valle del río Jordán. Allí me encontré con una escasez aún mayor de recursos locales –alimentos, suelo cultivable, energía, y, en particular, el agua– pero de nuevo me chocó lo simple y elegante que puede llegar a ser el buen diseño, y cuán adaptado a lo local. Las tiendas de pelo de cabra hilado que los beduinos habían usado como nómadas conducían el aire caliente hacia arriba y afuera, con lo que no sólo proveían de sombra, sino también de una corriente de aire en el interior. Cuando llovía, las fibras se hinchaban, y la estructura se tensaba como la piel de un tambor. Era transportable y fácil de reparar: la factoría del tejido –las cabras– seguían a los beduinos a donde fueran éstos. Este ingenioso diseño, localmente relevante, culturalmente rico, y hecho a base de materiales sencillos, contrastaba vivamente con los típicos diseños modernos que había visto en mi propio país, diseños que rara vez hacían tan buen uso de los materiales y flujos de energía locales.

Al volver a la universidad, en Estados Unidos, lo único realmente relacionado con el medio ambiente que interesaba a diseñadores y arquitectos era la eficiencia energética. El interés por la energía solar había comenzado en los años setenta, cuando los precios del petróleo se dispararon. Diseñé y construí la primera casa de calefacción solar en Irlanda (una prueba de mi ambición, dado que hace muy poco sol en Irlanda), y eso me dio una idea de las dificultades de aplicar soluciones universales en las circunstancias

locales. De entre las estrategias que algunos expertos me sugirieron, una consistía en construir un gran depósito de roca, para conservar el calor: descubriría, después de acarrear treinta toneladas de roca, que eso era redundante en una casa irlandesa, con sus gruesos muros de mampostería.

Al acabar la universidad, entré de aprendiz en un estudio de Nueva York conocido por sus viviendas urbanas socialmente sensibles y responsables. En 1981 fundé mi propia compañía. En 1984 se nos encargó el diseño de las oficinas del Fondo para la Defensa Medioambiental, la primera de las llamadas "oficinas verdes". Trabajé sobre calidad del aire en interiores, un tema que prácticamente nadie había estudiado en profundidad. Uno de los temas que nos preocupaba particularmente eran los compuestos orgánicos volátiles, los materiales cancerígenos, y todo aquello en las pinturas, recubrimientos de paredes, alfombras, suelos, sanitarios y conducciones que pudiera provocar problemas de calidad del aire o de sensibilidad a múltiples productos químicos. Como se disponía de poca o ninguna investigación al respecto, nos dirigimos a los fabricantes, que a menudo contestaban que esa información era confidencial, y no nos dieron más que las vagas garantías contenidas en las especificaciones de los materiales y de garantía de seguridad obligatorias por ley. Hicimos lo mejor que se podía hacer entonces. Utilizamos pinturas al agua. Grapamos la moqueta, en lugar de encolarla. Hicimos que llegaran treinta pies cúbicos de aire fresco por persona y minuto en lugar de cinco. Hicimos que se comprobara el gas radón del granito. Utilizamos madera explotada de forma sostenible. Intentamos ser menos malos.

La mayoría de los diseñadores de renombre evitan las cuestiones ambientales. Muchos diseñadores con sensibilidad hacia el medio ambiente aplican al entorno "soluciones" aisladas, y aportan nuevas tecnologías pero bajo el viejo modelo. Así, se colocan enormes colectores solares que se sobrecalientan en verano. Los edificios resultantes son a menudo feos y demasiado llamativos, y tampoco suelen ser muy eficientes. Incluso cuando los arquitectos

tos y los diseñadores industriales comenzaron a hacer suyos los materiales reciclados o sostenibles, seguían considerando básicamente lo superficial: qué quedaba bien, qué era fácil de conseguir, qué entraba en el presupuesto.

Yo esperaba más. Dos proyectos en particular me incitaron a pensar seriamente sobre las intenciones de mis diseños. En 1987, miembros de la comunidad judía de Nueva York me pidieron que diseñara una propuesta para un memorial del Holocausto, un sitio en el que la gente pudiera reflexionar. Visité Auschwitz y Birkenau para ver lo que lo peor de las intenciones humanas podía construir: gigantescas maquinarias diseñadas para eliminar la vida humana. Me di cuenta de que el diseño es una señal de la intención. ¿Qué es lo mejor que puede tener entre sus intenciones un diseñador, me pregunté, y cómo podría un edificio manifestar esa intención?

El segundo proyecto fue una propuesta para una guardería infantil, en Frankfurt, Alemania, que trajo nuevamente a colación el problema de la calidad del aire del interior. ¿Qué significado tenía diseñar algo que tendría que ser completamente seguro para los niños, en particular cuando ni siquiera parecían existir materiales de construcción saludables?

Estaba harto de trabajar para ser menos malo. Quería dedicarme a hacer edificios, incluso productos, cuyas intenciones fueran completamente positivas.

Historia de Michael:

Provengo de una familia de universitarios dedicados a la filosofía y a la literatura, y sólo me dediqué a la química por simpatía hacia mi profesora de química del bachillerato. (A principios de la década de los setenta, Alemania se hallaba inmersa en un debate político sobre el uso de los plaguicidas y en el invento de la "química ecológica", por lo que pude justificar ante mi familia que dicha carrera tenía sentido.) En 1978 fui uno de los miembros

fundadores del Partido del Futuro Acción Verde, que se convirtió luego en el Partido Verde Alemán, cuyo primer objetivo era cuidar del medio ambiente.

Mi trabajo con el Partido Verde me aportó un cierto renombre entre los ambientalistas. Greenpeace, que en aquellos tiempos era un grupo de activistas con poca formación en estudios científicos o medioambientales, me pidió mi colaboración. Dirigí el departamento de química de Greenpeace y ayudé a la organización a protestar con mayor conocimiento de causa, pero enseguida me di cuenta de que no bastaba con protestar. Teníamos que desarrollar un procedimiento de cambio. El punto de inflexión se produjo tras una acción de protesta contra una serie de vertidos químicos de las grandes compañías Sandoz y Ciba-Geigy: tras un incendio en la enorme planta de Sandoz que fue sofocado con productos químicos antiincendios que luego escurrieron hasta el Rhin —la toxicidad de éstos provocó una catástrofe sobre la vida salvaje del río en un tramo superior a cien millas. Así, coordiné las acciones de protesta, en las que mis colegas y yo nos encadenamos a las chimeneas de Ciba-Geigy en Basilea. Cuando, un par de días después, los activistas bajaron, Anton Schaerli, el director de la compañía, nos obsequió con flores y sopa caliente. Aunque no aprobaba nuestra manera de mostrar nuestra disconformidad, había estado preocupado por nosotros, y quería escuchar lo que tuviéramos que decir.

Le expliqué que, con financiación de Greenpeace, estaba a punto de fundar una compañía de investigación en química ambiental. Le dije que pensaba llamarla Agencia de Imposición de la Protección Ambiental. El director mostró su entusiasmo, y sugirió una ligera modificación en el nombre, cambiando "Imposición" por "Promoción". Sería menos hostil y más atractiva para potenciales clientes de negocios. Seguí su consejo.

Así fue como me convertí en el director de la EPEA, y abrimos oficinas en varios países, además de seguir desarrollando la relación con esa gran corporación. En parte como consecuencia de

una petición de Alex Krauer, presidente de Ciba-Geigy, empecé a descubrir la rica experiencia acumulada por otras culturas en el trabajo sobre flujos de materiales, como la de los Yanomami de Brasil, que incineran a sus muertos y vierten las cenizas en una sopa de banana que la tribu consume durante un festejo de celebración. Muchos pueblos creen en el karma y la reencarnación, una especie de "reutilización" del alma, por así decirlo. Estos otros puntos de vista ampliaron mi perspectiva a la hora de abordar el problema de los residuos en la tradición europea occidental.

Pero me seguía resultando difícil dar con otros químicos que tuvieran algún interés en estos temas, y aun más que tuvieran experiencia en ellos. Los estudios formales de química todavía excluyen la mayoría de los problemas del medio ambiente, y la ciencia en general se dedica más a investigar que a desarrollar estrategias de cambio. A la comunidad científica normalmente se la paga para que estudie los problemas, no las soluciones. Al contrario, normalmente el hallazgo de una solución al problema estudiado acarrea el final de la financiación de la investigación. Esto supone una presión incua sobre los científicos que, como todo el mundo, de algo tienen que vivir. Es más, nosotros los científicos estamos entrenados para el análisis más que para la síntesis. Yo podría contar todo sobre los componentes y los potenciales efectos negativos de los plásticos, el PVC, los metales pesados y otros muchos materiales dañinos, pues ya los aprendí en mis primeras investigaciones. Pero a mis colegas y a mí nos faltaba una visión que permitiera poner este conocimiento relacionado con el medio ambiente al servicio de diseños hermosos. Mi visión del mundo no era de abundancia, creatividad, prosperidad y cambio.

La primera vez que me encontré con Bill, los ambientalistas estaban esperando la cercana Cumbre de la Tierra de 1992, en cuya agenda los temas principales eran el desarrollo sostenible y el calentamiento global. Allí habría tanto representantes de la industria como ambientalistas. En aquellos tiempos, yo todavía creía que ambos estaban condenados a chocar. Estaba atrapado por la opinión de que la industria era nociva, y que la defensa del me-

dio ambiente era éticamente superior. Me dedicaba al análisis de aquellos materiales peligrosos o dudosos que a menudo forman parte de los productos cotidianos, como los televisores, con la esperanza de ser capaz de diseñar una estrategia que permitiera evitar las peores consecuencias de la industrialización.

Nos conocimos en 1991, en una recepción dada por la EPEA en un jardín situado en un tejado de Nueva York para celebrar la inauguración de su primera oficina en Estados Unidos. (Las invitaciones estaban impresas en pañales biodegradables, para resaltar el hecho de que los pañales desechables habituales eran uno de los mayores focos de residuos sólidos en los vertederos.) Comenzamos a hablar de toxicidad y diseño. Michael me explicó su idea sobre una botella de refresco biodegradable que incorporaría una semilla, que pudiera ser arrojada tras su uso y que se descompondría de forma no dañina, permitiendo a la semilla germinar en la tierra. Había música y baile, y nuestra conversación cambió hacia otros intereses como la moderna fabricación de los zapatos. Michael explicó el chiste de que sus invitados estaban utilizando "residuos peligrosos", residuos cuyo roce contra la dura superficie del tejado provocaba su abrasión, generando polvo que la gente podría inhalar. Contó que había visitado la mayor industria de extracción de cromo de Europa (el cromo es un metal pesado utilizado en procesos de curtido del cuero a gran escala) y que había notado que allí sólo trabajaba gente mayor, todos ellos con máscaras protectoras. El supervisor le había explicado que, de media, un trabajador tardaba veinte años en desarrollar cáncer como consecuencia de la exposición al cromo, por lo que la compañía había tomado la decisión de que solamente los obreros mayores de cincuenta años pudieran trabajar con tan peligrosa sustancia.

Había otras consecuencias negativas asociadas al diseño convencional de zapatos, me comentó Michael. Los zapatos de "cuero" son en realidad una combinación de materiales biológicos (el cuero, biodegradable) y materiales técnicos (el cromo y otras sustancias, valiosas para determinadas industrias). Con los métodos

actuales de fabricación y tratamiento del residuo, ninguno de esos componentes podía ser recuperado una vez desechados los zapatos. Comentamos la idea de una suela confeccionada con materiales biodegradables, que pudiera retirarse una vez gastada. El resto del zapato podría estar hecho con plásticos y polímeros que no fueran dañinos y que podrían ser realmente reciclados en nuevos zapatos.

Bocanadas de humo de los incineradores de basuras llegaban de los tejados cercanos, mientras conversábamos sobre el hecho de que la basura típica, con su mezcla de materiales industriales y materia biológica, no estaba diseñada para una combustión no dañina. Y nos preguntábamos por qué, en lugar de prohibir quemarla, no se manufacturaban algunos productos y embalajes de modo que pudieran ser quemados de forma segura una vez que el cliente hubiera acabado con ellos. Imaginamos un mundo industrial en el que los niños fueran la medida de la seguridad. ¿Por qué no unos diseños que, en palabras de Bill, "fueran amables con todas las crías, de todas las especies, por siempre jamás"?

Abajo, en las calles, el tráfico iba aumentando; un auténtico atasco neoyorquino, con tronar de bocinas, conductores enfadados, y creciente desorden. Con la luz del alba ya emergiendo imaginamos un vehículo silencioso que pudiera desplazarse sin quemar combustibles fósiles ni emitir humos tóxicos, y una ciudad como un bosque, callada y tranquila. Mirásemos donde mirásemos, veíamos productos, embalajes, construcciones, transportes, incluso ciudades enteras, mal diseñados. Y podíamos percibir que las aproximaciones ambientalistas tradicionales, incluso aquellas con mejor intención o las más progresistas, simplemente no acertaban.

Ese encuentro inicial encendió inmediatamente nuestro interés por colaborar, así que en 1991 escribimos juntos *The Hannover Principles* ("Los principios de Hannover"), en donde exponíamos los principios básicos del diseño para la Feria Mundial de 2000, y que hicimos públicos en el Foro Urbano Mundial de la Cumbre

sobre la Tierra de 1992. Uno de los principios más importantes era el de "eliminar el concepto de desperdicio" —no reducirlo, minimizarlo o evitarlo, como proponían entonces los ambientalistas, sino eliminar el concepto mismo, por propio diseño. Nos encontramos en Brasil para ver una primera versión de la puesta en práctica de este principio: un huerto para procesar basuras que era, esencialmente, un intestino gigante de una comunidad, que transformaba la basura en comida.

Tres años después fundamos la McDonough Braungart Design Chemistry. Bill seguía dedicándose a la arquitectura y Michael continuaba dirigiendo la EPEA en Europa, y ambos empezamos a enseñar en universidades. Pero por fin podíamos, de una forma bien focalizada, comenzar a poner en práctica nuestras ideas, convirtiendo nuestros trabajos en investigación química, arquitectura, diseño urbano y diseño de procesos y productos industriales, en un proyecto de transformación de la propia industria. Desde entonces, nuestras compañías de diseño han trabajado con una amplia representación de clientes privados e institucionales, incluyendo la Ford Motor Company, Herman Miller, Nike y SC Johnson, y varios ayuntamientos e instituciones educativas o de investigación, para implantar los principios de diseño que hemos ido desarrollando.

Vemos un mundo con más abundancia que limitaciones. En medio del barullo de tanta cháchara sobre reducción del impacto ecológico de los humanos, ofrecemos una visión distinta. ¿Qué pasaría si los humanos diseñáramos productos y sistemas que celebraran la abundancia de la creatividad, la cultura y la productividad humanas? ¿Que fueran tan inteligentes y seguros que nuestra especie dejara una huella ecológica para el disfrute, y no para la lamentación?

Considérese lo siguiente: todas las hormigas del planeta, en conjunto, suman una biomasa mayor que la de los humanos. Las hormigas han sido increíblemente industriosas durante millones de años. Y, sin embargo, su productividad es beneficiosa para las

plantas, los animales, y el suelo. La industria humana ha funcionado a pleno rendimiento apenas algo más de un siglo, pero ha provocado el declive de prácticamente todos los ecosistemas del planeta en mayor o menor grado. La naturaleza no tiene un problema de diseño. Lo tenemos nosotros.

## Capítulo 1

# Cuestión de diseño

En la primavera de 1912, una de las naves más grandes jamás construidas por el ser humano partió de Southampton, Inglaterra, rumbo a Nueva York, iniciando el camino hacia su derrota. Se había erigido como el epítome de su época, la era industrial, y representaba lo mejor de la tecnología, la prosperidad, el lujo, y el progreso. Pesaba 66.000 toneladas. La longitud de su casco de acero era como cuatro manzanas de casas. Cada uno de sus motores de vapor era del tamaño de un edificio. Y salió hacia un desastroso encuentro con el mundo natural.

Este navío era, por supuesto, el *Titanic*: imponente, aparentemente inmune a las fuerzas de la naturaleza. Para el capitán, la tripulación, y la mayoría de los pasajeros, nada podía hundirlo.

Podríamos decir que el *Titanic* no fue sólo un producto de la Revolución Industrial, sino una metáfora válida de la infraestructura industrial que dicha revolución creó. Al igual que tan famoso navío, esa infraestructura se mueve por fuentes de energía brutales y artificiales que esquilman el medio ambiente. Vierte basura al agua y expele humo al cielo. Intenta funcionar según sus propias reglas, que son contrarias a las de la naturaleza. Y, aunque pudiera parecer invencible, errores fundamentales en su diseño dejaban presagiar la tragedia y el desastre.

## Breve historia de la Revolución Industrial

Imagine que le encargan el diseño de la Revolución Industrial –desde la retrospectiva. Si partiéramos de sus consecuencias negativas, el encargo debería haber sido algo así:

Diséñese un sistema de producción tal que:

- Cada año, se expulsen miles de millones de kilos de materiales tóxicos al aire, al agua y al suelo.
- Se fabriquen algunos productos tan peligrosos que requerirán vigilancia constante por parte de las futuras generaciones.
- Tenga como consecuencia la generación de cantidades gigantes de desechos.
- Se entierren por todo el planeta materiales valiosos que jamás podrán ser recuperados.
- Se requieran miles de complejas normativas legales, no para mantener intactos los sistemas naturales y las personas, sino para que no se envenenen demasiado rápidamente.
- La productividad se mida por la poca gente que trabaja.
- La prosperidad sea creada a base de destruir o reducir los recursos naturales, que luego serán enterrados o quemados.
- Se reduzca la diversidad de especies y de culturas.

Resulta obvio que, en el origen de la Revolución Industrial, estas consecuencias nunca estuvieron en la lista de intenciones de industriales, ingenieros, inventores, y otros cerebros. De hecho, la Revolución Industrial, considerada como un todo, nunca fue diseñada. Se conformó gradualmente, a medida que industriales, ingenieros y diseñadores intentaban resolver problemas y obtener ventaja inmediata de lo que veían como oportunidades, en un período de cambios rápidos y generalizados sin precedentes.

Comenzó con el sector textil en Inglaterra, donde la agricultura había sido la ocupación principal durante siglos. Los campesinos cultivaban la tierra, los mercados de los pueblos y ciudades suministraban alimentos y bienes, y la industria consistía en artesanos

individuales cuya ocupación era complementaria a la agricultura. En unas pocas décadas, esta industria rural, que dependía de la artesanía de trabajadores individuales para la producción de pequeñas cantidades de tejido de lana, se transformó en un sistema de factorías mecanizadas que producía tejido –ya de algodón mucho más que de lana– por kilómetros.

Este cambio fue posible por la rápida aparición consecutiva de nuevas tecnologías. A mediados de la década de 1770, los trabajadores de las granjas hilaban en ruecas en sus casas, manejaban los pedales con sus propios pies y manos, y producían cada vez una hebra. La lanzadera mecánica, patentada en 1770, aumentó el número de hebras primero hasta ocho, luego hasta dieciséis, e incluso más. Modelos posteriores llegaron a tejer hasta ochenta tramas en cada pasada. Otros ingenios mecánicos, como el bastidor flotante y la máquina de hilar de husos múltiples, aumentaron el ritmo de producción de tal forma que debió haberse parecido a la Ley de Moore (llamada así por Gordon Moore, uno de los fundadores de Intel), según la cual la velocidad de procesamiento de los chips de las computadoras se dobla cada dieciséis meses.

En los tiempos preindustriales, los tejidos que se exportaban eran forzosamente transportados por los canales o en barcos de vela, gravados con pesados impuestos y leyes estrictas, y vulnerables a la piratería. De hecho, era casi un milagro que la carga llegara a su destino. El ferrocarril y el barco de vapor permitieron transportar los productos más rápido y más lejos. Hacia 1840, las factorías que antaño producían un millar de piezas por semana tenían los medios –y las motivaciones– para fabricar mil piezas al día. Los obreros textiles estaban demasiado ocupados para cultivar las tierras y se trasladaron a las ciudades, para así estar más cerca de las factorías, en las que ellos y sus familias podían llegar a trabajar más de doce horas al día. Crecieron las áreas urbanas, proliferaron los bienes, y aumentó la población de las ciudades. El nuevo credo parecía ser: más, más, más –más trabajos, más personas, más productos, más fábricas, más negocios, más mercados.

Como ocurre con todos los cambios de paradigma, también éste encontró resistencia. Los trabajadores rurales, temerosos de perder su trabajo, y los luditas (los seguidores de Ned Ludd) —que eran experimentados fabricantes de prendas, reacios a la nueva maquinaria y a los trabajadores sin cualificar que la operaban— destruyeron los ingenios que ahorran trabajo, e hicieron la vida imposible a los inventores, algunos de los cuales murieron marginados y arruinados antes de haber podido sacar provecho de sus nuevas máquinas. La resistencia no tenía que ver sólo con la tecnología, sino también con la vida espiritual y la imaginación. Los poetas del Romanticismo trataron la diferencia creciente entre el paisaje rural, de la naturaleza, y el de las ciudades, y a menudo en términos de desesperación: "Las ciudades... no son otra cosa que prisiones que han crecido en exceso, privándonos del mundo y de toda su belleza"<sup>1</sup>, escribió el poeta John Clare. Artistas y pensadores como John Ruskin y William Morris temían por una civilización cuya sensibilidad estética y estructuras físicas estaban siendo rediseñadas desde posiciones materialistas.

Había otros problemas, de más largo recorrido. El Londres victoriano era célebre como "la ciudad grande y sucia", como la había llamado Charles Dickens; su ambiente insalubre y el sufrimiento de sus infraclases sociales eran señal de identidad de la ciudad, bulliciosa e industrial. El aire de Londres estaba tan cargado de hollín a causa de los contaminantes atmosféricos, sobre todo por las emisiones producidas por la combustión del carbón, que las personas tenían que mudarse los puños y cuellos al final de la jornada (este comportamiento se repetiría en Chattanooga en la década de los sesenta, e incluso actualmente en Beijing o en Manila). En las primeras fábricas, así como en otras actividades industriales, como la minería, se consideraban caros los materiales, pero la mano de obra a menudo se estimaba barata. Niños y adultos trabajaban durante muchas horas, en condiciones deplorables.

Pero, en general, la mentalidad de los primeros industriales —y de muchos de sus contemporáneos— era de gran optimismo y de confianza en el progreso de la humanidad. Según iba aumentan-

do la industrialización, emergieron otras instituciones que contribuyeron a su crecimiento: banca comercial, bolsa de valores y prensa económica crearon nuevas oportunidades de empleo para la nueva clase media, y estrecharon los lazos sociales en torno al crecimiento económico. Productos más baratos, transporte público, higiene y abastecimiento del agua, recogida de basuras, lavanderías, viviendas más salubres y otras mejoras ofrecieron a la gente, rica o pobre, lo que parecía ser una forma de vida más justa. Ya no eran sólo las clases poderosas las que tenían acceso a todas las comodidades.

La Revolución Industrial no fue planificada, pero no por ello carece de razón de ser. En resumidas cuentas, fue una revolución económica, provocada por el deseo de adquisición de capital. Los industriales querían producir de la forma más eficiente posible, y hacer llegar la mayor cantidad de bienes a la mayor cantidad de personas. En casi la totalidad de los sectores industriales, esto significaba cambiar de un sistema de trabajo manual a otro de mecanización eficiente.

Tomemos el caso de los coches<sup>2</sup>. A principios de la década de 1890, el automóvil (de origen europeo) se fabricaba para satisfacer las especificaciones de cada cliente. Lo construían artesanos que, habitualmente, eran contratistas independientes. Por ejemplo: una compañía parisina de herramientas, que era el primer fabricante de automóviles de su tiempo, producía únicamente varios centenares de coches al año. Se trataba de productos de lujo, contruidos lenta y cuidadosamente a mano. No había sistemas estándar de medidas y procesos, y no había forma de cortar el duro acero, por lo que las piezas eran fabricadas por diferentes contratistas, endurecidas por calor (lo cual a menudo alteraba sus dimensiones), y colocadas una a una en centenares de otros componentes del vehículo. No había dos iguales, ni las podía haber.

Henry Ford había trabajado como ingeniero, conductor, y constructor de coches de carreras (que a menudo pilotaba él mismo) antes de fundar la Ford Motor Company en 1903. Produjo unos

primeros vehículos, y se dio cuenta de que para construir coches para el trabajador americano moderno —no simplemente para los ricos— tenía que ser capaz de fabricar vehículos en grandes cantidades y a bajo coste. En 1908, su compañía comenzó a producir el legendario Modelo T, el "coche para la gran mayoría" con el que Ford había soñado, "construido con los mejores materiales, por los mejores hombres disponibles, según los diseños más sencillos que la ingeniería moderna pudiera imaginar... de precio tan bajo que cualquier persona con un buen sueldo pudiera permitirse comprar uno"<sup>3</sup>.

Durante los siguientes años, se combinaron varios aspectos de la fabricación para conseguir este objetivo, revolucionando la producción de vehículos e incrementando rápidamente los niveles de eficiencia. En primer lugar, la centralización: en 1909 Ford anunció que la compañía sólo produciría el Modelo T, y en 1910 se trasladó a una factoría mucho más grande que usaba como fuente de energía la electricidad y que albergaba muchos procesos de producción bajo un mismo tejado. La innovación más famosa de Ford es la cadena de montaje. Al principio, los motores, los chasis y las carrocerías de los coches se ensamblaban por separado, y luego eran reunidos para su montaje final por un grupo de operarios. La innovación de Ford consistió en acercar "los materiales al hombre", en lugar de "los hombres a los materiales". Junto con sus ingenieros, diseñó una línea de montaje móvil, inspirada en las que se usaban en la industria de la carne de vacuno en Chicago: trasladaba los materiales hasta los operarios y, en su punto de máxima eficiencia, permitía a cada uno de éstos repetir una única operación a medida que el vehículo viajaba por la cadena, reduciendo drásticamente el tiempo total de trabajo.

Este avance y otros más hicieron posible la producción en masa del vehículo universal, el Modelo T, en una instalación centralizada en la que muchos vehículos eran construidos de principio a fin. La creciente eficiencia redujo los precios de coste del Modelo T (de 850 \$ en 1908 a 290 \$ en 1925), y las ventas se dispararon.

En 1911, justo antes de la introducción de la cadena de montaje, las ventas totales del Modelo T sumaban 39.640 unidades. En 1927 se habían alcanzado los 15 millones.

Eran muchas las ventajas de la producción estandarizada y centralizada. Obviamente, generaba más rápidamente mayor riqueza para los industriales. Desde otro punto de vista, se percibía la capacidad de producción como lo que Winston Churchill llamaba "el arsenal de la democracia", puesto que, al ser tan enorme, permitiría una respuesta innegablemente potente en caso de guerra (como ocurrió en las dos guerras mundiales). La producción en masa contenía otro aspecto democratizador, como demostró el Modelo T: cuando los precios de un bien o servicio anteriormente inalcanzables caen, es mayor el número de personas que tiene acceso a ello. Las nuevas oportunidades de trabajo en las fábricas mejoraron la calidad media de vida, a medida que los salarios se iban incrementando. El propio Ford contribuyó a este cambio. En 1914, cuando el salario normal de un obrero en una fábrica era de 2,34 \$ al día, lo aumentó a 5 \$, con el argumento de que los coches no podían comprar coches. (También redujo la jornada laboral de nueve a ocho horas.) De una sola tajada, creó su propio mercado y puso muy alto el listón para el resto del mundo industrial.

Desde la perspectiva del diseño, el Modelo T resume en sí mismo el objetivo general de los primeros industriales: fabricar un producto que fuera deseable, asequible, y manejable por cualquiera, prácticamente en cualquier lugar; que durara un cierto tiempo (hasta que llegara el momento de comprar otro) y que pudiera ser producido económica y rápidamente. En este sentido, los desarrollos técnicos se centraron en "la potencia, la fiabilidad, la economía, el sistema, la continuidad, la velocidad"<sup>4</sup>, por utilizar la lista de comprobación de Ford para la producción en masa.

Por razones evidentes, los objetivos en los diseños de los primeros industriales eran muy específicos, limitándose a lo práctico, lo provechoso, lo eficiente, y lo lineal. Muchos industriales, diseñan-

dores e ingenieros no veían sus diseños como componentes de un sistema más amplio, aparte del económico. Pero compartían algunas ideas básicas sobre el mundo.

### **"Las cosas esenciales que el hombre no ha alterado"**

Las primeras industrias se basaban en la aportación, aparentemente inacabable, de "capital" natural. El mineral de hierro, la madera, el agua, el grano, el ganado, el carbón, la tierra —ésas eran las materias primas de los sistemas de producción que fabricaban bienes para las masas, y lo siguen siendo hoy en día.

La planta de Ford en River Rouge era un ejemplo paradigmático de un flujo de producción a escala masiva: enormes cantidades de hierro, carbón, arena y otras materias primas entraban por un lado de las instalaciones y, una vez dentro, eran transformadas en coches nuevos. Las industrias se enriquecían a medida que iban convirtiendo recursos en productos. Se conquistaron las praderas para la agricultura, y los grandes bosques fueron destruidos en busca de madera y combustible. Se ubicaron las factorías cerca de los recursos naturales para facilitar su disponibilidad (en nuestros días, una famosa compañía fabricante de ventanas sigue situada en un lugar antaño rodeado por pinos gigantes, que se utilizaban para los marcos de las ventanas) y al lado de cursos o depósitos naturales de agua, utilizados tanto para los procesos de fabricación como para la eliminación de los residuos.

Cuando comenzaron estas prácticas, en el siglo XIX, las sutiles cualidades del medio ambiente no constituían una preocupación generalizada. Los recursos parecían inmensamente vastos. La naturaleza misma era percibida como "la madre tierra" que, en perpetua regeneración, podía absorber todo y continuar creciendo. Incluso Ralph Waldo Emerson, preclaro filósofo y poeta con amorosa visión de la naturaleza, reflejó una creencia común al describir la naturaleza, a principio de la década de 1830, como "las cosas esenciales que el hombre no ha alterado: el espacio, el aire, el río, la hoja"<sup>5</sup>. Mucha gente creía que siempre quedaría espacio

virgen e inocente. La ficción popular de Rudyard Kipling y otros evocaba partes salvajes del mundo que todavía existían y, por lo que parecía, siempre seguirían existiendo.

Simultáneamente, la cosmovisión occidental percibía la naturaleza como una fuerza bruta y peligrosa que era necesario dominar y civilizar. Los humanos veían hostiles a las fuerzas de la naturaleza, por lo que las atacaron para someterlas. En Estados Unidos, el control de la frontera adquirió el poder simbólico del mito fundacional, y la "conquista" de lugares naturales, salvajes, era considerada un imperativo cultural, e incluso espiritual.

Hoy en día, nuestra comprensión de la naturaleza ha cambiado drásticamente. Estudios recientes apuntan a que los océanos, el aire, las montañas, y las plantas y los animales que los habitan son más vulnerables de lo que los primeros innovadores jamás pudieron imaginar. Pero las industrias actuales siguen actuando de acuerdo con paradigmas desarrollados cuando los humanos tenían una concepción del mundo muy distinta. Ni la salud de los sistemas naturales, ni la conciencia de su delicadeza, complejidad e interrelación han formado parte de la agenda del diseño industrial. En sus raíces más profundas, la infraestructura industrial de que hoy disponemos es lineal: está focalizada en la fabricación de un producto y en su traspaso rápido y económico a un cliente, sin muchas más consideraciones.

Para poder ser segura, la Revolución Industrial trajo varios cambios sociales positivos. Con un mayor nivel de vida, la expectativa de vida se alargó sobremanera. La atención médica y la educación mejoraron mucho y su disponibilidad se volvió más común. La electricidad, las telecomunicaciones y otros inventos acrecentaron el bienestar y la comodidad hasta niveles nunca vistos. Los avances tecnológicos aportaron a los autodenominados países en desarrollo enormes beneficios, incluyendo el aumento de la productividad de la tierra dedicada a la agricultura, así como las ingentes cosechas y reservas de alimentos, para poblaciones que no paraban de crecer.

Pero en el diseño de la Revolución Industrial había fallos fundamentales. Como resultado, se produjeron algunas omisiones cruciales, y las devastadoras consecuencias han llegado hasta nosotros, junto con las asunciones dominantes de aquella era en la que se gestó dicha transformación.

### De la cuna a la tumba

Imagínese llegar hoy de pronto a un vertedero típico: muebles viejos, tapizados, alfombras, televisores, ropa, zapatos, teléfonos, computadoras, productos complejos, embalajes de plástico, y también productos orgánicos como pañales, papel, madera y restos de comida. La mayoría de esos productos se crearon con materiales valiosos, cuya extracción y fabricación requirieron esfuerzo y gastos: miles de millones de dólares en activos materiales. Los materiales biodegradables como los alimentos y el papel en realidad también tienen valor: podrían descomponerse y devolver nutrientes biológicos a la tierra. Desgraciadamente, todas esas cosas se encuentran depositadas en un vertedero, en el que su valor está desperdiciado. Son los últimos productos de un sistema industrial diseñado de forma lineal, un modelo –en un solo sentido– *de la cuna a la tumba*. Se extraen los recursos, se transforman en productos, se venden, y, al final, se los arroja a algún tipo de "tumba", normalmente un basurero o una planta incineradora. Probablemente el final de este proceso le resulte familiar ya que usted, el consumidor, es el responsable de deshacerse de las basuras. Piense en ello: le llaman consumidor, pero en realidad usted consume muy pocas cosas –algo de comida, algunos líquidos. Todo lo demás ha sido diseñado para que lo tire una vez haya acabado con ello. Pero, ¿tirarlo "dónde"? Está claro que ya no hay "dónde".

Los diseños "de la cuna a la tumba" dominan la fabricación actual. Según algunas estimaciones, en Estados Unidos más del 90 por 100<sup>o</sup> de las materias extraídas para fabricar bienes duraderos se convierten en basura casi inmediatamente. A veces incluso el propio producto dura apenas un instante. Suele resultar más barato

comprar una nueva versión de incluso el más caro de los electrodomésticos que intentar dar con alguien capaz de reparar el inicial. De hecho, ya desde su diseño muchos productos llevan incorporada su obsolescencia, para que sólo duren un tiempo determinado, y así permitir –animar– al cliente a aborrecer el artículo y comprar uno nuevo. Además, lo que la mayoría de la gente ve en sus cubos de basura no es más que la punta del iceberg: los productos en sí mismos contienen de media sólo el 5 por 100 de las materias primas necesarias para sus procesos de fabricación y distribución.

### Talla única

Como nunca se cuestionó el modelo "de la cuna a la tumba" que subyace en las asunciones básicas del diseño de la Revolución Industrial, incluso los movimientos que se conformaron como oposición real a dicha era dejaron patentes sus propios fallos. Tenemos un ejemplo en la búsqueda de soluciones de diseño universales, que, a finales del siglo pasado, apareció como estrategia principal del diseño. En el campo de la arquitectura, esta estrategia adoptó la forma del movimiento por el Estilo Internacional, anticipado en las primeras décadas del siglo XX por figuras como Ludwig Mies van der Rohe, Walter Gropius y Le Corbusier, que reaccionaban así frente a los estilos de la era victoriana. (Todavía se diseñaban y se construían catedrales góticas.) Tenían objetivos sociales y estéticos. Querían reemplazar globalmente la insalubridad y desigualdad en la vivienda –lugares bonitos y decorados para los ricos, sitios feos e insalubres para los pobres– por construcciones limpias, minimalistas, asequibles, sin distinciones de riqueza o de clase. Grandes superficies de vidrio, de metal, de cemento, y transportes baratos movidos por combustibles fósiles dieron a los ingenieros y arquitectos las herramientas para la realización de este estilo en cualquier lugar del mundo.

Hoy en día, el Estilo Internacional ha evolucionado hacia algo menos ambicioso: una estructura uniforme y fofa aislada de los

nativos del lugar —de la cultura, la naturaleza, y de los flujos de energía y de materiales locales. Estas construcciones reflejan muy poco, si es que lo hacen, las características o el estilo de una región. A menudo aparecen como lápidas entre el paisaje, si es que lo han respetado y dejado intacto alrededor de sus "parques de oficinas" de cemento y asfalto. Los interiores son igualmente insulsos. Con sus ventanas herméticas, su aire acondicionado funcionando constantemente, los sistemas de calefacción, la falta de luz natural y de aire fresco, y la uniforme iluminación de los fluorescentes, podrían perfectamente haber sido diseñados para albergar máquinas en lugar de humanos.

Los fundadores del Estilo Internacional querían transmitir su esperanza en la "fraternidad" universal. Quienes lo emplean hoy en día lo hacen porque es fácil, resulta barato, y vuelve a la arquitectura uniforme en muchos aspectos. Los edificios pueden tener la misma apariencia y funcionar igual en Reykjavik o en Rangún.

En lo que se refiere a creación de producto, un ejemplo clásico de diseño de solución universal es el detergente fabricado masivamente. Los principales fabricantes de jabón diseñan un solo detergente para Estados Unidos o Europa, a pesar de que la calidad del agua y las necesidades de las comunidades difieran. Por ejemplo, los clientes que viven en lugares con aguas blandas, como el noroeste de Estados Unidos, sólo necesitan pequeñas cantidades de detergente, mientras que aquellos que viven en zonas en las que el agua es dura, como el suroeste, necesitan más. Pero los detergentes están diseñados para generar espuma, suprimir la suciedad y eliminar los gérmenes de forma eficiente, de la misma manera en cualquier parte del mundo —en aguas duras, blandas, urbanas, de manantial, en aguas que fluyen hacia arroyos repletos de peces y en aguas que son conducidas a plantas de tratamiento de aguas residuales. Los fabricantes simplemente añaden más fuerza química para eliminar las condiciones circunstanciales. Imagine la fuerza que debe tener un detergente para poder disolver la grasa de varios días de una sartén. Luego imagine qué ocurre cuando ese detergente entra en contacto con la resbaladiza piel de un pez o la

cubierta cerúlea de una planta. Los efluentes, tratados o no tratados, y las aguas utilizadas, son vertidos a lagos, ríos y océanos. La combinación de productos químicos de los detergentes domésticos, de los productos de limpieza, de los medicamentos, y de los residuos industriales se convierte en efluentes residuales, los cuales se ha demostrado que afectan a la vida acuática, causando en ocasiones mutaciones e infertilidad.<sup>7</sup>

Para poder obtener creaciones de soluciones universales, los fabricantes efectúan diseños basados en *el caso del peor escenario*: idean cada producto para la peor circunstancia posible, para que siempre actúe con la misma eficacia. Este propósito garantiza el mayor mercado posible para un artículo. También revela la peculiar relación entre la industria humana y el mundo natural, puesto que diseñar siempre para la peor circunstancia posible refleja la asunción de que la naturaleza es el enemigo.

### Fuerza bruta

Solemos hacer el chiste de que, si la Revolución Industrial hubiera tenido un lema, hubiera sido algo así como: "Si la fuerza bruta no funciona, es que no se está utilizando suficientemente". El intento de imponer diseños de soluciones universales en un número infinito de condiciones locales y de clientes es una manifestación de este principio y de su asunción subyacente: que la naturaleza debe ser dominada; lo mismo ocurre en el caso de la aplicación de la fuerza bruta química y de la energía de combustibles fósiles, necesarias para que este tipo de soluciones "funcionen".

Todo tipo de industria de la naturaleza depende de la energía del Sol, que puede ser vista como una forma de ingreso actual y constantemente renovada. Por el contrario, los humanos extraen y queman combustibles fósiles, como el carbón y los derivados del crudo, que se encuentran en las profundidades de la corteza de la Tierra, y se los complementa con la energía producida mediante el proceso de incineración de residuos y con la ayuda de

reactores nucleares, todos los cuales crean problemas adicionales. Esto se hace con poca o ninguna atención hacia la explotación o la maximización de los flujos de la energía natural local. Se diría que el manual de instrucciones habitual fuera: "En caso de exceso de frío o de calor, simplemente añádase más combustible fósil".

Probablemente esté usted familiarizado con la amenaza del calentamiento global,<sup>8</sup> resultante de liberar a la atmósfera, como consecuencia de las actividades humanas, gases que atrapan el calor del Sol (como el dióxido de carbono). El incremento generalizado de las temperaturas provoca un cambio climático global y modificaciones en el clima actual. La mayoría de los modelos predicen una meteorología más extrema: calores más elevados, fríos más bajos, tormentas más violentas, a medida que vayan aumentando los contrastes térmicos. Una atmósfera más templada extrae mayor cantidad de agua de los océanos, lo que provoca tormentas más violentas, más húmedas y más frecuentes, el aumento del nivel del mar, cambios en las estaciones, y una concatenación de otras variaciones climáticas.

La realidad del calentamiento global ha ganado credibilidad no sólo entre los ecologistas, sino también entre los líderes de la industria. Pero el calentamiento global no es la única razón para reconsiderar nuestra dependencia de una concepción energética basada en la "fuerza bruta". La incineración de los combustibles fósiles expone al entorno agregados —partículas microscópicas de hollines— que sabemos causan problemas respiratorios, además de otras alteraciones en la salud. Las reglamentaciones sobre los contaminantes atmosféricos<sup>9</sup> se están volviendo más severas, dado que su riesgo potencial para la salud es conocido. Según se vayan implementando nuevas reglamentaciones, consecuencia de una mayor investigación sobre la amenaza que suponen para la salud los tóxicos volátiles resultantes de la combustión de carburantes fósiles. Las industrias cuya inversión está únicamente centrada en la continuidad del sistema actual irán quedando seriamente en desventaja.

Yendo incluso más allá de estos considerables problemas, la energía por la fuerza bruta no parece, a largo plazo, una estrategia dominante sensata. A nadie le gustaría depender de sus ahorros para sus gastos diarios, así que ¿por qué confiar en los ahorros para resolver las necesidades energéticas de toda la humanidad? Está claro que, a medida que pasen los años, los productos petroquímicos serán cada vez más difíciles (y caros) de conseguir, y perforar pozos en lugares prístinos para conseguir unos cuantos millones más de barriles de crudo no va a resolver el problema. De algún modo, las fuentes no renovables de energía, como las petroquímicas derivadas de los combustibles fósiles, pueden ser vistas como la moneda de cambio, algo que hay que conservar para las emergencias y ser usado entonces con restricciones —como, por ejemplo, en determinadas situaciones médicas. Para la mayoría de nuestras sencillas necesidades energéticas, los humanos podríamos estar aprovechando una parte mucho más grande de la energía solar que recibimos, de la que tenemos en abundancia: a la superficie del planeta llega cada día miles de veces la cantidad de energía necesaria para las actividades humanas, bajo la forma de radiación solar.

### La cultura del monocultivo

Bajo el paradigma actual de la producción y el desarrollo, se suele considerar que la diversidad, elemento integral del mundo natural, es una fuerza hostil y una amenaza a los objetivos del diseño. La forma en que la fuerza bruta y el diseño universal abordan el desarrollo típico tiende a aplastar (ignorándolas, además) la diversidad natural y cultural, teniendo como consecuencia menor variedad y mayor homogeneidad.

Consideremos el proceso de construcción de una típica casa universal. Primero, el constructor desbroza todo el terreno, hasta que alcanza una capa de arcilla o roca madre. Llegan entonces varias máquinas y mueven las tierras hasta nivelar el terreno. Se derriban árboles, la flora y fauna naturales son destruidas o alejadas, y

la mini McMansion o vivienda modular genérica se alza, sin considerar su entorno natural —cómo podría el Sol calentar la casa en invierno, qué árboles podrían resguardarla del viento, del calor y del frío, la forma en que se podría preservar, ahora y en el futuro, la calidad de la tierra y del agua. Sobre lo que queda de la parcela, se coloca una alfombra de unos centímetros de una especie foránea de césped.

El césped normal es un sistema curioso: la gente lo planta, luego lo anega con fertilizantes artificiales y pesticidas peligrosos para que pueda crecer y mantenerse uniforme; todo ello, para poder cortar y recortar lo que empujaron a crecer. ¡Y cuidado con que a esa florecilla amarilla se le ocurra asomar la cabeza!

En lugar de haber sido diseñadas adaptadas a un paisaje cultural y natural, la mayoría de las áreas urbanas actuales simplemente crecen, como se suele decir, como un cáncer, extendiéndose inexorablemente, erradicando en el proceso la vida del entorno, arrasando el paisaje natural bajo capas de asfalto y cemento<sup>10</sup>.

La agricultura convencional también tiene tendencia a funcionar del mismo modo. El objetivo de un productor de cereal del medio-oeste es producir tanto grano como sea posible, con el mínimo esfuerzo, en el mínimo tiempo, y al menor coste: el primer objetivo del diseño de la Revolución Industrial, el de la máxima eficiencia. La mayoría de las explotaciones convencionales de hoy se dedican a variedades de cereal altamente especializadas, híbridas, e incluso genéticamente modificadas. Desarrollan un paisaje de monocultivo que sólo parece mantener una única planta que tal vez ni siquiera sea, auténticamente, una especie, sino el resultado de una hiper-hibridación. Los cultivadores eliminan otras especies de vida vegetal mediante el arado profundo, que provoca una erosión masiva a causa del viento y del agua, o bien cultivan sin arar, para lo que es necesaria la aplicación masiva de herbicidas. Variedades antiguas de grano se pierden porque su productividad no responde a las condiciones del comercio actual.

Estas estrategias resultan aparentemente razonables para la industria moderna e incluso para los "consumidores", pero ocultan problemas subyacentes y consecuentes. Los elementos eliminados del ecosistema para que las explotaciones produzcan más grano más rápidamente (es decir, para que sean más eficientes) serían, en realidad, más beneficiosos para la agricultura. Por ejemplo: las plantas eliminadas por el arado profundo podrían haber ayudado a prevenir la erosión y las inundaciones, así como a consolidar y nutrir el suelo. Habrían provisto de un hábitat a pájaros e insectos, algunos de los cuales son enemigos naturales de las plagas de esas cosechas. Actualmente, a medida que estas plagas se hacen resistentes a los pesticidas, su número va en aumento, ya que sus enemigos naturales han sido eliminados.

Los plaguicidas, como se les denomina genéricamente, suponen un coste permanente para los cultivadores y para el medio ambiente, y son una forma poco inteligente de uso de la fuerza bruta química. Aunque las compañías químicas advierten a los agricultores que sean prudentes con los pesticidas, obtienen tantos más beneficios cuanto más se vendan. Dicho de otro modo: las compañías están involuntariamente involucradas en el derroche —e incluso el mal uso— de sus productos, cuyas consecuencias pueden ser la contaminación de la tierra, del agua y del aire.

En tales sistemas, artificialmente mantenidos y en los que los enemigos naturales de las plagas, así como algunos de los organismos y plantas de la cadena trófica, han sido eliminados, hay que aplicar más fuerza bruta química (plaguicidas, fertilizantes) para mantener el sistema comercialmente estable. La tierra es expoliada de nutrientes y saturada de productos químicos. La gente puede que no quiera vivir demasiado cerca de las explotaciones por miedo a la dispersión de los productos químicos. En lugar de ser un objeto de disfrute estético y cultural, la agricultura moderna se ha vuelto objeto de terror y una amenaza para los residentes locales que quisieran vivir y criar a sus familias en un entorno saludable. Aunque el retorno económico aumenta inmediatamente, *la calidad total de cada aspecto de este sistema realmente disminuye.*

El problema no es la agricultura en sí misma, sino la estrechez de miras de los objetivos de las explotaciones.<sup>11</sup> El punto de vista único del cultivo de una sola especie reduce drásticamente la rica red de "servicios" y de efectos colaterales que resultaba del ecosistema original en su totalidad. Hasta hoy, la agricultura convencional sigue siendo, como dijeron hace varias décadas los científicos Paul y Anne Ehrlich y John Holdren, "una simplificación de los ecosistemas<sup>12</sup>, que sustituye a comunidades biológicas naturales relativamente complejas por otras, relativamente simples, artificiales, y basadas en unas pocas variedades de semillas". Estos sistemas más simples no pueden sobrevivir por sí mismos. Irónicamente, la simplificación requiere de cada vez más fuerza bruta para conseguir los objetivos de su diseño. Si se retiran los productos químicos y los métodos de control modernos de la agricultura, las cosechas irán decayendo (hasta que, claro está, varias especies vuelvan a brotar, gradualmente, devolviendo complejidad<sup>13</sup> al ecosistema).

### Actividad = Prosperidad

Un dato interesante: el vertido de crudo del *Exxon Valdez* en 1991 en realidad incrementó el producto interior bruto de Alaska. El área de la bahía de Prince William registró una prosperidad económica mayor porque había mucha gente intentando limpiar el vertido. Hoteles, restaurantes, tiendas, gasolineras y negocios en general incrementaron sus transacciones económicas.

El PIB sólo tiene en cuenta una medida del progreso: la actividad, la actividad económica. Pero, ¿qué persona sensible llamaría "progreso" a las consecuencias de un derrame de crudo? Según algunos estudios, el accidente del Valdez provocó la muerte de más vida salvaje que ningún otro desastre ambiental causado por la ingeniería humana en la historia de Estados Unidos. Según un informe gubernamental de 1999, sólo se recuperaron dos de las 23 especies animales afectadas por el vertido. Su impacto sobre los peces y la vida salvaje todavía continúa: aparecen tumores,

daños genéticos, y otras consecuencias. El vertido también provocó pérdidas en cuanto a bienestar cultural, incluyendo la alteración de cinco parques nacionales, de cuatro áreas críticas de hábitat bajo tutela del Estado, y de una reserva estatal de caribúes. Se dañaron importantes hábitats para la puesta y la cría de peces, lo que pudo provocar que la población del arenque del Pacífico en la bahía de Prince William resultara diezmada en 1993 (tal vez como consecuencia de una infección viral resultante de la exposición al crudo). El vertido supuso una reducción significativa de los ingresos de los pescadores, sin mencionar las consecuencias, más difícilmente cuantificables, en la salud emocional y en la moral.

El PIB como unidad de medida del progreso nació en una época en la que los recursos naturales todavía parecían ilimitados, y en la que "calidad de vida" equivalía a alto nivel de vida económico. Pero si sólo se mide la prosperidad por el incremento de la actividad económica, entonces los accidentes de automóvil, la atención hospitalaria, las enfermedades (como el cáncer) y los vertidos tóxicos serían todos ellos signos de prosperidad. La pérdida de recursos, el empobrecimiento cultural, las consecuencias perjudiciales –medioambientales y sociales– y la minoración de la calidad de vida son aspectos negativos que pueden ocurrir todos a la vez, en el declive de una región entera, y, sin embargo, ser negados por una fórmula económica simplista<sup>14</sup> que viene a decir que la actividad económica va bien. En todo el mundo, los países intentan incrementar su nivel de prosperidad económica para así poder reivindicar, ellos también, una parte de ese "progreso" definido por medidas como el PIB. Pero en la carrera hacia el progreso económico, parece que se pudiera despreciar la actividad social y cultural, el impacto ecológico y los efectos a largo plazo.

### Productos toscos

La intención del diseño que subyace tras la infraestructura industrial actual consiste en crear un producto atractivo, que sea ase-

quible, cumpla con las reglamentaciones, tenga un rendimiento aceptable, y dure lo suficiente para satisfacer las necesidades de los mercados. Un producto así satisface los deseos del fabricante y, también, algunas de las expectativas de los clientes. Pero, desde nuestro punto de vista, los productos que no están específicamente diseñados para la salud humana y ecológica no son ni inteligentes ni elegantes –son lo que llamamos *productos toscos*.

Tomemos dos ejemplos: una prenda de poliéster y una botella de plástico de agua mineral, productos producidos en masa, contienen ambos antimonio, un metal pesado tóxico del cual se sabe que, en determinadas circunstancias, produce cáncer. Dejemos de lado, de momento, el tema de si dicha sustancia supone un riesgo concreto para el usuario. La pregunta que nos haríamos, como diseñadores, es la siguiente: ¿por qué contiene antimonio? ¿acaso es necesario? En realidad, no lo es: el antimonio es un catalizador utilizado actualmente en el proceso de polimerización, y no es necesario para la producción de poliéster. ¿Qué ocurre al "reciclar" (es decir, "infraciclar"<sup>†</sup>) este producto de desecho, y al mezclarse con otras materias? ¿Qué ocurre cuando es quemado, junto con otras basuras, como combustible para cocinar, como ocurre normalmente en muchos países en vías de desarrollo? La incineración hace que el antimonio quede "biodisponible", es decir, puede ser inhalado en la respiración. Si vamos a utilizar el poliéster como combustible, necesitaríamos poliéster que resultara inocuo al ser quemado.

La prenda de poliéster y la botella de agua son dos ejemplos de lo que llamamos *productos más*: el comprador consigue el producto o servicio deseado, *más* aditivos que no solicitó, que no sabía que estuvieran incluidos, y que podrían resultar nocivos para él y los suyos. (Tal vez debería añadirse a las etiquetas de las prendas de ropa: *Este producto contiene tintes y catalizadores tóxicos. No trabaje hasta que el sudor emerja de su piel.*) Es más, puede ocu-

<sup>†</sup> N. del T. Término que pretende recoger la habitual pérdida de calidad de los materiales reciclados con respecto a los materiales originales (véase página 52).

rir que esos ingredientes adicionales no sean necesarios para el propio producto.

Hemos estudiado<sup>15</sup>, desde 1987, varios productos de los principales fabricantes, cosas normales como un ratón de computadora, una máquina de afeitar eléctrica, una popular videoconsola de juegos portátil, un secador de pelo y un reproductor portátil de CD.

Descubrimos que, durante su uso, todos ellos emitían compuestos teratógenos y/o cancerígenos –sustancias de las que se sabe que juegan un papel causal en los defectos de los recién nacidos y en el cáncer. Una batidora eléctrica de mano emitía gases tóxicos que quedaban atrapados en la grasa de la mantequilla con la que se fabricaba un bollo. Así que tengan cuidado: pueden estar se comiendo los electrodomésticos sin darse cuenta.

¿Por qué ocurre esto? La razón estriba en que los productos de alta tecnología habitualmente se componen de materiales de baja calidad, es decir, de plásticos y colorantes baratos, comprados globalmente a los proveedores más económicos, que pueden ubicarse en la otra punta del mundo. Esto quiere decir que incluso sustancias cuyo uso está prohibido en Estados Unidos y en Europa pueden llegar allí a través de productos y componentes producidos en cualquier otro lugar. Así ocurre, por ejemplo, con el benceno, cancerígeno, cuyo uso como disolvente está prohibido en las fábricas de Estados Unidos, pero que puede ser enviado allí en componentes de goma manufacturados en países en vías de desarrollo que no lo han prohibido. Pueden ser componentes, por ejemplo, de sus aparatos de gimnasio, que estarían emitiendo la sustancia "prohibida" mientras usted hace ejercicio.

El problema se incrementa cuando componentes provenientes de numerosos países son ensamblados en un solo producto, como suele ser el caso de los artículos de alta tecnología, como los equipos electrónicos o los electrodomésticos. Los fabricantes no llevan necesariamente el control –ni están obligados a hacerlo– de lo que exactamente hay en esos componentes. Un aparato de

gimnasia ensamblado en Estados Unidos puede contener cintas de goma de Malasia, productos químicos de Corea, motores de China, adhesivos de Taiwan y madera de Brasil.

¿Cómo le afectan a usted estos productos toscos? En primer lugar, disminuyen la calidad del aire en los interiores. Ubicados en el hogar o en el lugar de trabajo, los productos toscos –ya sean electrodomésticos, alfombras, colas de papel mural, pinturas, materiales aislantes para la construcción, o cualquier otra cosa– hacen que, de media, el aire de los interiores esté más contaminado que el aire exterior. Un estudio sobre contaminantes en los hogares reveló que más de la mitad de éstos tenían niveles de concentración de siete productos químicos tóxicos, de los que se sabe que provocan cáncer en humanos, "más altos que los que provocarían un estudio formal de evaluación de riesgo<sup>16</sup> antes de calificar un suelo residencial subvencionado". Cada vez es mayor la incidencia de las alergias, del asma, y del "síndrome del edificio enfermo". Y, sin embargo, apenas hay legislación<sup>17</sup> que establezca niveles de obligado cumplimiento en cuanto a la calidad del aire en interiores.

Incluso productos infantiles ostensiblemente diseñados pueden ser productos toscos. Un análisis de unos flotadores de natación para niños<sup>18</sup>, hechos con cloruro de polivinilo (PVC), mostró que emitían sustancias potencialmente dañinas, como el ácido clorhídrico, cuando se calentaban.

Otras sustancias peligrosas, como los ftalatos de los plásticos, pueden penetrar por contacto. Esto es particularmente alarmante en escenarios como una piscina, pues la piel de los niños, diez veces más fina que la de un adulto, se arruga al mojarse: una condición ideal para la absorción de tóxicos. Una vez más, al comprar los flotadores se adquirió inadvertidamente un "producto más": el salvavidas de los niños *más* tóxicos no solicitados, lo cual no es ciertamente una ganga, ni posiblemente lo que el fabricante tenía en la cabeza al crear ese dispositivo de seguridad para niños.

Puede que usted esté pensando que no conoce a ningún niño que haya enfermado por usar un flotador en una piscina. Pero, más que una enfermedad rápidamente diagnosticable, lo que algunas personas desarrollan son alergias, o síndromes de sensibilidad a múltiples productos químicos, como el asma, o simplemente enferman sin saber exactamente por qué. Incluso aunque no se experimenten síntomas de enfermedad en el acto, el contacto constante con cancerígenos como el benceno o el cloruro de vinilo puede no ser muy inteligente.

Piénsese en ello del siguiente modo: el cuerpo de cualquier persona está sometido a estrés, por razones tanto endógenas como exógenas. Este estrés puede manifestarse como células cancerosas producidas naturalmente por el cuerpo –según algunos estudios, hasta doce células al día–, como resultado de la exposición a metales pesados o a otros patógenos. El sistema inmunitario puede soportar hasta un cierto nivel de estrés. Simplificando el asunto, podríamos imaginar estos factores de estrés como pelotas con las que el sistema inmune hace juegos malabares. Normalmente, el malabarista es suficientemente hábil para mantener las pelotas en el aire, esto es, el sistema inmune captura y destruye esas diez o doce células. Pero cuantas más pelotas haya en el aire, cuanto más acosado esté el cuerpo por todo tipo de sustancias tóxicas del entorno, mayor será la probabilidad de que caiga una pelota, de que una célula cometa un error en la replicación. Sería muy difícil decir qué molécula o qué factor llevó más allá del límite al sistema de una persona. Entonces, ¿por qué no eliminar los factores de estrés negativo, cuando además la gente ni los quiere ni los necesita?

Algunos productos químicos provocan otro efecto, más insidioso que el estrés: debilitan el sistema inmunitario. Eso es como atarle una mano a la espalda a un malabarista, lo cual hace mucho más difícil aniquilar a las células cancerosas antes de que causen problemas. Los productos químicos más dañinos *a la vez* destruyen el sistema inmunitario y dañan a las células. Ahora tenemos a un malabarista con una sola mano intentando mantener en el aire un

número cada vez mayor de pelotas. ¿Conseguirá seguir actuando eficazmente y con gracia? ¿Por qué correr el riesgo de que no lo haga? ¿Por qué no buscar oportunidades de reforzar el sistema inmunitario en lugar de ponerlo a prueba?

Aquí, ahora, nos hemos centrado en el cáncer, pero estos compuestos pueden tener otras consecuencias que la ciencia todavía está por descubrir. Consideremos los disruptores endocrinos<sup>19</sup>, de los que hace una década no se sabía nada, pero que ahora se sabe que son de los compuestos químicos más perjudiciales para los organismos vivos. De las aproximadamente 80.000 sustancias químicas y combinaciones técnicas que produce y utiliza la industria actualmente, y cada una de las cuales tiene cinco o más derivados, sólo se han estudiado los efectos en los sistemas vivos de unas tres mil.

Puede ser tentador intentar retroceder en el tiempo. Pero la próxima revolución industrial no consistirá en volver a un estado preindustrial idealizado en el que, por ejemplo, todos los textiles se tejan a partir de fibras naturales. Es verdad que hubo un tiempo en el que todas las prendas eran biodegradables y una vez desechadas podían ser abandonadas para que se descompusieran en el suelo o incluso pudieran ser quemadas, como combustible, de forma inocua. Pero los materiales naturales para cubrir las necesidades de la población actual ni existen ni pueden existir. Si varios miles de millones de personas quisieran prendas vaqueras de fibras naturales teñidas con tintes naturales, la humanidad tendría que destinar millones de hectáreas al cultivo de algodón e índigo, simplemente para satisfacer la demanda —y esas hectáreas son necesarias para la producción de alimentos. Además, incluso los productos "naturales" pueden no ser necesariamente saludables para los humanos y el entorno. El índigo contiene mutágenos y, al ser normalmente cultivado en explotaciones de monocultivo, reduce la diversidad genética. De lo que normalmente queremos cambiar es de vaqueros, no de genes. La naturaleza puede crear sustancias extremadamente tóxicas; que no fueron específicamente diseñadas para la evolución ni para el uso humano. Incluso algo

tan benigno y necesario como el agua potable puede ser letal si a uno se le sumerge en ella durante un par de minutos.

### ¿Estrategia para la tragedia, o estrategia para el cambio?

La infraestructura industrial actual está diseñada para la generación de crecimiento económico. Lo consigue, pero a expensas de otras necesidades vitales, en particular, la salud humana y del ecosistema, la riqueza natural y cultural, e incluso la diversión y el disfrute. Salvo por algunos aspectos colaterales positivos generalmente conocidos, la mayoría de los métodos y materiales industriales son involuntariamente empobrecedores.

Pero, del mismo modo que los industriales, ingenieros, diseñadores y desarrolladores del pasado no tenían intención de acarrear tan devastadoras consecuencias, quienes hoy perpetúan esos paradigmas seguramente tampoco pretenden dañar al mundo. La basura, la contaminación, los productos toscos y otros efectos negativos que aquí hemos descrito no son el resultado de corporaciones que actúan de forma moralmente reprochable. Son la consecuencia de diseños desfasados y nada inteligentes.

Sin embargo, el daño es seguro y grave. Las industrias modernas están erosionando algunos de los logros básicos aportados por la industrialización. Las existencias de alimentos, por ejemplo, han crecido tanto que permiten alimentar a más niños, pero también es cierto que más niños se acuestan hambrientos. Pero si incluso niños bien alimentados son expuestos habitualmente a sustancias que pueden provocar mutaciones genéticas, cáncer, asma, alergias, y otras complicaciones derivadas de la contaminación industrial y los residuos, entonces, ¿qué es lo que hemos conseguido?

Un diseño pobre a tal escala va más allá del tiempo de una vida humana. Constituye lo que denominamos una *tiranía remota intergeneracional* —nuestra tiranía sobre futuras generaciones a través de las consecuencias de nuestros actos de hoy.

En algún momento, un fabricante o diseñador toma una decisión. "No podemos seguir haciendo esto. No podemos seguir soportando y manteniendo este sistema." En algún momento, alguien decidirá que prefiere dejar en herencia un diseño positivo. Pero, ¿cuándo será ese momento?

Nosotros decimos que ese momento es hoy, y que la negligencia comenzará mañana. Una vez se ha comprendido la destrucción que se está produciendo, si no se hace algo para cambiarlo, incluso si nunca se tuvo la intención de causar tal destrucción, entonces se está realmente implicado en la estrategia de la tragedia. Se puede continuar involucrado en dicha estrategia de la tragedia, o se puede diseñar y propiciar una *estrategia de cambio*.

A lo mejor se podría creer que ya existe una estrategia de cambio viable. ¿Acaso no hay ya una serie de movimientos activos: "verdes", "ecologistas", "eco-eficientes"? El siguiente capítulo se acercará a esos movimientos, y a las soluciones que proponen.

## Capítulo 2

# Por qué lo menos malo no es bueno

Los esfuerzos por una industria con menor impacto se remontan a los primeros estadios de la Revolución Industrial, cuando las factorías eran tan destructivas y contaminantes que tenían que ser controladas para que no causaran enfermedades inmediatas o la muerte. Desde entonces, la respuesta típica a la destrucción de origen industrial ha sido la de hallar una vía de aproximación menos dañina. Esta aproximación tiene su propia terminología, con la que estamos mayoritariamente familiarizados: *reducir, evitar, minimizar, sostener, limitar, detener*. Durante mucho tiempo, estos términos han sido los básicos en la mayoría de las consideraciones ambientales de la industria actual.

Uno de los primeros mensajeros de la oscuridad fue Thomas Malthus que, a finales del siglo XVIII, advirtió que los humanos se reproducirían de forma exponencial, con consecuencias devastadoras para la humanidad. La opinión de Malthus fue muy impopular durante la excitación explosiva de los primeros tiempos industriales, cuando tanto se hizo a partir del potencial de la humanidad para lo bueno, cuando su creciente capacidad de moldear la tierra para servir a sus propios propósitos era percibida básicamente como constructiva; y cuando el crecimiento de la población era visto como un síntoma positivo. La visión de Malthus

no era la de un gran progreso deslumbrante, sino de oscuridad, escasez, pobreza y hambruna. Su *Population: The First Essay*, publicado en 1798, era una respuesta al ensayista y utopista William Godwin, que a menudo hizo suya la causa de la "perfectibilidad" del hombre: "He leído algunas de las especulaciones sobre la perfectibilidad del hombre y de la sociedad con gran deleite", escribió Malthus<sup>20</sup>. "He disfrutado y me ha reconfortado el encantador panorama que describe." Pero concluía diciendo que "el peso de la población es tan superior a la capacidad de la tierra para permitir la subsistencia del hombre, que una u otra forma de muerte prematura acabará por visitar a la raza humana". Por su pesimismo (y por su sugerencia de que la gente debería practicar menos sexo), Malthus se convirtió en una caricatura cultural. Incluso en nuestros días su figura se asocia a la actitud de un avaro<sup>†</sup> con respecto al mundo.

Mientras Malthus hacía sus sombrías predicciones sobre la población humana y los recursos, otros iban notando cambios en la naturaleza (y en el espíritu) a medida que la industria se extendía. Escritores románticos ingleses, como William Wordsworth o William Blake, describieron el alcance potencial de la naturaleza como fuente de inspiración de la imaginación y de la espiritualidad, y se manifestaron en contra de una sociedad urbana cada vez más mecanicista, y que cada vez dedicaba más atención al tener y al gastar. Los norteamericanos George Perkins Marsh, Henry David Thoreau, John Muir, Aldo Leopold, entre otros, continuaron esta tradición literaria durante los siglos XIX y XX en el Nuevo Mundo. Desde los bosques de Maine, desde Canadá, Alaska, el medio oeste y el suroeste de Estados Unidos, estas voces a favor de la vida silvestre conservaron mediante el lenguaje la naturaleza que amaban, lamentaron su destrucción, y reafirmaron la creencia de que, en palabras famosas de Thoreau, "en la naturaleza salvaje<sup>21</sup> está la salvación del mundo". Marsh fue uno de los primeros en

<sup>†</sup> N. del T. En el original, "Scrooge-like" ("como la de Scrooge"): referencia al personaje de "Cuento de Navidad", de Charles Dickens, prototipo del avaro como el Harpagon de Molière.

comprender la capacidad del hombre para desencadenar una destrucción duradera del entorno, y Leopold anticipó algunos de los sentimientos de culpabilidad que caracterizan a la mayor parte del ambientalismo actual:

*Cuando envío<sup>22</sup> estas reflexiones a una imprenta, estoy contribuyendo a la tala de los bosques. Cuando vierto crema en mi café, estoy ayudando a desecar una marisma para pastos de vacas, y a exterminar a los pájaros en Brasil. Cuando me desplazo en mi automóvil Ford para contemplar pájaros o cazar, estoy destruyendo los campos petrolíferos, y reeligiendo a un imperialista para que produzca caucho para mí. Y más aún: cuando tengo más de dos hijos, estoy creando la necesidad insaciable de más imprentas, más vacas, más café, más crudo, para los cuales más pájaros, más árboles y más flores serán muertos... o expulsados de sus distintos entornos.*

Algunos de estos hombres ayudaron a crear asociaciones conservacionistas, como el Sierra Club y la Wilderness Society, para el mantenimiento y la preservación de la naturaleza frente al crecimiento industrial. Sus escritos fueron y siguen siendo fuente de inspiración para las subsiguientes generaciones de ambientalistas y de amantes de la naturaleza.

Pero no fue hasta la publicación en 1962 de *Silent Spring* ("Primavera silenciosa"), de Rachel Carson, que esta tendencia romántica de valoración de la naturaleza se transformó en preocupación con una base científica. Hasta entonces, ambientalismo significaba protestar contra los daños obvios —la deforestación, la destrucción de la minería, la contaminación de las fábricas, y otros cambios visibles— y la búsqueda de la conservación de paisajes apreciados, como las White Mountains de New Hampshire, o Yosemite en California. Carson sacó a la luz algo más insidioso: imaginó un paisaje sin cantos de pájaros, y continuaba explicando que los productos químicos hechos por los humanos —en particular los plaguicidas como el DDT— estaban arrasando el mundo natural.

Aunque costó casi una década conseguirlo, *Silent Spring* condujo a la prohibición del DDT en Estados Unidos y en Alemania, y originó una controversia, que aún sigue, sobre los peligros de los productos químicos industriales. Influyó en políticos y científicos hasta que algunos abrazaron la causa y formaron grupos como Environmental Defense, Natural Resources Defense Council, World Wildlife Federation, y BUND (la federación alemana para la conservación del medio ambiente y de la naturaleza). Los ambientalistas ya no sólo se preocupaban por la conservación, sino por el seguimiento y la reducción de los productos tóxicos. El declive de la vida silvestre y la reducción de los recursos se combinaron con la contaminación y los residuos tóxicos como principales campos de preocupación.

El legado de Malthus seguía siendo poderoso. Poco después de la aparición de *Silent Spring*, en 1968, Paul Ehrlich, pionero del ambientalismo moderno y biólogo eminente que trabajaba en Stanford, publicó un aviso alarmante, de proporciones malthusianas, *The Population Bomb* ("La bomba poblacional"), en el que exponía que las décadas de los setenta y ochenta serían una etapa oscura de escasez de recursos y de hambruna, durante la cual "centenares de millones<sup>23</sup> de personas morirían de hambre". También señalaba la costumbre humana de "utilizar la atmósfera como vertedero". "¿Queremos realmente seguir así y ver con qué nos encontramos al final?", se preguntaba. "¿Qué ganamos con jugar a la 'ruleta medioambiental'?"

En 1984, Ehrlich y su mujer, Anne, continuaron el primer libro con otro, *The Population Explosion* ("La explosión poblacional"). En este segundo aviso a la humanidad afirmaban: "Entonces, la mecha estaba ardiendo<sup>24</sup>; ahora, la bomba ha hecho explosión". Y seguían diciendo que "entre las principales causas subyacentes de malestar del planeta, está el crecimiento desmesurado de la población humana y su impacto tanto en los ecosistemas como en las comunidades humanas". El primer capítulo se titula "¿Por qué no está todo el mundo tan asustado como nosotros?" y su punto de partida arranca con dos sugerencias urgentes: "Detener

el crecimiento de la población humana de la forma más rápida y humanamente posible", y "convertir el sistema económico de un modelo de crecimiento a otro de sostenibilidad, reduciendo el consumo per cápita".

Asociar crecimiento a consecuencias negativas ha sido uno de los principales temas de los ambientalistas de la era moderna. En 1972, entre la publicación del primer y del segundo aviso de Ehrlich, Donella y Dennis Meadows, y el Club de Roma (un grupo de líderes mundiales de la empresa, los gobiernos y la ciencia) publicaron otra seria advertencia, *Los límites del crecimiento*. Los autores señalaban que los recursos disminuían debido al crecimiento de la población y al poder destructivo de la industria, y concluían: "Si las tendencias actuales<sup>25</sup> del crecimiento de la población, la industrialización, la contaminación, la producción de alimentos y la esquilmación de recursos continúan sin cambios, alcanzaremos los límites del crecimiento en este planeta en algún momento de los próximos cien años. El resultado más probable será un declive súbito e incontrolable tanto de la población como de la capacidad industrial".

Veinte años después, una segunda parte, titulada *Beyond the Limits* ("Más allá de los límites"), concluía con más advertencias: "Minimizar el uso<sup>26</sup> de los recursos no renovables"; "Prevenir la pérdida de los recursos renovables"; "Utilizar todos los recursos con la máxima eficiencia"; "Ralentizar y eventualmente detener el crecimiento exponencial de la población y del capital natural".

En 1973, el libro de Fritz Schumacher *Small is Beautiful: Economics as If People Mattered* ("Lo pequeño es bello: la economía como si la gente importara") trataba el problema del crecimiento desde un ventajoso punto de vista filosófico. "La idea de un crecimiento económico ilimitado<sup>27</sup>", escribió, "mayor y mayor hasta que todo el mundo esté saturado de bienestar y riquezas, necesita seriamente ser cuestionada". Además de propugnar tecnologías a pequeña escala y no violentas que pudieran "revertir las tendencias negativas que a todos nos amenazan ahora", Schumacher afirma-

ba que la gente debía asumir un fuerte cambio en cuanto a lo que se consideraba bienestar y progreso: "Máquinas cada vez mayores, que requieren cada vez mayores concentraciones de poderío económico y que ejercen una violencia cada vez mayor contra el entorno, no representan progreso: son una negación de la sabiduría". Defendía que la auténtica sabiduría "sólo puede hallarse dentro de uno mismo", permitiéndonos así "ver la vacuidad y la insatisfacción fundamentales de una vida dedicada en primer lugar a la consecución de objetivos materiales".

Al mismo tiempo que estos ambientalistas emitían importantes advertencias, otros sugerían maneras para que los consumidores redujeran su impacto negativo en el entorno.

Encontramos una versión más reciente de este mensaje en el libro, de 1998, de Robert Lillienfeld y William Rathje *Use Less Stuff: Environmental Solutions for Who We Really Are* ("Use menos cosas: soluciones medioambientales para quienes realmente somos"). Los consumidores deben ser los primeros en reducir el impacto ambiental negativo, defienden los autores: "La pura verdad<sup>28</sup> es que nuestras principales preocupaciones medioambientales son provocadas o agravadas por el consumo siempre creciente de bienes y servicios". Defienden que este impulso devorador de la cultura occidental es comparable a la adicción a alguna droga o al alcohol: "El reciclaje es una aspirina, que alivia una resaca de sobreconsumo... de un colectivo más bien grande". O también: "La mejor manera de reducir cualquier tipo de impacto ambiental no consiste en reciclar más, sino en producir y tirar menos".

La tradición de emitir mensajes urgentes, a menudo emotivos, a productores y consumidores es rica y duradera. Pero a la propia industria le llevó décadas simplemente escucharlos. De hecho, no fue hasta los años noventa que los líderes industriales comenzaron a reconocer que había motivos para alarmarse. "Lo que creíamos ilimitado, tiene límites<sup>29</sup>", dijo en 1997 Robert Shapiro, presidente y director general de Monsanto, durante una entrevista, "y estamos empezando a encontrárnoslos".

La Cumbre de la Tierra de 1992, en Río, uno de cuyos promotores fue el hombre de negocios canadiense Maurice Strong, se organizó como respuesta a estas preocupaciones. Aproximadamente 30.000 personas de todas las partes del mundo, más de un millar de líderes mundiales, y representantes de 167 países se reunieron en Río de Janeiro para encontrar respuestas a las alarmantes muestras del declive ambiental. A pesar de la profunda desilusión de muchos, no se alcanzaron acuerdos obligatorios. (Se dice que Strong ironizó: "Había muchos jefes de estado, pero no auténticos líderes".) Pero de los industriales participantes sí surgió una estrategia básica: la eco-eficiencia. Las máquinas de las industrias serían reequipadas con motores más limpios, más rápidos, más silenciosos. La industria se redimiría así de su reputación sin cambios significativos en sus estructuras y sin comprometer su búsqueda del beneficio. La eco-eficiencia transformaría la industria humana de un sistema que toma, produce y tira a otro que integraría preocupaciones económicas, ambientales y éticas. Las industrias, en todo el planeta, consideran actualmente que la eco-eficiencia es la estrategia de cambio más correcta.

¿Qué es la eco-eficiencia? En primer término, quiere decir "hacer más con menos", un precepto cuyas raíces se remontan a los principios de la industrialización. El propio Henry Ford era un defensor de la política de efectuar los procesos de una forma más sencilla y limpia, y ahorró así millones de dólares a su compañía, reduciendo los residuos y fijando nuevos estándares con su cadena de montaje que ahorra tiempo. "Hay que extraer el máximo a la energía, al material, y al tiempo<sup>30</sup>", escribió en 1926; un credo que la mayoría de los directivos actuales expondrían, orgullosos, en las paredes de sus oficinas. Donde tal vez más famosa se haya hecho la articulación de unir eficiencia con sostenibilidad del medio ambiente es en el informe publicado en 1987 por la Comisión Mundial de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Medio Ambiente titulado *Our Common Future* ("Nuestro futuro en común"). Allí se advertía que si no se intensificaba el control de la contaminación, la salud humana, la propiedad y los ecosistemas se verían seriamente amenazados, y la existencia urbana sería

intolerable. "Debería animarse<sup>31</sup> a aquellas industrias y operaciones industriales que sean más eficientes en el uso de los recursos, a las que generen menos contaminación y residuos, a las que estén basadas más bien en recursos renovables que en no renovables, y a las que minimizan los impactos adversos irreversibles sobre la salud humana y el medio ambiente", decía la comisión en su agenda para el cambio.

El término eco-eficiencia fue oficialmente acuñado cinco años después por el Business Council for Sustainable Development ("Consejo Empresarial para el Desarrollo Sostenible"), un grupo de 48 promotores industriales que incluía a Dow, DuPont, Conagra y Chevron, al cual se había solicitado que aportara una perspectiva empresarial a la Cumbre de la Tierra. El Consejo redactó su llamada al cambio en términos prácticos, centrándose más en lo que los negocios podían obtener de una nueva concienciación ecológica que en lo que el medio ambiente podía perder si la industria mantenía las pautas actuales. El informe del grupo, *Changing Course* ("Cambiando el rumbo"), que estaba previsto ser dado a conocer en simultaneidad con la cumbre, resaltaba la importancia de la eco-eficiencia para todas aquellas compañías que quisieran ser competitivas y sostenibles, y que quisieran tener éxito a largo plazo. "En una década<sup>32</sup>", predijo Stephan Schmidheiny, uno de los fundadores del Consejo, "será casi imposible que un negocio pueda ser competitivo sin ser también 'eco-eficiente' —añadiendo más valor a un bien o un servicio a la vez que se utilicen menos recursos y se genere menos contaminación".

La eco-eficiencia se ha abierto camino en la industria con un éxito extraordinario, incluso más rápidamente de lo que predijo Schmidheiny. El número de corporaciones que la está adoptando sigue creciendo, e incluye gigantes de la talla de Monsanto, 3M (cuyo 3P —Pollution Pays Program, "Programa de Pago por Contaminación"— comenzó en 1986, antes de que eco-eficiencia se convirtiera en un término de uso habitual), y Johnson & Johnson. Las famosas tres "R" del movimiento —reducir, reutilizar, reciclar— siguen permanentemente ganando popularidad, tanto en el ho-

gar como en el lugar de trabajo. Esta tendencia resulta en parte de los beneficios económicos de la eco-eficiencia, que pueden llegar a ser considerables; 3M, por ejemplo, anunció que hasta 1997 había ahorrado más de 750 millones de dólares<sup>33</sup> gracias a proyectos de prevención de la contaminación, y otras compañías también publicitan estar realizando grandes ahorros. Evidentemente, reducir el consumo de recursos, el uso de energía, las emisiones y los residuos resulta también beneficioso para el medio ambiente —y para la moral de las personas. Uno se siente mejor cuando oye que una compañía como DuPont ha recortado sus emisiones de productos químicos causantes de cáncer en casi un 70 por 100 desde 1987<sup>34</sup>. Las industrias eco-eficientes pueden actuar beneficiosamente para el medio ambiente, y la gente puede sentirse menos atemorizada con respecto al futuro, ¿o no?

### Las cuatro 'R': Reducir, Reutilizar, Reciclar —y Regular

Ya se trate de reducir la cantidad de residuos tóxicos generados o emitidos, o la cantidad de materias primas utilizadas, o incluso el propio tamaño del producto (lo que en círculos empresariales se denomina 'desmaterialización'), la reducción es uno de los mandamientos básicos de la eco-eficiencia. Pero la reducción, en cualquiera de las áreas antedichas, no acaba con el agotamiento y la destrucción —sólo los ralentiza, haciendo que ocurran en incrementos más pequeños a lo largo de un período de tiempo más largo.

Reducir la cantidad de emisiones peligrosas, producida por la industria, puede ser un objetivo eco-eficiente importante. Parece inalcanzable, pero estudios recientes muestran que, con el tiempo, incluso pequeñas cantidades de emisiones peligrosas pueden tener consecuencias desastrosas sobre los sistemas biológicos. Éste es el problema particularmente grave de los disruptores endocrinos, productos químicos industriales que se encuentran en numerosos plásticos modernos y en otros bienes de consumo, que actúan a imitación de las hormonas y conectan con receptores en los seres humanos y otros organismos. En *Our Stolen Future* ("Nuestro futu-

ro robado"), un informe demoledor<sup>35</sup> sobre determinados productos químicos sintéticos y el medio ambiente, Theo Colburn, Dianne Dumanoski y John Peterson Myers aseguran que "cantidades sorprendentemente pequeñas de estos compuestos hormonalmente activos pueden provocar todo tipo de disfunciones biológicas, en particular a la placenta". Es más, según estos autores, muchos estudios sobre los riesgos de los productos químicos industriales se han centrado en el cáncer, mientras que la investigación sobre otros tipos de daños debidos a la exposición apenas ha comenzado.

En otro frente, nuevas investigaciones sobre las partículas<sup>36</sup> microscópicas liberadas durante los procesos de incineración y de combustión, como los que tienen lugar en las centrales energéticas y en los automóviles, muestran que pueden alojarse en los pulmones y dañarlos. Un estudio de Harvard de 1995 muestra que por lo menos 100.000 personas mueren anualmente en Estados Unidos como consecuencia de estas diminutas partículas. Aunque existen reglamentaciones para el control de sus emisiones, no empezarán a ponerse en práctica hasta 2005 (y si la legislación sólo reduce su cantidad, pequeñas proporciones de dichas sustancias seguirán constituyendo un problema).

Otra estrategia de reducción de residuos es la incineración, que suele ser percibida como más saludable que los vertederos, y de la cual quienes defienden la eficiencia energética alaban la conversión que hacen de "basura por energía". Pero los residuos en las incineradoras arden únicamente porque materias valiosas, como el papel y el plástico, son inflamables. Como estas materias nunca fueron diseñadas para ser quemadas sin que resultaran dañinas, durante la incineración pueden liberar dioxinas y otros tóxicos. En Hamburgo, Alemania, las hojas de algunos árboles contienen concentraciones tan altas de metales pesados del hollín de las incineradoras que las mismas hojas deben ser quemadas, lo cual se convierte en un círculo vicioso con efecto doble: materias valiosas, como dichos metales, se "bioacumulan" en la naturaleza hasta niveles posiblemente nocivos, y su posible uso industrial se pierde así para siempre.

El aire, el agua y la tierra no pueden absorber de forma inocua nuestros desechos salvo que éstos sean completamente saludables y biodegradables. A pesar de errores conceptuales persistentes, incluso los ecosistemas acuáticos son incapaces de purificar y destilar los residuos dañinos hasta niveles de salubridad. Sabemos demasiado poco sobre los contaminantes industriales y sus efectos sobre los sistemas naturales como para que la "ralentización" sea una estrategia saludable a largo plazo.

Encontrar mercados que *reutilicen* los residuos puede también hacer sentir a industrias y clientes que se está haciendo algo bueno para el medio ambiente, porque cantidades enormes de residuos parecen "desaparecer". Pero, en muchos casos, estos residuos –y cualquier tóxico y producto contaminante que contengan– son simplemente trasladados a otro sitio. En algunos países en vías de desarrollo, el lodo de las alcantarillas se recicla como alimento para animales, pero el diseño actual de las plantas depuradoras, y el tratamiento dado a las aguas residuales por los sistemas convencionales producen un lodo que contiene productos químicos que no pueden ser un alimento sano para ningún animal. El lodo resultante del tratamiento de las aguas residuales también sirve como fertilizante, con la buena intención de hacer uso de los nutrientes, pero tal como se procesan actualmente pueden contener sustancias perjudiciales (como dioxinas, metales pesados, disruptores endocrinos y antibióticos) que no resultan apropiadas para fertilizar las cosechas. Incluso el lodo de las aguas fecales residuales, que incluye papel higiénico obtenido de papel reciclado, puede contener dioxinas. Salvo en el caso de que los materiales hayan sido específicamente *diseñados* para, finalmente, acabar siendo alimento saludable para la naturaleza, también el compostaje puede presentar problemas. Cuando los residuos municipales llamados biodegradables, incluyendo los envases y el papel, se usan para compost, los productos químicos y componentes tóxicos de los materiales pueden ser liberados al entorno. Incluso si esos venenos existen en cantidades ínfimas, manejarlos puede no resultar seguro. En algunos casos, en realidad sería menos peligroso enterrar los materiales en vertederos sellados.

¿Y qué hay del *reciclaje*? Tal como hemos apuntado, la mayoría del reciclaje en realidad es *infraciclaje*, por lo que la calidad de un material se reduce con el tiempo. Cuando se reciclan plásticos distintos de los utilizados en las botellas de refrescos o de agua, se los mezcla con diferentes plásticos para producir un híbrido de menor calidad, que es moldeado de forma amorfa y barata, para fabricar, por ejemplo, bancos para parques o tacos para amortiguar el frenado de los vehículos en las carreteras. Los metales son a menudo infraciclados. Por ejemplo: el acero de alta calidad utilizado en los automóviles –acero muy elástico y rico en carbono– se "recicla" fundiéndolo con otros componentes del automóvil, incluyendo el cobre de los cables del coche, las capas de pintura y los plásticos. Estos materiales disminuyen la calidad del acero reciclado. Se puede añadir más acero de alta calidad para que el híbrido sea suficientemente resistente para su siguiente uso, pero no tendrá las mismas propiedades materiales para poderse volver a utilizar en nuevos coches. En el proceso se pierden materiales como los metales raros (cobre, manganeso y cromo), así como las pinturas, los plásticos y otros componentes que tenían valor para la industria en un estado sin mezclar, de alta calidad. Actualmente, carecemos de tecnología para separar las capas de polímeros y de pinturas del metal de automoción antes de procesar éste; por tanto, incluso aunque un coche hubiera sido diseñado para ser desmontado, no es técnicamente factible "cerrar el ciclo" con respecto al acero de alta calidad. La producción de una tonelada de cobre tiene como consecuencia la generación de cientos de toneladas de residuos, pero el cobre contenido en algunas aleaciones de acero es en realidad más abundante que en el propio mineral de cobre. Y la presencia de cobre debilita el acero. Imaginemos cuán útil sería que las industrias dispusieran de algún procedimiento para recuperar ese cobre en lugar de perderlo constantemente.

El aluminio es otro material valioso pero constantemente infraciclado. La típica lata de refresco consta de dos tipos de aluminio: el casco se compone de una aleación de aluminio, manganeso y algo de magnesio, sin embargo las coberturas y las pinturas, y la

parte dura superior es de una aleación de aluminio y magnesio. En el reciclaje convencional, ambos materiales se funden juntos, produciendo un material más débil, y por tanto menos útil.

Los materiales y el valor perdidos no son las únicas preocupaciones. El infraciclado puede realmente aumentar la contaminación de la biosfera. Las pinturas y los plásticos fundidos en el acero reciclado, por ejemplo, contienen productos químicos dañinos. Los hornos de arco eléctrico que reciclan el acero secundario para materiales de construcción son actualmente una gran fuente de emisiones de dioxinas, un triste efecto colateral para un proceso supuestamente provechoso para el medio ambiente. Como los materiales infraciclados, de todas las clases, son en realidad menos resistentes que sus predecesores, a menudo se les añaden más productos químicos para hacerlos más útiles de nuevo. Por ejemplo: al fundir y combinar varios plásticos, sus polímeros –las cadenas que los hacen fuertes y flexibles– se acortan. Como las propiedades materiales de este plástico reciclado se han visto alteradas (su transparencia y su resistencia a la tensión han disminuido) se les puede añadir aditivos químicos o minerales hasta alcanzar el grado deseado de calidad. En consecuencia, el plástico infraciclado puede tener más aditivos que el plástico "virgen".

Dado que no fue diseñado pensando en su reciclaje, el papel requiere procedimientos intensivos de blanqueado, así como otros procesos químicos, para que pueda volver a ser blanco en su reutilización.

El resultado es una mezcla de productos químicos, pulpa y, a veces, tintas tóxicas que realmente no hacen de él un producto apropiado para ser manipulado y utilizado. Las fibras son más cortas y el papel menos suave que la pasta virgen, lo cual permite a un número mayor aún de partículas escapar por abrasión al aire, en donde puede ser inhalado y así provocar irritaciones en las cavidades nasales y en los pulmones. Algunas personas han desarrollado alergia a los periódicos, que a menudo se hacen con papel reciclado.

El uso creativo de materiales infracicladados para fabricar nuevos productos puede ser equivocado, a pesar de las buenas intenciones. Por ejemplo, la gente puede sentir que está haciendo una buena elección desde el punto de vista ecológico al comprar y utilizar prendas de vestir confeccionadas con fibras hechas a partir de botellas de plástico recicladas. Pero las fibras de las botellas de plástico contienen elementos tóxicos como el antimonio, residuos catalíticos, estabilizadores ultravioletas, plásticos y antioxidantes, y ninguno de ellos fue jamás diseñado para estar en contacto con la piel humana. Otra tendencia actual es el uso del papel infraciclado para aislamientos. Para su uso se deben añadir productos químicos (tales como fungicidas para prevenir los hongos) para que el papel reutilizado sea adecuado para el aislamiento, con lo cual se incrementan los problemas ya provocados por las tintas tóxicas y otros contaminantes. El aislante puede entonces liberar a la atmósfera del hogar formaldehído y otros productos químicos.

En todos estos casos, la voluntad de reciclar ha pasado por alto otras consideraciones de diseño. Un material, por el simple hecho de ser producto para el reciclaje, no se convierte automáticamente en benigno desde el punto de vista ecológico, especialmente si no fue diseñado específicamente para ser reciclado. Adoptar ciegamente aproximaciones ecológicas superficiales sin entender plenamente sus consecuencias puede no ser mejor –y puede incluso ser peor– que no hacer nada.

El infraciclado tiene una desventaja añadida. Puede ser más caro para los negocios, en parte porque intenta forzar a los materiales a entrar en más ciclos de vida que aquellos para los que fue originalmente diseñado; esta conversión es compleja y engañosa, y consume energía y recursos. La legislación europea exige que los materiales de embalaje de aluminio o polipropileno sean reciclados. Pero, como estos embalajes no fueron diseñados para ser reciclados en nuevos tipos de embalaje, es decir, para ser reutilizados por la industria para hacer de nuevo sus productos, el cumplimiento de la legislación propicia costes operativos adicionales. Los componentes de los viejos embalajes son a menudo infracicladados en pro-

ductos de baja calidad, hasta que finalmente son incinerados o remitidos a un vertedero. En este caso, como en otros muchos, la agenda ecológica se convierte en una carga para la industria, en lugar de constituirse en una opción beneficiosa.

En *Systems of Survival* ("Sistemas de supervivencia"), la urbanista y pensadora económica Jane Jacobs describe dos síndromes fundamentales<sup>37</sup> de las civilizaciones humanas, que denomina *el guardián y el comercio*. El guardián es el gobierno, la agencia cuya primera razón de ser es preservar y proteger al público. Se reserva el derecho a matar –es decir, a declarar la guerra. Representa el interés general, y debe mantenerse al margen del comercio (véanse los conflictos sobre las contribuciones de capital a las campañas electorales, provenientes de intereses espurios).

Por otra parte está el comercio, que es el intercambio, cotidiano, de valor instantáneo. El nombre de su principal herramienta, la moneda, traduce su urgencia.<sup>†</sup> El comercio es rápido, altamente creativo, inventivo; busca constantemente el beneficio a corto o largo plazo, y es intrínsecamente honesto: no se pueden hacer negocios con personas en las que no se puede confiar. Jacobs caracteriza a cualquier híbrido de ambos síndromes como "monstruoso" por todos los problemas que interiorizaría. El dinero, la herramienta del comercio, corromperá al guardián. La regulación, la herramienta del guardián, ralentiza el comercio. Por ejemplo: un fabricante puede gastar dinero en proveer un producto mejorado que cumpla las regulaciones, pero sus clientes comerciales, que quieren rápidamente productos baratos, pueden no querer asumir los costes adicionales. Y entonces pueden buscar lo que necesitan en cualquier otro sitio, tal vez en el extranjero, donde las regulaciones son menos restrictivas. Es un desafortunado tiro por la culata cuando un producto no regulado y potencialmente peligroso hace de esto una ventaja competitiva.

<sup>†</sup> N. del T. Argumento lingüístico basado en la similaridad de las palabras inglesas "currency" (moneda, divisa) y "current/currently" (actual, actualmente).

Para aquellas políticas que intentan salvaguardar las industrias completas, las soluciones más rápidas consisten a menudo en aquellas que pueden ser aplicadas a muy gran escala, como las soluciones llamadas "de final de tubería", en las que las regulaciones se aplican a los residuos y a los canales de contaminación de un proceso o de un sistema. Aunque la legislación también puede promover que se diluyan o destilen las emisiones hasta unos niveles más aceptables, exigiendo a las empresas que aumenten la ventilación o bombeen más aire fresco hacia el interior de un edificio por causa de la baja calidad del aire de su interior, debida a las emisiones de materiales o procesos. Pero esta "solución" a la contaminación –la dilución– es una respuesta trasnochada e ineficaz, que no examina, en primer lugar, el diseño que provocó la propia contaminación. Seguimos tropezando con el mismo escollo: materiales y sistemas mal diseñados que no son apropiados para su uso en interiores.

Jacobs percibe otros problemas de los "híbridos monstruosos". La legislación obliga a las compañías a cumplir, bajo amenaza de sanciones, pero casi nunca *recompensa* al comercio por la toma de iniciativas. Dado que la regulación a menudo requiere soluciones "de final de tubería" y de talla única, en lugar de una respuesta más profunda que afecte al diseño, no incita directamente a adoptar soluciones creativas a los problemas. Y las regulaciones pueden lanzar a ecologistas e industrias unos contra otros. Puesto que la legislación comporta multas, los industriales la encuentran molesta y onerosa. Como los objetivos ambientales suelen ser impuestos por el guardián a las empresas –cuando no son simplemente percibidos como una dimensión adicional al margen de los objetivos y métodos operativos esenciales– los industriales ven las iniciativas ambientales como inherentemente antieconómicas.

No queremos ensañarnos con quienes trabajan con buenas intenciones para crear y aplicar las leyes que se supone deben proteger el bien común. En un mundo en el que los diseños son destructivos y poco inteligentes, las regulaciones pueden reducir las consecuencias inmediatas negativas. Pero, en último caso, una

regulación es una muestra de un error de diseño. De hecho, es lo que llamamos una *licencia para dañar*: un permiso, emitido por un gobierno, a favor de una industria, que permite a ésta dispensar enfermedades, destrucción, y muerte, a una tasa "aceptable". Pero, como veremos, el buen diseño puede no requerir ningún tipo de regulación.

La eco-eficiencia es un concepto aparentemente admirable, incluso noble, pero no es una estrategia de éxito a largo plazo, porque no va suficientemente a las raíces. Opera desde dentro del mismo sistema que causó el problema en su origen, y meramente lo ralentiza con prescripciones morales y medidas coercitivas. Apenas presenta algo más que la ilusión de un cambio. Confiar en la eco-eficiencia para salvar el medio ambiente supone, al final, conseguir lo contrario; permitirá a la industria acabar con todo, de forma callada, persistente y completamente.

Pensemos en la tarea de diseño retroactivo que aplicamos a la Revolución Industrial en el Capítulo 1. Si tuviéramos que mirar de modo similar a la industria bajo la influencia del movimiento de la eco-eficiencia, obtendríamos algo parecido a lo siguiente:

Diséñese un sistema industrial tal que:

- Libere al aire, al agua y a la tierra, anualmente, *menos* kilos de residuos tóxicos.
- Mida la prosperidad por la *menor* actividad.
- *Cumpla* con las estipulaciones de miles de complejas regulaciones para evitar que las personas y los sistemas naturales sean envenenados demasiado rápidamente.
- Produzca *menos* materias tan peligrosas que requerirán una vigilancia constante por parte de las futuras generaciones, que vivirán aterrorizadas al respecto.
- Resulte en la producción *menores* cantidades de basura inútil.
- Entierre en vertederos por todo el planeta *menores* cantidades de materias valiosas que jamás podrán ser recuperadas.

Sinceramente, la eco-eficiencia sólo hace que los sistemas antiguos y destructivos lo sean un poco menos. En algunos casos puede incluso ser más pernicioso, porque su funcionamiento es más sutil y con consecuencias a largo plazo. Un ecosistema puede realmente tener más probabilidades de retornar a un estado sano y completo después de un rápido colapso que deje algunos nichos intactos, que tras un proceso lento, deliberado y eficiente de destrucción de la totalidad.

### Eficiente ¿en qué?

Como hemos visto, incluso antes de que se acuñara el término eco-eficiencia, la eficiencia ya era percibida generalmente por la industria como una virtud. Querríamos poner en tela de juicio la eficiencia como objetivo general en un sistema que es en gran medida destructivo.

Consideremos los edificios energéticamente eficientes. Hace veinte años, en Alemania, la cantidad media de petróleo utilizada para la calefacción y la refrigeración de la casa media era de 30 litros anuales por metro cuadrado. Hoy, la construcción de viviendas de alta eficiencia ha reducido esa cifra hasta 1,5 litros anuales por metro cuadrado. Esta mayor eficiencia se consigue a menudo mediante un aislamiento mejor (como las coberturas plásticas en potenciales lugares de intercambio de aire, de modo que entre en el edificio menos aire del exterior), y ventanas más pequeñas y a prueba de fugas. Se supone que estas estrategias optimizan el sistema y reducen el despilfarro de energía.

Pero, al reducir la tasa de intercambio del aire, los propietarios de casas eficientes en realidad están incrementando la concentración, en el aire del interior, de los contaminantes provenientes de materiales y productos del hogar que han sido mal diseñados. Si la calidad del aire interior es baja por los productos toscos y los materiales de construcción, la gente solicitará que circule más aire fresco por el interior del edificio, y no menos.

Los edificios excesivamente eficientes también pueden ser peligrosos. Algunas décadas atrás, el gobierno de Turquía creó viviendas baratas diseñando y construyendo pisos y casas edificadas de forma "eficiente", con un mínimo de acero y de cemento. Sin embargo, durante los terremotos de 1999, estas construcciones se colapsaron con facilidad, mientras que los edificios más antiguos, "ineficientes", aguantaron mejor. A corto plazo, la gente ahorró dinero en vivienda, pero a largo plazo, la estrategia de la eficiencia se reveló peligrosa. ¿Qué tipo de beneficios sociales aporta la vivienda barata y eficiente si también expone a la gente a más peligros que la vivienda tradicional?

La agricultura eficiente puede ser pernicioso al agotar los paisajes y la vida silvestre locales. El contraste entre la antigua Alemania Democrática y la República Federal Alemana constituye un buen ejemplo. Tradicionalmente, la cantidad media de trigo producida por hectárea en Alemania oriental ha sido sólo la mitad que en Alemania occidental, porque la actividad agrícola en el oeste está más modernizada y es más eficiente. La agricultura de la región oriental, más anticuada e "ineficiente", es en realidad más saludable para el medio ambiente: tiene mayores zonas encharcadas que no han sido drenadas y conquistadas por monocultivos, y contiene un mayor número de especies raras —por ejemplo, anidan 3.000 parejas de cigüeñas, frente a 240 parejas en las tierras occidentales, más desarrolladas. Estos estanques y marismas naturales son centros vitales para la cría, para el ciclo de los nutrientes, y para la absorción y purificación del agua. Actualmente, la agricultura a través de toda Alemania se está volviendo más eficiente, destruyendo los humedales y otros hábitats, cuya consecuencia es un incremento en las tasas de extinción.

Se presentan las factorías eco-eficientes como modelos de la manufactura moderna, pero en realidad, la mayoría de ellas únicamente están distribuyendo su contaminación de formas menos evidentes. Las factorías menos eficientes, en lugar de enviar sus emisiones, a través de altas chimeneas, a otras áreas más distantes (o de importarlas), tienden a contaminar áreas locales. Al menos,

la destrucción tiende a ser más visible y comprensible: cuando se sabe a lo que se enfrenta uno, todo el mundo puede horrorizarse lo suficiente para hacer algo al respecto. La destrucción eficiente es más difícil de detectar y, por tanto, de detener.

En un sentido filosófico, la eficiencia no tiene valor propio<sup>38</sup>: depende del valor del sistema mayor, del que es parte. Un nazi eficiente, por ejemplo, es algo terrorífico. Si los propósitos son cuestionables, la eficiencia puede hacer a la destrucción aún más insidiosa.

En último lugar, pero no por ello menos importante, está el hecho de que la eficiencia no es muy divertida. En un mundo dominado por la eficiencia, cada desarrollo sólo serviría a objetivos estrechos y prácticos. La belleza, la creatividad, la fantasía, el disfrute, la inspiración y la poesía se irían al garete, creando en su lugar un mundo nada atractivo. Imaginemos un mundo totalmente eficiente: una cena italiana consistiría en una píldora roja y un vaso de agua con aroma artificial. Mozart aporrearía el piano sin piedad. Van Gogh usaría un único color. El extenso "Canto a mí mismo" de Whitman cabría en una sola página. Y, ¿qué decir del sexo eficiente? Un mundo eficiente no puede ser imaginado como un mundo delicioso. Al contrario que la naturaleza, sería completamente cicatero.

Pero no se trata de condenar a *toda* la eficiencia. Cuando se implanta, como herramienta, en un sistema mayor y efectivo principalmente con el objetivo de tener consecuencias positivas sobre una amplia gama de problemas –no simplemente los económicos– la eficiencia puede ser muy valiosa. También es valiosa cuando se la considera como una estrategia de transición que ayude a los sistemas actuales a ir parando y preparando el cambio. Pero, dado lo destructiva que es la industria moderna, intentar solamente hacerla menos mala es un objetivo limitado hasta la fatalidad.

Las aproximaciones ambientalistas de "ser menos malo" con respecto a la industria han tenido la virtud de enviar mensajes im-

portantes de preocupación medioambiental –mensajes que siguen captando la atención del público y originando importantes investigaciones. Al mismo tiempo, adelantan conclusiones que son menos útiles. En lugar de presentar una visión de cambio inspiradora y excitante, las convencionales aproximaciones ambientalistas se centran en lo que *no* hay que hacer. Este tipo de prescripciones pueden interpretarse como una especie de gestión de la culpabilidad por nuestros pecados colectivos, un placebo habitual en la cultura occidental.

En las sociedades más primitivas, el arrepentimiento, la expiación y el sacrificio eran reacciones típicas frente a sistemas complejos, como la naturaleza, sobre los cuales la gente creía tener poco control. En todo el mundo, las sociedades han desarrollado sistemas de creencias basados en mitos en los que el mal tiempo, la hambruna o la enfermedad significaban que uno había disgustado a los dioses, y los sacrificios eran una forma de apaciguarlos. En algunas culturas, incluso hoy en día, las personas deben sacrificar algo de valor para volver a obtener la bendición de los dioses (o del dios) y restablecer así la estabilidad y la armonía.

La destrucción del medio ambiente es un sistema complejo en sí mismo, extenso, con causas más profundas que son difíciles de ver y de entender. Como nuestros ancestros, podemos reaccionar de forma automática, con terror y culpa, y podemos buscar formas de purgar nuestras culpas –para lo cual el movimiento de la "eco-eficiencia" provee en abundancia, con sus exhortaciones a consumir y producir menos, por vía de la minimización, la renuncia, la reducción y el sacrificio. Los humanos están condenados por ser la especie del planeta responsable de haberlo sobrecargado más allá de lo que podía soportar; como tales culpables, debemos reducir nuestra presencia, nuestros sistemas, nuestras actividades, e incluso nuestra población, hasta volvernos casi invisibles. (Quienes creen que la población es el origen de nuestros males piensan que la gente debería en primer lugar cesar de tener hijos.) El objetivo es cero: cero residuos, cero emisiones, cero "huella ecológica".

En la medida en que se vea a los humanos como "algo malo", el cero es un buen objetivo. Pero ser menos malo es aceptar las cosas como son, creer que los sistemas pobremente diseñados, deshonrosos y destructivos son *lo mejor* que los humanos pueden hacer. Éste es, en última instancia, el error de base de la aproximación de "ser menos malo": un fallo de imaginación. Desde nuestra perspectiva, ésta es una visión deprimente del papel de nuestra especie en el mundo.

Y ¿por qué no un modelo enteramente diferente? ¿Qué significaría ser 100 por 100 bueno?

### Capítulo 3

## Eco-efectividad

He aquí un cuento sobre tres libros.<sup>†</sup>

El primero es familiar. Mide unos doce por veinte centímetros, es compacto y da gusto cogerlo. La tinta oscura resalta sobre el papel crema. Tiene una funda de colores y tapas duras y sólidas. En muchos aspectos, se trata de un objeto concebido de forma inteligente, diseñado —al igual que sus predecesores, cientos de años atrás— pensando en su portabilidad y durabilidad. Lo pueden sacar de la biblioteca centenares de personas. Se lo pueden llevar a la cama, al tren, a la playa.

Pero, aun siendo atractivo, funcional y resistente, el libro no durará indefinidamente —aunque si fuera un "best-seller" veraniego tampoco esperaríamos que lo hiciera. ¿Qué le ocurre cuando se le desecha? El papel venía de los árboles, así que la diversidad natural y los suelos han sido expoliados para que podamos leer. El papel es biodegradable, pero las tintas que tan nítidamente destacan sobre el papel y con las que se ha hecho la llamativa imagen de la cubierta contienen hollín y metales pesados. La cubierta no

---

<sup>†</sup> N. del T. Juego de palabras sobre el clásico de Charles Dickens *A tale of Two Cities* ("Cuento de dos ciudades").

es realmente de papel, sino de una mezcla de materiales: pulpa de madera, polímeros, barnices, tintas, metales pesados e hidrocarburos halogenados. No puede utilizarse saludablemente para compost, y al arder produciría dioxinas, unos de los compuestos cancerígenos más peligrosos jamás creados por los humanos.

Vayamos al segundo libro. También resulta familiar a nuestros ojos. Tiene la forma y el formato habituales de los libros, pero el papel —de un beige anodino— es fino y poroso. No tiene sobrecubierta, y la portada está impresa en una sola tonalidad de tinta, igual que el interior. Puede parecer un poco soso, pero tiene un aspecto humilde, respetuoso con la Tierra<sup>†</sup>, reconocible inmediatamente por cualquier persona ambientalmente consciente. Ese libro es el claro resultado de un intento concreto de ser ecoeficiente. Está impreso en papel reciclado —de ahí su color beige— con tintas derivadas de la soja. Además, sus diseñadores se esforzaron para "desmaterializarlo", haciéndolo con la menor cantidad posible de cualquier sustancia: por eso el soporte del texto es fino y no está estucado, y no tiene sobrecubierta. Lamentablemente, la tinta se transparenta a través del fino papel, y la falta de contraste entre la tinta y el papel obliga a forzar la vista. La encuadernación, mínima, es algo endeble al uso. No se puede decir que el libro sea "amigable"<sup>††</sup> para el lector —pero por lo menos es respetuoso con el medio ambiente<sup>†††</sup>.

Pero, ¿lo es realmente?

Quienes lo diseñaron reflexionaron mucho y durante largo tiempo sobre qué papel utilizar; todas las opciones tenían pegas. Al principio pensaron que el papel sin cloro era una buena opción, porque sabían que el cloro representa un serio problema para los ecosistemas y la salud humana (entre otras cosas porque es un precursor de las peligrosas dioxinas). Pero descubrieron que el papel totalmente libre de cloro requiere pulpa virgen, ya que

<sup>†. ††. †††</sup> N. del T. En el original, "earth-friendly", "reader-friendly" y "eco-friendly", respectivamente.

cualquier papel reciclado incluiría entre sus componentes el blanqueador. De hecho, cualquier papel fabricado a partir de cualquier pulpa de madera probablemente contenga algo de cloro, pues en los árboles se producen naturalmente sales cloradas. Menudo dilema: contaminar ríos o talar bosques.

Al final, eligieron un papel confeccionado con la mayor proporción de papel reciclado posible, intentando evitar lo que, para ellos, hubiera sido una agresión mayor. Las tintas basadas en soja también suponían un dilema, porque pueden llevar incluidos hidrocarburos halogenados u otras toxinas que quedan más biodisponibles por ser solubles en agua, aunque supuestamente se perciben más respetuosas con el medio ambiente, que las tintas convencionales, basadas en disolventes. Para que su duración fuera aceptable, la cubierta fue barnizada, por lo que no es reciclable con el resto del libro y, a causa de su alto contenido en material reciclado, las fibras de papel han llegado prácticamente al límite de su uso. Una vez más, ser menos malo resulta una elección pobretona, a nivel práctico y estético, y ambientalmente.

Imaginemos que tuviéramos que volver a pensar el concepto completo de libro, considerando no sólo los aspectos prácticos de su fabricación y uso, sino también el placer derivado de ambos. Aquí llega el tercer libro, el libro del futuro.

¿Se trata de un libro electrónico? Tal vez —esa forma está aún en su infancia. O a lo mejor adopta otra forma todavía no imaginada por nadie. Pero mucha gente encuentra agradable y cómoda la forma del libro tradicional. ¿Qué pasaría si en lugar de reconsiderar la forma del objeto reconsideráramos los materiales de que está hecho, en el contexto de su relación con el mundo natural? ¿Cómo podría hacerse para que fuera beneficioso a la vez para la gente y para el medio ambiente?

Podríamos empezar por pensar si el papel es, en sí mismo, el soporte idóneo para la lectura. Imitando las palabras de Margaret Atwood, ¿es correcto escribir nuestra historia en la piel de los

peces con la sangre de los osos? Imaginemos un libro que no es un árbol. Ni siquiera es de papel. En lugar de eso, está hecho de plásticos desarrollados a partir de un paradigma totalmente nuevo para los materiales, polímeros que son reciclables hasta la saciedad manteniendo el mismo nivel de calidad, y que han sido diseñados teniendo en cuenta sobre todo su vida futura, en lugar de hacer de blanco de problemas posteriores. Este "papel" no requiere que se talen árboles ni que se vierta cloro a las aguas. Las tintas son atóxicas y pueden borrarse del polímero mediante un proceso químico sencillo y seguro, o bien mediante un baño en agua extremadamente caliente, y en ambos casos pueden ser recuperadas y reutilizadas. La cubierta está hecha de una capa más gruesa del mismo polímero que el resto del libro, y las colas son de materiales fabricados con ingredientes compatibles, con lo que, una vez que los materiales ya no sean necesarios en su forma presente, el libro en su totalidad puede volver a ser utilizado por la industria editorial, en un proceso de reciclaje de un único y sencillo paso.

Pero no por ello el disfrute y la comodidad del lector pasan a segundo plano en el diseño responsable con el medio ambiente: las páginas son blancas y tienen un tacto sensual, y, al contrario que el papel reciclado, no amarilleará con los años. La tinta no se correrá bajo los dedos de los lectores. Aunque su próxima vida haya sido ya imaginada, este libro es suficientemente duradero para ser útil a varias generaciones. Incluso es impermeable, por lo cual puede ser leído en la playa, e incluso en una bañera muy caliente. Se compra, se lleva y se lee no como una innovación de austeridad —y tampoco solamente por su contenido— sino por el mismo placer táctil que un libro convencional. Más que pedir disculpas a los materiales con los que está confeccionado, es un homenaje a éstos. Los libros se convierten nuevamente en libros y así una y otra y otra vez, y en cada encarnación aparece un nuevo vehículo para la transmisión de imágenes e ideas frescas. La forma no se deriva simplemente de la función, sino de la evolución del propio medio, con el espíritu de la palabra impresa propagándose hasta el infinito.

El encargo que llevó al diseño de este tercer libro es el de que las propias moléculas de sus páginas contaran una historia. No el viejo cuento de daño y desesperanza, sino uno de abundancia y renovación, creatividad humana y posibilidad. Y, aunque este libro que tiene en sus manos todavía no es ese libro<sup>†</sup>, es un paso en esa dirección, el comienzo de una historia.

Nosotros no hemos sido quienes han diseñado los materiales de este libro. Tras años de analizar polímeros y someterlos a pruebas para sustituir al papel, nos encantó que a la diseñadora Janine James se le ocurriera mencionar nuestra búsqueda a Charlie Melcher, de Melcher Media. Melcher estaba trabajando con un papel adaptado a partir de una mezcla de polímeros que se había utilizado para las etiquetas de los botes de detergente, de forma que se pudiera reciclar a la vez las etiquetas y los envases en lugar de tener que separarlos. Por razones "egoístas", querían una alternativa al habitual "híbrido monstruoso". Charlie estaba buscando un papel a prueba de agua en el que poder imprimir libros que se pudieran leer en el baño o en la playa. Sabía que sus características iban más allá de la impermeabilidad, y se mostró dispuesto a dejarnos explorar sus promesas eco-efectivas. Cuando Michael lo probó, descubrió que emitía sustancias a la atmósfera de manera similar a un libro convencional. Pero podía ser reciclado, y más aún, tenía el potencial de ser *supraciclado*<sup>‡</sup>, es decir, disuelto y reconvertido en polímero de alta calidad y utilidad.

Una vez que se empieza a diseñar pensando en esta finalidad —la utilidad a corto plazo, la comodidad y el placer estético del producto, a la par con la vida permanente de los materiales de que se compone— el proceso de innovación comienza de inmediato. Dejamos de lado el antiguo modelo de producto-y-desecho y su antipática descendencia, la "eficiencia", y asumimos el reto no de ser eficientes, sino *efectivos*, con respecto a una rica mezcolanza de consideraciones y deseos.

<sup>†</sup> N. del T. Véase en la página 3 la N. del T.

<sup>‡</sup> N. del T. En el original, *upcycled*.

## El ejemplo del cerezo

Consideremos el caso del cerezo: miles de flores se transforman en frutos para pájaros, humanos y otros animales, para que el hueso pueda, eventualmente, caer al suelo, germinar, y crecer. ¿Quién, contemplando el suelo cubierto de pétalos de cerezo, no exclamaría, quejumbroso: "¡Cuánta ineficiencia y desperdicio!"? El árbol hace numerosas flores y frutos sin agotar su entorno. Una vez caídos sobre la tierra, sus materiales se descomponen y se rompen en nutrientes que alimentan a microorganismos, insectos, plantas, animales, y al propio suelo. Aunque es verdad que el árbol fabrica su "producto" en número mayor de lo que necesita para su propio éxito en un ecosistema, esta abundancia ha evolucionado (a lo largo de millones de años de prueba y error o, en términos de empresa, de I+D) para servir a numerosos y variados fines. De hecho, la fecundidad del árbol alimenta prácticamente a todo lo que tiene alrededor.

¿Cómo sería el mundo construido por los humanos si lo hubiera producido un cerezo?

Sabemos qué pinta tiene un edificio eco-eficiente. Es un gran ahorrador de energía. Minimiza la infiltración del aire sellando los lugares por los que podría colarse. (Las ventanas no se abren.) Reduce la entrada de luz solar con cristales tintados, minorando así la carga sobre los sistemas de aire acondicionado del edificio para su refrigeración, y por ende disminuyendo la cantidad de energía utilizada proveniente de combustibles fósiles. A su vez, la central energética libera al medio ambiente una cantidad menor de sustancias contaminantes, así que el que cargue con la factura eléctrica gasta menos dinero.

La planta energética local alaba a ese edificio por ser el que más energía ahorra en su área, y lo eleva a modelo de diseño medio ambiental. Si todos los edificios fueran diseñados y construidos así, argumenta, las empresas podrían respetar el medio ambiente y, de paso, ahorrarían dinero.

Ahora veamos cómo imaginamos que lo haría el cerezo: durante el día, la luz entra a raudales en el edificio. Las vistas del exterior a través de grandes ventanas sin tintar son magníficas –cada ocupante tiene cinco vistas desde cualquier sitio en el que esté sentado/a. Los empleados tienen a su disposición comestibles y bebidas deliciosos y baratos, en una sala de descanso que se abre a un patio soleado. En el espacio de oficinas, cada cual controla el flujo de aire fresco y la temperatura de la zona específica en la que respira. Las ventanas se pueden abrir. El sistema de refrigeración maximiza los flujos de aire naturales, como en una hacienda: por la noche, el sistema inyecta en el edificio el fresco aire nocturno, reduciendo la temperatura y vaciando los despachos de aire viciado y tóxicos. Una capa de plantas endémicas cubre los tejados del edificio, haciéndolos más atractivos para los pájaros y capacitándolos para absorber el agua de la lluvia, al tiempo que los tejados quedan protegidos de los choques térmicos y de la degradación por los rayos ultravioletas.

Este edificio es, de hecho, igual de eficiente energéticamente que el primero, pero ésa es una consecuencia colateral de un objetivo de diseño más complejo y de mayor alcance: crear un edificio que sea un homenaje a una serie de placeres naturales y culturales –el sol, la luz, el aire, la naturaleza, e incluso la comida– para mejorar la vida de las personas que allí trabajan.

Algunos de los elementos usados en la construcción del segundo edificio han costado algo más, por ejemplo: las ventanas que se pueden abrir son más caras que las que no. Pero la estrategia de refrigeración nocturna reduce la necesidad de aire acondicionado diurno. La abundante iluminación natural reduce la necesidad de luz fluorescente. El aire fresco hace que los espacios interiores sean más agradables, un beneficio extra para los trabajadores actuales y un atractivo más para los potenciales; por tanto, es un efecto con consecuencias económicas y estéticas. (Retener y apoyar a una fuerza laboral de talento y productiva es uno de los objetivos primarios de un director financiero, porque el coste neto contable del personal –el de contratarlo, emplearlo y retenerlo–

es centenares de veces superior al coste neto contable de un edificio medio.) En cada uno de sus elementos, el edificio expresa la visión del arquitecto y del cliente de una comunidad y un entorno centrados en la vida. Y lo sabemos, ya que fue Bill quien dirigió el equipo que lo diseñó.

Aportamos esa misma sensibilidad cuando tuvimos que diseñar una fábrica para Herman Miller, el fabricante de muebles de oficina. Queríamos dar a los trabajadores la sensación de que habían pasado el día fuera, al contrario de los trabajadores de las factorías convencionales de la Revolución Industrial, que podían no llegar a ver la luz del día hasta el fin de semana. Las oficinas y el espacio de fabricación que diseñamos para Herman Miller se construyeron con sólo un 10 por 100 más de dinero de lo que hubiera costado erigir una fábrica estándar a base de prefabricados metálicos. Diseñamos la factoría a lo largo de una alineación interior de árboles, concebida como una "calle" brillantemente iluminada por la luz del día, y que atravesaba el edificio de punta a punta. En el techo, hay claraboyas encima de cada sitio ocupado por los trabajadores, y el espacio de trabajo ofrece vistas tanto de la calle interior como de las exteriores, así que, aunque trabajen en un interior, los empleados consiguen participar de los ciclos del día y de las estaciones. (Incluso los muelles de carga para camiones tienen ventanas.) Diseñamos la fábrica para disfrutar del paisaje local y para invitar a las especies silvestres autóctonas a volver al lugar, en lugar de incitarlas a irse. El agua de las tormentas y la residual son canalizadas a través de una serie de marismas interconectadas que las depuran, y en el proceso se reduce el impacto ecológico sobre el río local, que ya sufre seriamente de inundaciones provocadas por los desagües de otros tejados, aparcamientos, y demás superficies impermeables.

Un análisis del impresionante aumento de la productividad de la factoría ha mostrado que uno de los factores ha sido la "biofilia" —el amor que las personas sienten por el exterior. La tasa de permanencia también es impresionante. Varios trabajadores que se fueron, por un mayor salario, a la factoría de un competidor, volvieron

al cabo de unas semanas. Al preguntárseles las razones, respondieron a la dirección que no podían trabajar "en la oscuridad". Se trataba de gente joven que se había incorporado recientemente, y que nunca antes había trabajado en una fábrica "normal".

Este tipo de construcción representa únicamente el comienzo del diseño eco-efectivo; todavía no constituye un ejemplo completo de los principios que abanderamos. Pero sirve para empezar a vislumbrar la diferencia entre la eco-eficiencia y la eco-efectividad, como la diferencia entre una estancia sin aire iluminada por fluorescentes, y un área soleada repleta de aire fresco, con vistas naturales y lugares agradables para trabajar, comer y conversar.

Peter Drucker ha señalado que es responsabilidad del director<sup>39</sup> "que las cosas se hagan bien". Es tarea de los ejecutivos el asegurarse de que "las cosas correctas" se hagan. Incluso el más riguroso paradigma empresarial eco-eficiente no cuestiona las prácticas y métodos básicos: un zapato, un edificio, una fábrica, un coche o un champú pueden seguir estando fundamentalmente mal diseñados, aunque los materiales y los procesos involucrados en su manufactura se hayan vuelto más "eficientes". Nuestro concepto de la eco-efectividad significa trabajar sobre las cosas correctas —sobre los productos, los servicios y los sistemas correctos— en lugar de hacer que las cosas incorrectas sean menos malas. Una vez que se están haciendo las cosas correctamente, entonces sí tiene sentido hacerlas "bien" con la ayuda de la eficiencia, entre otras herramientas.

Si la naturaleza se hubiera adherido al modelo humano de la eficiencia, habría menos flores en el cerezo, y menor cantidad de nutrientes. Habría menos árboles, menos oxígeno, y menos agua pura. Habría menos pájaros cantores. Habría menos diversidad, menos creatividad y menos disfrute. La idea de una naturaleza más eficiente, más desmaterializadora, o incluso que no generara "desperdicios" (¡imagínense una naturaleza con cero emisiones o cero residuos!) es ridícula. Lo maravilloso de los sistemas efectivos es que uno quiere que haya más de ellos, no menos.

## ¿Qué es el crecimiento?

Si se le pregunta a un niño qué es el crecimiento, lo más probable es que conteste que es algo bueno, algo natural –significa volverse más alto, más sano, más fuerte. Se suele percibir el crecimiento en la naturaleza (y en los niños) como algo bello y saludable. El crecimiento industrial, por contra, ha sido cuestionado por los ambientalistas y por otros colectivos preocupados por el uso voraz de los recursos, y por la desintegración de la cultura y del entorno. A menudo nos referimos al crecimiento urbano e industrial como a un cáncer, algo que crece por sí mismo y no para el bien del organismo en el que habita. (Como escribió Edward Abbey, "el crecimiento por el crecimiento es una locura cancerosa".)

El conflicto entre distintas visiones del crecimiento fue un foco recurrente de tensión en el Consejo para el Desarrollo Sostenible (Council on Sustainable Development) original, del presidente Clinton; se trataba de un grupo de 25 representantes de los negocios, el gobierno, diversos grupos sociales y organizaciones ambientales, que se reunió de 1993 hasta 1999. La creencia de los miembros empresariales de que el comercio requiere inherentemente autoperpetuarse, de que tiene que perseguir el crecimiento para poder alimentar continuamente su propia existencia, llevó a éstos a duros enfrentamientos con los ecologistas, para quienes el crecimiento del comercio significaba mayor caos urbano, más pérdida de bosques primigenios, de paisajes naturales, de especies, más contaminación, más residuos tóxicos, y calentamiento global. Su deseo de un escenario sin crecimiento frustraba, naturalmente, a los representantes del comercio, para los cuales el "crecimiento cero" sólo podía tener consecuencias negativas. El presunto conflicto subyacente entre naturaleza e industria parecía hacer pensar que los valores de un sistema debían ser sacrificados a favor de los del otro.

Pero resulta incuestionable que hay cosas cuyo crecimiento deseamos todos, y otras para las que no lo deseamos. Queremos que haya crecimiento de la educación, y no de la ignorancia; de

la salud, y no de la enfermedad; de la prosperidad, y no de la miseria; del agua pura, y no de las aguas envenenadas. Queremos aumentar la calidad de vida.

La clave no radica en reducir la industria y los sistemas humanos, como propugnan los abogados de la eficiencia, sino en diseñarlos para que sean mayores y mejores de un modo tal que reponga, repare y alimente al resto del mundo. Así, las "cosas correctas" que deben hacer los fabricantes y los industriales son aquellas que conduzcan a un crecimiento sano –más oportunidades, más salud, mejor alimentación, mayor diversidad, mayor inteligencia y mayor abundancia– tanto para la presente generación de habitantes como para las generaciones por venir.

Echemos una mirada más de cerca al anterior cerezo.

Según va creciendo, persigue su abundancia regenerativa. Pero no es éste un proceso con un solo objetivo. De hecho, el crecimiento del árbol desencadena múltiples efectos positivos. Provee de alimento a animales, insectos y microorganismos. Enriquece el ecosistema, secuestrando dióxido de carbono, produciendo oxígeno, limpiando el aire y el agua, y creando y estabilizando la tierra. Entre sus raíces y sus ramas, y en sus hojas, aloja a una variedad de flora y fauna que depende de él, y la una de la otra, para dar soporte a las funciones y flujos que hacen posible la vida. Y, cuando el árbol muere, vuelve a la tierra, liberando, al descomponerse, minerales que permitirán un saludable crecimiento nuevo en el mismo lugar.

El árbol no es una entidad aislada separada de los sistemas que tiene alrededor: está inextricable y productivamente ligado a ellos. Ésa es una diferencia fundamental entre el crecimiento de los sistemas industriales, tal como son ahora, y el crecimiento de la naturaleza.

Consideremos una comunidad de hormigas<sup>40</sup>. Como parte de su actividad diaria, ellas:

- Manipulan de forma segura y efectiva sus propios materiales de desecho y los de otras especies.
- Cultivan y cosechan su propia comida mientras alimentan al ecosistema del cual forman parte.
- Construyen alojamientos, granjas, vertederos, cementerios, barrios residenciales y almacenes de alimentos con materiales que pueden realmente ser reciclados.
- Crean desinfectantes y medicamentos que son saludables, seguros y biodegradables.
- Mantienen la salud de la tierra en todo el planeta.

Individualmente, somos mucho más grandes que las hormigas, pero colectivamente, su biomasa supera a la nuestra. Del mismo modo que no queda prácticamente ningún lugar en el mundo que no se haya visto afectado por la presencia humana, prácticamente no hay hábitat terrestre, desde los inhóspitos desiertos hasta el centro de las ciudades, que no haya sido afectado por alguna especie de hormigas. Son un buen ejemplo de población cuya densidad y productividad no son un problema para el resto del mundo, porque todo lo que hacen y utilizan vuelve a los ciclos, de-la-cuna-a-la-cuna, de la naturaleza. Todos sus materiales, incluso sus más letales armas químicas, son biodegradables y, una vez devueltos a la tierra, se convierten en nutrientes, restituyendo con este proceso algunos de los que tomaron para mantener a la colonia. Las hormigas también reciclan los residuos de otras especies; las hormigas parasol, por ejemplo, recogen materia en descomposición de la superficie de la tierra, la llevan abajo a sus colonias, y la utilizan para nutrir los huertos de hongos que cultivan como alimento en galerías subterráneas. Con sus movimientos y actividad, transportan minerales a las capas de tierra superiores, donde la vida vegetal y los hongos pueden emplearlos como nutrientes. Remueven y airean la tierra, y excavan canales para el drenaje, jugando así un papel vital en el mantenimiento de la fertilidad y salud del suelo. Son realmente, como señaló el biólogo E. O. Wilson, las pequeñas criaturas que hacen que el mundo funcione. Pero, aunque lo hagan funcionar, no lo *sobreexplotan*. Al igual que el cerezo, hacen del mundo un sitio mejor.

Algunas personas utilizan la expresión *servicios de la naturaleza*<sup>41</sup> para referirse a aquellos procesos que, sin intervención humana, purifican el agua y el aire, mitigan la erosión, las inundaciones y las sequías, descomponen y desintoxican los materiales, crean tierra y renuevan su fertilidad, mantienen el equilibrio y la diversidad ecológica, estabilizan el clima, y, lo cual no es menos importante, nos ofrecen satisfacciones estéticas y espirituales. No nos gusta esa focalización que el uso del término *servicios* presupone, porque la naturaleza no hace nada de todo eso para prestar un servicio a la gente. Pero resulta útil pensar en esos procesos como en una parte de una interdependencia dinámica, en la que muchos organismos y sistemas diferentes se ayudan unos a otros de múltiples maneras. Las consecuencias del crecimiento –del crecimiento del número de insectos, de microorganismos, de pájaros, de ciclos del agua y de flujos de nutrientes– tienden hacia lo positivo en cuanto que enriquecen la vitalidad de todo el ecosistema. Por otra parte, las consecuencias de un nuevo cinturón de centros comerciales, aunque pueda presentar algunos beneficios locales inmediatos (puestos de trabajo, mayor cantidad de dinero circulando por la economía local) y pueda incluso contribuir al crecimiento del PIB total del país, son ganadas a costa del declive de la calidad de vida media –más tráfico, asfalto, contaminación y residuos– que en última instancia socava incluso algunos de los más ostensibles beneficios de los centros comerciales.

Normalmente, las operaciones de fabricación convencionales tienen efectos colaterales predominantemente negativos. A una factoría textil, por ejemplo, el agua puede llegar limpia, pero suele salir contaminada por tintes industriales, que normalmente contienen elementos tóxicos como cobalto, zirconio, otros metales pesados y productos químicos para el acabado. Los residuos sólidos como los retales de tejido o los recortes de los telares presentan un problema añadido, pues la mayoría de la materia prima usada en los tejidos es de origen petroquímico. Los efluentes y lodos de los procesos de producción no pueden ser depositados en los ecosistemas de forma inocua, por lo que a menudo son enterrados o incinerados como residuos peligrosos. Las prendas,

a su vez, son vendidas en todo el mundo, y luego "desechadas" —lo cual normalmente quiere decir que o bien son incineradas, y liberan entonces sustancias tóxicas, o bien son arrojadas a vertederos. Incluso en el más bien breve ciclo de vida de la prenda, sus partículas, por abrasión, habrán ganado la atmósfera y luego habrán ido a parar a los pulmones de las personas. Todo ello en nombre de la producción eficiente.

Prácticamente todos los procesos tienen efectos colaterales. Pero pueden ser deliberados y favorables en lugar de involuntarios y perniciosos. Podemos sentirnos insignificantes ante la complejidad e inteligencia de la actividad de la naturaleza, y también podemos sentirnos inspirados por ella para diseñar algunos efectos colaterales positivos para nuestras propias fábricas, en lugar de centrarnos exclusivamente en un único fin.

Los diseñadores eco-efectivos expanden su visión desde el objetivo inicial de un producto o sistema hasta considerar la totalidad. ¿Cuáles son sus objetivos y cuáles sus potenciales efectos, tanto los inmediatos como a largo plazo, y con respecto al tiempo y al espacio? ¿Cuál es el sistema completo —cultural, comercial, ecológico— del cual este objeto manufacturado, y el proceso de su producción, formarán parte?

### **Érase que se era un tejado**

En cuanto se empieza a verlos en su totalidad, los aspectos más familiares de la fabricación humana comienzan a cambiar de aspecto. Un tejado ordinario es un buen ejemplo. Las cubiertas convencionales son de las partes más escandalosamente caras de mantener de un edificio: todo el día cociéndose bajo el sol, expuestas a la degradación por los permanentes rayos ultravioletas, y sometidas a un choque térmico constante por las dramáticas variaciones de temperatura entre el día y la noche. Pero, en un contexto más amplio, se revelan como parte del creciente paisaje de superficies impermeables (junto con las calles asfaltadas, los

aparcamientos, las aceras, y los propios edificios) que contribuyen a las inundaciones, al recalentamiento estival de las ciudades (porque las superficies oscuras absorben y reemiten la energía solar), y a la destrucción del hábitat de muchas especies.

Si consideráramos estos efectos por separado, podríamos intentar remediar el problema de las inundaciones exigiendo reglamentaciones que requirieran grandes balsas de retención para las aguas de las tormentas. "Resolveríamos" el problema del recalentamiento con equipos adicionales de aire acondicionado en los edificios de la zona, esforzándonos por ocultarnos a nosotros mismos el hecho de que estos nuevos equipos contribuirían a aumentar la temperatura ambiental que los hizo originalmente necesarios. En cuanto a la reducción del hábitat, bueno, probablemente nos encogeríamos de hombros. ¿Acaso no es la vida silvestre una víctima inevitable del crecimiento urbano?

Hemos estado trabajando con un tipo de tejado que da respuesta a todos estos problemas, incluyendo los económicos. Se trata de una ligera capa de tierra, una matriz de crecimiento, cubierta de plantas. Mantiene el tejado a temperatura constante, y aporta gratuitamente refrigeración por evaporación cuando hace calor y aislamiento cuando hace frío, y protege el tejado de los destructivos rayos solares, haciendo así que dure más. Además, fabrica oxígeno, secuestra carbono, captura partículas como el hollín, y absorbe el agua de lluvia. Y eso no es todo: se ve mucho más atractivo que el asfalto desnudo, y, mediante la gestión del agua de lluvia, ahorra dinero que de otro modo se perdería por culpa de los impuestos y los daños de las inundaciones. En lugares apropiados, incluso podría ser modificado para que generara electricidad de origen solar.

Aunque pudiera parecer una idea novedosa, no lo es. Se basa en técnicas de construcción de hace siglos. (En Islandia, por ejemplo, muchas granjas antiguas fueron construidas con piedra, madera y tierra, y los tejados con plantas.) Y se usa mucho en Europa, donde existen hoy por hoy decenas de millones de pies cuadrados de

este tipo de cubierta. Si se mejorara con la tecnología y la ingeniería sofisticadas de hoy, esta forma de cubrir sería efectiva a muchos niveles, siendo no menos importante su capacidad de cautivar la imaginación de la gente. Hemos ayudado al alcalde Richard Daley a instalar un jardín en el tejado del teatro municipal de Chicago, y ya entrevé una ciudad completamente cubierta por tejados verdes que no sólo la mantengan templada, sino que, además, produzcan energía solar y permitan el crecimiento de flores y alimentos, al tiempo que provean, frente a las ajetreadas calles de la ciudad, un santuario verde y relajante para personas y pájaros.

### Fuera de control

Acercarse al diseño desde una perspectiva eco-efectiva puede conducir a una innovación tan extremada que provoque algo completamente distinto a lo ya conocido, o también puede simplemente enseñarnos cómo optimizar un sistema ya existente. No es la solución la que es necesariamente radical, sino el cambio de perspectiva a partir del cual comenzamos, desde el antiguo punto de vista de la naturaleza como algo que debe ser controlado, hasta una declaración de compromiso.

Durante miles de años, las personas han luchado para mantener los límites entre los humanos y las fuerzas de la naturaleza; actuar así era a menudo necesario para la supervivencia. La civilización occidental, en particular, ha sido conformada por la creencia de que cambiar la naturaleza en busca de objetivos mejores es, para la humanidad, un derecho y una obligación. En palabras de Francis Bacon: "Una vez conocida la naturaleza<sup>42</sup>, ésta puede ser domesticada, gestionada y utilizada al servicio de la vida humana".

Hoy en día son pocos los desastres naturales que pueden amenazarnos a quienes vivimos en las naciones industrializadas. Desde una óptica cotidiana, estamos razonablemente a salvo de todos los acontecimientos climáticos y epidémicos, salvo los más violentos: terremotos, huracanes, volcanes, inundaciones, plagas, tal

vez un meteorito. Y, sin embargo, seguimos aferrados a un esquema mental de civilización basado en las prácticas de nuestros ancestros, quienes supieron tallarse y trazar un camino a través de la difícil naturaleza salvaje. Sobreponerse a la naturaleza y controlarla no solamente es la tendencia dominante, también se ha vuelto una preferencia estética. Los bordes o los límites de los céspedes modernos resaltan nítidamente la diferencia entre lo que pertenece a "lo natural" y "lo civilizado". En un paisaje urbano de asfalto, hormigón, acero y vidrio, la presencia de la naturaleza puede considerarse causa de desorden, o incluso simplemente inútil: algo que hay que limitar a algunos árboles y jardines cuidadosamente adornados. Todas las hojas de otoño han de ser rápidamente recogidas del suelo, en bolsas de plástico, y llevadas a los vertederos o incineradas en lugar de ser utilizadas para compost. En vez de intentar optimizar la abundancia natural, intentamos de forma automática quitárnosla de en medio. Para muchos de nosotros, acostumbrados a una cultura del control, la naturaleza en un estadio immaculado no es un sitio familiar ni acogedor.

Para insistir sobre este punto, a Michael le gusta contar la anécdota del cerezo prohibido. En 1986, en Hannover, Alemania, un grupo de vecinos decidió que quería plantar un cerezo en su calle. Pensaban que tal aditamento sería hábitat de pájaros cantores y fuente de placer para quienes quisieran comerse las cerezas, coger algunas flores, o simplemente admirar la belleza del árbol. Parecía una decisión sumamente sencilla, que únicamente conllevaría efectos positivos. Pero no fue tan fácil transponer el cerezo de sus imaginaciones a la vida real. Según normas urbanísticas aplicables a dicha barriada, no era legal plantar un cerezo nuevo. Lo que los residentes veían como algo placentero, para la legislación era un riesgo. Los transeúntes podían resbalar con los frutos y las flores. Los frutales con frutos colgantes podían incitar a los niños a trepar a ellos —una responsabilidad, en caso de que algún niño se cayera y resultara herido. Para los legisladores, lo que ocurría era simplemente que el cerezo no era suficientemente eficiente: era caprichoso, creativo, impredecible. No podía ser controlado, ni era fácil adelantársele. El sistema no estaba diseña-

do para incorporar un elemento de esa especie. Sin embargo, los vecinos presionaron, y finalmente se les otorgó un permiso especial para plantar el frutal.

El frutal prohibido es una metáfora útil de nuestra cultura del control, de las barreras –ya sean físicas o ideológicas– erigidas y mantenidas entre la naturaleza y la industria humana. Barrer hacia fuera, condenar y controlar la imperfecta abundancia de la naturaleza son funciones implícitas del diseño moderno, y rara vez, si es que ocurre, son siquiera cuestionadas. *Si la fuerza bruta no funciona, es que no se la está utilizando lo suficiente.*

A través de nuestro propio trabajo hemos aprendido que, a veces, los cambios de paradigma no se producen solamente por la aparición de nuevas ideas, sino también por la evolución de los gustos y tendencias. Las preferencias contemporáneas actualmente tienden hacia una mayor diversidad, sobre la cual Michael cuenta otra anécdota: el jardín de su madre, que estaba repleto de hortalizas, hierbas, flores salvajes, y muchas otras plantas extrañas y magníficas, fue juzgado en 1982 demasiado desordenado, demasiado "salvaje", por la Administración de la ciudad. Se le impuso una multa. En lugar de plegarse a esa "exigencia de minimalismo", como lo denomina Michael, su madre decidió seguir manteniendo el tipo de jardín que le gustaba y pagar una multa anual por su derecho a ello. Diez años más tarde, ese mismo jardín ganó un premio local por haberse convertido en hábitat de aves canoras. ¿Qué es lo que había cambiado? El gusto del público, la estética predominante. Ahora está de moda tener jardines que parezcan "silvestres".

Imaginen los frutos de tal cambio a gran escala.

### **Volviéndonos nativos**

A veces se habla, en la cultura científica y en la popular, de la colonización de otros planetas, como Marte, o de la Luna. En

parte es por la propia naturaleza humana: somos criaturas curiosas, exploradoras. La idea de franquear una nueva frontera tiene algo de necesario, incluso un tirón romántico, como la propia Luna. Pero esta idea también aporta racionalización a la destrucción, es una expresión de nuestra esperanza para encontrar una vía de salvación de la especie a cambio de destruir nuestro planeta. A este tipo de especulación nos gustaría responder: si quiere una experiencia marciana, vaya a Chile y viva en una mina de cobre típica. Allí no hay animales, el paisaje es hostil a los humanos, y el reto será tremendo. O, si prefiere un paisaje lunar, vaya a las minas de níquel de Ontario.

Hablando en serio: los humanos hemos evolucionado en la Tierra, y nuestro destino es ser de aquí. Su atmósfera, sus nutrientes, sus ciclos naturales y nuestros propios sistemas biológicos evolucionaron conjuntamente y nos mantienen aquí y ahora. La evolución, simplemente, no diseñó a los humanos para las condiciones lunares. Así que mientras reconocemos el gran valor científico de la exploración del espacio y la excitación derivada de su gran potencial de nuevos descubrimientos, y mientras aplaudimos las innovaciones tecnológicas que permiten a los humanos "llegar allá donde jamás el ser humano había puesto los pies", advertimos: no provoquemos un gran desastre aquí para luego ir a algún sitio menos hospitalario, aunque pudiéramos imaginar cómo. Utilicemos nuestro ingenio para quedarnos aquí, para volver a ser, una vez más, nativos de este planeta.

Esta declaración no significa que propugnemos la vuelta a ningún estado preindustrial. Creemos que los humanos pueden combinar lo mejor de la tecnología y de la cultura de forma que nuestros lugares civilizados reflejen una nueva visión. Las construcciones, los sistemas, los barrios, e incluso ciudades enteras, pueden estar interrelacionados con los ecosistemas circundantes de modo mutuamente enriquecedor. Coincidimos en que es importante dejar algunos espacios naturales que evolucionen por sí mismos, sin habitación ni interferencia humana indebidas. Pero también creemos que la industria puede ser tan segura, efectiva, enriquecedo-

ra e inteligente que no necesite ser separada del resto de las actividades humanas. (En esto se podría basar intrínsecamente el concepto de ordenación del territorio: cuando la producción manufacturera ya no sea peligrosa, los espacios comerciales y residenciales podrán existir junto a las factorías, para su mutuo beneficio y disfrute.)

La tribu de los Menominee, de Wisconsin –Estados Unidos– es maderera desde hace generaciones, y para ello utiliza un método de explotación que le permite aprovechar la naturaleza al tiempo que le dejan seguir su curso. Las operaciones de la industria maderera convencional se concentran en producir cierta cantidad útil de carbohidratos (pulpa de madera). Su razón de ser sólo tiene un objetivo, utilitarista: además, no tiene en cuenta cuántas especies de pájaros abriga el bosque, ni cuán estables son sus laderas, ni cuántas ocasiones –y recursos– para la paz y el disfrute ofrece y podría seguir ofreciendo durante generaciones. Habitualmente, los Menominee talan sólo los árboles más débiles, dejando a los grandes árboles-madre y suficientes ramas altas para que ardillas y otros animales arborícolas puedan habitarlas permanentemente. Esta estrategia les ha resultado enormemente productiva: ha permitido al bosque seguir su curso mientras la tribu disfrutaba de sus recursos comerciales. En 1870, los Menominee tenían 1.300 millones de pies de madera en vertical –de lo que la industria forestal conoce por valor maderable†– en su reserva de 235.000 acres. A través de los años, han conseguido 2.250 millones de pies, pese a lo cual actualmente tienen en madera viva 1.700 millones de pies –es decir, ha aumentado ligeramente. Se podría afirmar que han conseguido averiguar qué les podía ofrecer económicamente el bosque, en lugar de considerar únicamente qué es lo que querían. (Es importante destacar aquí que esta forma en particular de explotación forestal no es forzosamente válida universalmente en cuanto a su

† N. del T. (Neologismo por adaptación) A la madera potencial se refieren los industriales norteamericanos como "stumpage", de "stump" = "tocón", la parte del árbol que queda en el suelo una vez talado. Por extensión, se califica así a toda la masa maderera potencial de una extensión de bosque.

aplicación potencial. En algunos casos, incluyendo las tareas de restauración, en las que se puede eliminar un bosque de monocultivo para plantar un sistema más diverso, la tala final parece ser una herramienta adecuada. Como hace notar el Forest Stewardship Council (Consejo de Vigilancia de los Bosques), en cuanto a métodos no existen absolutos.)

Kai Lee, profesor de ciencias ambientales en el Williams College, cuenta una significativa anécdota sobre la forma en que los nativos de un lugar perciben éste. En 1986, Lee estuvo involucrado en la planificación del almacenamiento a largo plazo de los residuos radiactivos en la Reserva Hanford, un espacio enorme en el centro del estado de Washington, en el que el gobierno había producido plutonio para armamento nuclear. Pasó una mañana con los científicos discutiendo cómo marcar una zona tan grande para que incluso en un futuro remoto la gente no perforara accidentalmente en busca de agua, o, de alguna otra manera, se expusieran a radioactividad o la liberaran. Durante una pausa, vio a varios miembros de la nación india Yakima, cuyos territorios originales incluyen una gran parte de la Reserva Hanford. Habían venido para hablar con los funcionarios federales de otro tema. A los Yakima les sorprendió –e incluso les hizo gracia– la preocupación de Kai sobre la seguridad de sus descendientes. "No se preocupe", le dijeron, "les diremos dónde está". Como luego nos hizo notar Kai, "Su concepto de sí mismos y de su espacio no era histórico, como el mío, sino eterno. Esta tierra sería siempre su tierra. Ellos se encargarían de advertir a los demás de tener cuidado con los residuos dejados por nosotros".

Pero por ahora no vamos a dejar esta tierra, y empezaremos a ser nativos de ella una vez así lo hayamos reconocido.

### Los mandamientos del nuevo diseño

Un chiste ya viejo sobre la eficiencia: un comerciante de aceite vuelve del mercado y se queja a un amigo: "¡No consigo ganar

dinero vendiendo aceite de oliva! Una vez haya dado de comer al asno que carga mi aceite hasta el mercado, la mayoría de mi beneficio habrá desaparecido". El amigo le sugirió que alimentara al asno algo menos. Seis semanas después, se volvieron a encontrar en el mercado. El comerciante de aceite tenía muy mala pinta, sin dinero ni asno. Cuando el amigo le preguntó qué había ocurrido, le contestó el comerciante: "Bueno, hice lo que me aconsejaste. Di algo menos de alimento al asno, y me empezó a ir realmente bien. Así que cada vez le di menos y menos de comer, y me fue aún mejor. Pero, justo cuando estaba a punto de ser un auténtico triunfador, ¡el asno murió!".

¿Acaso es nuestro objetivo morir de inanición? ¿Privarnos a nosotros mismos de nuestra propia cultura, nuestras propias industrias, nuestra propia presencia en el planeta? ¿Tender hacia cero? ¿Cuán inspirador es realmente este objetivo? ¿Acaso no sería maravilloso que, en lugar de despotricar contra la industria humana, tuviéramos motivos para alabarla? ¿Y si los ecologistas, junto con los fabricantes de automóviles, pudieran aplaudir cada vez que alguien cambiara su coche antiguo por uno nuevo, porque los nuevos purifican el aire y producen agua potable? ¿Y si los edificios nuevos imitaran a los árboles, proporcionando sombra, hábitat para los pájaros cantores, alimentos, energía y agua pura? ¿Y si cada nueva aportación a una comunidad humana incidiera en la riqueza ecológica y cultural, además de la económica? ¿Y si las sociedades modernas fueran percibidas como activos adicionales y disfrutes a muy gran escala, en lugar de contribuir a poner al planeta al borde del desastre?

Nos gustaría proponer un nuevo objetivo al diseño. En lugar de ir refinando la actual infraestructura destructiva, ¿por qué no se reúnen personas e industrias para empezar a crear lo que sigue?:

- Construcciones que, al igual que los árboles, produzcan más energía de la que consumen y depuren sus propias aguas residuales.
- Factorías que produzcan como efluente agua potable.

- Productos que, una vez finalizada su vida útil, no se conviertan en basura inútil, sino que puedan ser devueltos al suelo para que se descompongan y se conviertan en alimentos para plantas y animales y en nutrientes para la tierra; o, en caso contrario, que puedan ser reincorporados a los ciclos industriales para proporcionar materias primas de alta calidad para nuevos productos.
- Materiales por valor de miles de millones, incluso de billones de dólares, recuperados anualmente para usos humanos y naturales.
- Medios de transporte que mejoraran la calidad de vida al tiempo que distribuyen productos y servicios.
- Un mundo de abundancia, y no uno de limitaciones, polución y desechos.

## Capítulo 4

# Basura = Alimento

La naturaleza actúa según un sistema de nutrientes y metabolismos en el que no existe la basura. Un cerezo fabrica muchas flores y frutos para que (tal vez) haya germinación y crecimiento. Por eso el árbol se cubre de flores. Pero las flores extra no son en absoluto inútiles. Caen al suelo, se descomponen, alimentan a varios organismos y microorganismos, y enriquecen la tierra. En todo el mundo, animales y humanos exhalamos dióxido de carbono, que las plantas capturan y utilizan para su propio crecimiento. El nitrógeno residual es transformado en proteínas por microorganismos, animales y plantas. Los caballos comen hierba y producen boñigas, que proporcionan alojamiento y alimentación a las larvas de las moscas. Los principales nutrientes de la Tierra —el carbono, el hidrógeno, el oxígeno y el nitrógeno— entran en ciclos y son reciclados. Los desechos son alimento.

Este sistema biológico cíclico, *de la cuna a la cuna*, ha alimentado a un planeta de inmensa abundancia y diversidad durante millones de años. Hasta hace muy poco, en términos de historia de la Tierra, era el único sistema, y todo ser vivo en el planeta pertenecía a él. El crecimiento era bueno: significaba más árboles, más especies, mayor diversidad, y ecosistemas más maduros y resistentes. Llegó entonces la industria, que alteró el equilibrio

natural de los materiales en el planeta. Los humanos tomaron sustancias de la corteza de la Tierra y los concentraron, los alteraron y los sintetizaron en enormes cantidades de materiales que no pueden ser devueltos inocuamente a la tierra. Por lo que podemos dividir, desde entonces, los flujos de materiales en dos categorías: materia biológica y materia técnica –es decir, industrial. Desde nuestro punto de vista, estos dos tipos de flujos de materiales en el planeta son simplemente *nutrientes biológicos y técnicos*. Los nutrientes biológicos son útiles para la biosfera, mientras que los nutrientes técnicos son útiles para lo que denominamos *la tecnosfera*, los procesos de producción industrial. Sin embargo, de alguna forma hemos evolucionado hacia una infraestructura industrial que ignora la existencia de los nutrientes del tipo que sean.

#### Breve historia de los flujos de nutrientes: del "De la Cuna a la Cuna" al "De la Cuna a la Tumba"

Mucho antes del auge de la agricultura, las tribus nómadas iban de sitio en sitio en busca de alimento. Tenían que viajar ligeros, por lo que sus bienes eran escasos: algunas joyas y herramientas, bolsas y vestimentas hechas de pieles de animales, canastos con raíces y semillas. Todo era confeccionado a partir de materiales locales, una vez la vida útil de dichos objetos llegaba a su fin, podían fácilmente descomponerse y ser "consumidos" por la naturaleza. Los objetos más duraderos, como las armas de piedra o de sílex, podían ser desechados. La salubridad no era un problema porque los nómadas estaban en constante movimiento. Podían dejar atrás sus residuos biológicos para realimentar el suelo. Para estas gentes, había realmente un sitio adonde "arrojar" los desperdicios.

Las primitivas comunidades agrícolas siguieron devolviendo al suelo sus residuos biológicos, restituyendo nutrientes. Los agricultores rotaban las cosechas, dejando a los campos abandonados hasta que la naturaleza los hiciera de nuevo fértiles. Con el tiempo, nuevas herramientas y técnicas agrícolas permitieron una

producción más rápida de alimentos. La población creció, y muchas comunidades comenzaron a tomar más recursos y nutrientes de los que naturalmente podían ser repuestos. Al concentrarse un mayor número de personas, comenzaron los problemas sanitarios. Las sociedades debieron de encontrar formas de deshacerse de sus desperdicios. También empezaron a tomar del suelo más y más nutrientes, y a devorar recursos (como los árboles) sin poder reemplazarlos al mismo ritmo.

Un antiguo dicho romano dice que *Pecunia non olet*: "El dinero no huele". En la Roma imperial, los criados retiraban de los espacios públicos y de los retretes de los ricos los residuos, los cuales arrojaban fuera de la ciudad. La agricultura y la tala de los árboles expoliaron de nutrientes los suelos, lo cual condujo a la erosión, y el paisaje se volvió más seco y árido, con menos tierra agrícola fértil. El imperialismo de Roma<sup>43</sup> –y el imperialismo en general– surgió en parte como respuesta a la pérdida de nutrientes; el centro se expandió, para mantener sus vastas necesidades de madera, alimentos, y otros recursos, hacia cualquier lugar. (Es sabido que, según se reducían los recursos y crecían las conquistas, la deidad agrícola romana, Marte, se convirtió en el dios de la guerra.)

William Cronon relata una relación similar entre una ciudad y su entorno natural en *Nature's Metropolis* ("La metrópolis de la Naturaleza"). Señala que las grandes áreas rurales alrededor de Chicago, "el granero de América", fueron realmente organizadas a través de los tiempos para proporcionar servicios a dicha ciudad; la delimitación de la frontera circundante no ocurrió a espaldas de Chicago, sino que estaba inextricablemente unida a la ciudad y alimentada por sus necesidades. "La historia central<sup>44</sup> del Oeste del siglo XIX es la de una economía metropolitana que se expande, creando interdependencias cada vez más sofisticadas entre la ciudad y el campo", observa Cronon. Por ende, la historia de una ciudad "debe también ser la historia de sus alrededores rurales, y la del mundo natural en el que tanto la ciudad como su campo se ubican".

Según se poblaban y crecían, las grandes ciudades generaron una presión increíble en su entorno circundante, extrayendo materiales y recursos cada vez más lejos, a medida que se iba esquilmando la tierra y tomando los recursos.

Por ejemplo: al desaparecer los bosques de Minnesota, los leñadores se trasladaron a la Columbia británica. (Estas expansiones afectaron a los pueblos nativos: los Mandan del alto Missouri fueron diezmados por la viruela, en una concatenación de hechos consecuencia de la construcción de viviendas por quienes decidían establecerse.)

Con el tiempo, todas las ciudades del mundo construyeron infraestructuras para transferir los nutrientes de un sitio a otro. Las culturas entraron en conflicto entre ellas por los recursos, la tierra y el alimento. En el siglo XIX y a principios del XX se desarrollaron los fertilizantes sintéticos, sentando las bases de la enormemente intensificada producción de la agricultura industrializada. Los suelos hoy en día dan cosechas más abundantes de lo que podrían de forma natural, pero a cambio de graves consecuencias: se erosionan a un ritmo sin precedentes, y pierden así el humus rico en nutrientes. Ya son muy pocas las explotaciones agrícolas, pequeñas, cuyos desechos biológicos devueltos a la tierra son la fuente primaria de nutrientes, y la agricultura industrializada prácticamente nunca lo hace. Es más, los fertilizantes sintéticos a menudo estaban contaminados con cadmio y elementos radiactivos propios de las rocas fosfatadas, un peligro del que normalmente no eran conscientes ni granjeros ni habitantes.

Pero algunas culturas tradicionales habían entendido bien el valor de los flujos de nutrientes. En Egipto, durante siglos<sup>45</sup>, los desbordamientos anuales del río Nilo depositaban en sus márgenes una rica capa de limo en los valles, al retirarse las aguas. Aproximadamente a partir del año 3200 a.C., los agricultores egipcios estructuraron una serie de zanjas para el regadío que canalizaba las fértiles aguas del Nilo hacia sus campos de labranza. También aprendieron a almacenar los excedentes de alimentos para los períodos de sequía. Durante siglos, los egipcios aumen-

taron estos flujos de nutrientes sin sobreexplotarlos. Cuando en el siglo XIX entraron gradualmente en el país los ingenieros franceses y británicos, la agricultura egipcia adoptó los modelos occidentales. Desde la coronación de la gran presa de Asuán en 1971, el limo que durante siglos hizo la riqueza de Egipto se acumula tras el hormigón, y mientras, la gente construye viviendas en áreas antaño fértiles y reservadas a la agricultura. Construcciones y carreteras compiten dramáticamente con la agricultura por el espacio. Egipto produce menos del 50 por 100 de sus alimentos y depende de importaciones de Europa y de Estados Unidos.

Durante miles de años, los chinos perfeccionaron un sistema<sup>46</sup> que prevenía la contaminación por patógenos de la cadena alimentaria, y fertilizaban los campos de arroz con residuos biológicos, incluyendo las heces humanas. Incluso hoy en día, en algunos hogares rurales se espera de los invitados a cenar que "devuelvan" de este modo los nutrientes, antes de marcharse, y es una práctica común entre campesinos el pagar a los domicilios para que les guarden en cajas sus evacuaciones corporales. Pero, actualmente, también los chinos se han vuelto hacia sistemas basados en el modelo occidental. Y, como Egipto, cada vez se van volviendo más dependientes de los alimentos importados.

Los humanos somos la única especie que toma de la tierra amplias cantidades de nutrientes necesarios para procesos biológicos pero que rara vez los devuelve en forma reutilizable. Nuestros sistemas ya no están diseñados para retornar así los nutrientes, salvo excepciones a nivel local. Los métodos de cosecha —como el cortar casi de raíz— aceleran la erosión del suelo, y los procesos químicos utilizados tanto en la agricultura como en la industria a menudo conducen a la salinización y a la acidificación, contribuyendo anualmente a la desertización de más de veinte veces la superficie de tierra fértil que la naturaleza crea. Puede llevar aproximadamente unos quinientos años que el suelo genere una capa de unos centímetros rica en microorganismos y flujos de nutrientes, y actualmente estamos perdiendo cinco mil veces más tierra de la que está siendo creada.

En la cultura preindustrial la gente sí que consumía cosas. La mayoría de los productos se biodegradaban de forma saludable una vez desechados, enterrados o incinerados. La excepción la constituían los metales: eran percibidos como altamente valiosos, y por tanto fundidos y reutilizados. (Por lo que en realidad eran lo que llamamos nutrientes técnicos tempranos.) Pero, a medida que avanzaba la industrialización, persistió el modo de consumo, incluso aunque la mayoría de los bienes manufacturados ya no pudieran ser consumidos.

En tiempos de escasez, reconocer el valor de los materiales técnicos dispararía su valor; la gente que creció durante la Gran Depresión, por ejemplo, era muy cuidadosa en cuanto a la reutilización de tazas, jarras y papel de aluminio, y durante la segunda Guerra Mundial, la gente ahorra gomas elásticas, papel de aluminio, acero, y otros materiales necesarios para alimentar a la industria. Pero los mercados de la posguerra se vieron inundados por materiales más baratos y por nuevos materiales sintéticos, y fue menos caro para las industrias producir nuevas botellas o nuevos envases de aluminio, de plástico o de vidrio desde una ubicación central para luego reexpedirlas, en lugar de construir infraestructuras locales para la recogida, el transporte, la limpieza y el procesamiento de objetos para su reutilización.

De forma similar, en las primeras décadas de la industrialización, la gente traspasaba, reparaba o revendía viejos productos en funcionamiento, como hornos, frigoríficos y teléfonos, a chatarreros. Ahora mismo, la mayoría de los así llamados "bienes duraderos" son tirados a la basura. (¿Quién narices llevaría a reparar hoy en día una tostadora barata? Resulta mucho más sencillo comprar una nueva que enviar las piezas al fabricante o localizar a alguien en la localidad capaz de repararla.) Los productos de usar y tirar, los desechables, se han convertido en norma.

No hay, por ejemplo, ninguna manera de que usted consuma su propio automóvil y, aunque esté compuesto por materiales técnicos valiosos, una vez haya usted decidido prescindir de él, no se

puede hacer nada con él (salvo que se dedique al "Arte Povera"<sup>†</sup>). Como ya hemos dicho, estos materiales se pierden o degradan incluso en el "reciclado" porque los coches no están diseñados desde el principio para su reciclado efectivo y óptimo como nutrientes técnicos. Es más, las industrias diseñan productos con obsolescencia incorporada, esto es, para que duren aproximadamente el tiempo habitual hasta que los usuarios deciden reemplazarlos. Incluso cosas con un auténtico potencial de reutilización, como los materiales de embalaje, están a menudo diseñados expresamente para no descomponerse en condiciones naturales. De hecho, los envoltorios pueden durar mucho más que el producto que protegían. En sitios en los que los recursos son difíciles de obtener, la gente todavía reutiliza de forma creativa los materiales para la fabricación de nuevos productos (como, por ejemplo, el utilizar viejos neumáticos para fabricar sandalias) e incluso para obtener energía (quemando materiales sintéticos como combustible). Esta creatividad es natural y adaptable, y puede ser una parte esencial de los ciclos de los materiales. Pero en tanto en cuanto estos usos sean ignorados por el diseño y la manufacturación industrial actuales, que típicamente se retraen antes de visualizar ninguna vida ulterior de sus productos, la reutilización seguirá siendo a menudo insegura, e incluso letal.

### Híbridos monstruosos

Los montones de basura apilados en los vertederos son un creciente objeto de preocupación, pero la cantidad de esos residuos —el espacio que ocupan— no es el mayor problema derivado del diseño *de la cuna a la tumba*. Son más preocupantes los nutrientes —"alimentos" valiosos tanto para la industria como para la naturaleza— que resultan contaminados, se desperdician o se pierden.

<sup>†</sup> N. del T. En el original, "Junk Art" ("Arte a partir de la basura"), corriente artística de la segunda mitad del s. XX cuya materia prima son los residuos, basuras y materiales de desecho, y cuyo precedente es la europea denominada Arte Povera ("Arte Pobre" o "Arte de la Pobreza").

No sólo se pierden por falta de sistemas de recuperación adecuados, se pierden también porque muchos de ellos son productos a los que, medio en broma, nos referimos como "productos Frankenstein" o (con las debidas disculpas a Jane Jacobs) "híbridos monstruosos" —esto es, mezclas de materiales técnicos y biológicos, de los cuales ninguno puede ser salvado tras su vida presente.

Un zapato convencional de cuero es un híbrido monstruoso. Hubo un tiempo en que el cuero se curtía con productos químicos de origen vegetal, que eran relativamente seguros, por lo que los residuos de su fabricación no constituían en realidad un problema. Tras su vida útil, el zapato podía ser biodegradado o quemado de forma inocua. Pero el curtido vegetal requiere cosechar árboles para obtener sus taninos. En consecuencia, se tardaba mucho en hacer un par de zapatos, y éstos eran caros. En los últimos cuarenta años, los taninos vegetales han sido remplazados por el curtido con cromo, que es más rápido y más barato. Pero el cromo es raro y valioso para las industrias, y en alguna de sus formas es cancerígeno. En nuestros días, el cuero de los zapatos se curte a menudo en países en vías de desarrollo, en los que se toman pocas precauciones, tal vez ninguna, para la protección de las personas y de los ecosistemas frente a la exposición al cromo; los residuos de la fabricación pueden ser arrojados a cursos de agua cercanos, o incinerados: en ambos casos se distribuirán como tóxicos (de forma a menudo desproporcionada en áreas con bajo nivel de ingresos). Además, las suelas convencionales de goma suelen contener plomo y plásticos. Con el uso, la degradación libera partículas al suelo o la atmósfera. No puede ser consumido de forma segura, ni por usted ni por el medio ambiente. Finalizada su utilidad, sus valiosos materiales técnicos y biológicos suelen acabar desaprovechados en un vertedero.

### Flujos confusos

Puede que no haya una imagen más poderosa de un residuo desagradable que las aguas negras. Es el tipo de residuo del que

la gente se alegra de estar lejos. Antes de los modernos sistemas de alcantarillado, los habitantes de las ciudades tiraban sus residuos (a veces por las ventanas), o bien los enterraban, los sumían en pozos negros bajo las casas, o los echaban a corrientes de agua, a veces aguas arriba de fuentes potables. No fue sino hasta el final del siglo XIX cuando se empezó a establecer la relación entre higiene y salud pública, lo que provocó la búsqueda de sistemas más sofisticados para el tratamiento de las aguas residuales. Los ingenieros se fijaron en las canalizaciones que llevaban el agua de lluvia hasta los ríos y pensaron que podía ser un sistema aceptable para la eliminación de las aguas negras. Pero no acababa allí el problema. De vez en cuando, echar las aguas residuales sin tratar a los cursos de agua cercanos a las viviendas podía volverse algo insoportable; por ejemplo, en 1858, durante la Gran Peste de Londres<sup>47</sup>, el hedor de los residuos en el vecino Támesis obligó a suspender las sesiones en la Cámara de los Comunes. Paulatinamente, se construyeron plantas de tratamiento de residuos para las aguas residuales, y se dimensionaron para canalizar también las aguas provenientes de las grandes lluvias.

El planteamiento original consistía en capturar los residuos de origen biológico relativamente activos, principalmente provenientes de humanos (orina y heces, el tipo de residuo que durante milenios había interactuado con el mundo natural) y convertirlo en inocuo. El tratamiento de los residuos era un proceso de digestión microbiana y bacteriana. Los sólidos eran retirados en forma de lodo, y el líquido remanente, que en su origen había conducido los residuos hasta el lugar de su tratamiento, podía liberarse básicamente como agua. Ésa era la estrategia original. Pero en cuanto el volumen de los residuos superó el de los cursos de agua al que eran vertidos, se añadieron tratamientos químicos duros a la gestión del proceso, como los basados en el cloro. Simultáneamente, se comenzaron a vender productos de uso doméstico que jamás fueron diseñados con las plantas de tratamiento en mente (ni tampoco pensando en los ecosistemas acuáticos). Además de los residuos biológicos, la gente empezó a verter todo tipo de cosas por las cañerías: latas de pintura, productos agresivos para des-

atrancar cañerías, lejía, decapantes, quitaesmaltes de uñas. Y los propios residuos de pronto acarreaban antibióticos e incluso estrógenos de las píldoras anticonceptivas. Añadamos los diversos residuos industriales, los productos de limpieza, los productos químicos, y otras sustancias que irán a sumarse a los residuos domésticos, y obtendremos como resultado mezclas altamente complejas de sustancias químicas y biológicas que seguirán llamándose residuos. Los productos antimicrobianos –como muchos jabones vendidos para su uso en el baño– pueden parecer convenientes, pero son un añadido problemático en un sistema de tratamiento cuya efectividad se basa en los microbios. Combinados con los antibióticos y otros ingredientes antibacterianos, puede que estemos poniendo en marcha un programa de creación de superbacterias hiperresistentes.

En recientes estudios se han encontrado hormonas, disruptores endocrinos, y otros componentes peligrosos en volúmenes de agua que recibían efluentes de residuos "tratados". Estas sustancias pueden contaminar los sistemas naturales y las reservas de agua potable y, como ya hemos advertido, puede provocar mutaciones en la vida animal y acuática. Tampoco las mismas alcantarillas han sido diseñadas para los sistemas biológicos: contienen materiales y revestimientos que podrían degradarse y contaminar los efluentes. En consecuencia, incluso los esfuerzos para la reutilización del lodo de las depuradoras como fertilizante se han visto contrariados por la preocupación de los granjeros por la intoxicación de las tierras.

Si tenemos que diseñar sistemas de efluentes que habrán de retornar al medio ambiente, tal vez deberíamos retroceder río arriba y considerar todas las cosas diseñadas para ir a parar a dichos sistemas como componentes de los flujos de nutrientes. Por ejemplo, el mineral fosfato se utiliza como fertilizante agrícola en todo el mundo. El fertilizante típico utiliza fosfato mineral proveniente de minas, cuyo proceso de su extracción es extremadamente destructivo para el medio ambiente. Pero el fosfato también se produce de forma natural en el fango de las aguas residuales y en otros resi-

duos orgánicos. De hecho, en el fango negro europeo, que a menudo es vertido a basureros o enterrado, los fosfatos están presentes en mayor concentración que en algunas rocas fosfatadas de China que, dicho sea de paso, son explotadas con devastadoras consecuencias para los ecosistemas locales. ¿Qué ocurriría si fuéramos capaces de diseñar un sistema que, de forma segura, capturara el fosfato ya en circulación, en lugar de desecharlo como lodo?

### Del "De la Cuna a la Tumba" al "De la Cuna a la Cuna"

Los profesionales relacionados con la industria, el diseño, el medio ambiente, y otras áreas afines, a menudo hablan del "ciclo de vida" de un producto. Está claro que son muy pocos los productos que realmente "viven", pero, de algún modo, proyectamos sobre ellos nuestra vitalidad –y nuestra mortalidad. Para nosotros, son de alguna forma miembros de la familia. Queremos que vivan con nosotros, que nos pertenezcan. En la sociedad occidental, las personas tienen tumbas, y lo mismo ocurre con los productos. Disfrutamos pensando en nosotros mismos como en individuos únicos y poderosos; y nos gusta comprar cosas nuevas, hechas con materiales "vírgenes". Desembalar un producto nuevo es un tipo de desfloración metafórica: "Este producto virgen es mío, lo estreno yo por primerísima vez. Cuando haya acabado con él (como persona especial y única que soy) para él también todo habrá acabado. Será ya historia". Las industrias diseñan y planifican de acuerdo con esta forma de pensar.

Reconocemos y comprendemos el valor de sentirnos especiales, e incluso únicos. Pero, al referirnos a los materiales, parece sensato que nos regodeemos en su homogeneidad y su capacidad de intercambio –sobre todo en los productos especiales e incluso exclusivos. A veces nos preguntamos: ¿qué hubiera pasado si la Revolución Industrial hubiera tenido lugar en sociedades que hubieran puesto el énfasis en la comunidad, y no en el individuo, y en las que la gente hubiera creído no en el ciclo *de la cuna a la tumba* sino en la reencarnación?

## Dos metabolismos en el mundo

La trama superestructural de diseño en la que nos desenvolvemos consta de dos elementos esenciales: la masa (la Tierra) y la energía (el Sol). Nada entra o sale del sistema planetario salvo el calor y, ocasionalmente, algunos meteoritos. Al margen de esto, para nuestros propósitos prácticos, vamos a considerarlo como un sistema cerrado, cuyos elementos básicos son valiosos y finitos. Todo con lo que contamos es aquello que la naturaleza ha puesto aquí. Y lo que los seres humanos hagamos no puede ser expelido "fuera".

Si nuestros sistemas contaminan la masa biológica de la Tierra y siguen expulsando materiales técnicos (como los metales), o bien los vuelven inutilizables, viviremos en un mundo limitado, en el que la producción y el consumo habrán de restringirse, y la Tierra se volverá literalmente una tumba.

Si en verdad los humanos debemos prosperar, deberemos aprender a imitar a la naturaleza en su altamente efectivo sistema *de la cuna a la cuna* con respecto a los flujos de nutrientes y al metabolismo, en los cuales el propio concepto de desecho no existe. *Eliminar el concepto de residuo significa diseñar las cosas –los productos, los embalajes y los sistemas– desde su puro origen, pensando que no existe el residuo.* Significa que los valiosos nutrientes contenidos en los materiales conforman y determinan el diseño: la forma sigue a la evolución, no sólo a la función. Creemos que esta propuesta es mucho más potente que la forma actual de hacer las cosas.

Como hemos indicado, hay dos metabolismos discretos en este planeta. El primero es el metabolismo biológico, la biosfera, los ciclos de la naturaleza. El segundo es el metabolismo técnico, la tecnosfera, los ciclos de la industria, incluyendo la cosecha de los materiales técnicos desde sus lugares naturales. Con el diseño apropiado, todos los productos y materiales manufacturados por la industria podrían alimentar de forma segura a ambos metabolismos, aportando los nutrientes para algo nuevo.

Los productos pueden estar compuestos por materiales que serán biodegradables y que se convertirán en alimento a lo largo de *ciclos biológicos*, o por materiales técnicos que no salen de los bucles de los *ciclos técnicos*, a través de los cuales circulan indefinidamente como nutrientes singulares para la industria. Para que estos dos metabolismos permanezcan sanos, valiosos, y exitosos, hay que tomar muchas precauciones para evitar que se contaminen mutuamente. Los elementos que entran en los metabolismos orgánicos no deben contener ni agentes mutagénicos, cancerígenos, tóxicos persistentes, ni otras sustancias que se acumulan en los sistemas naturales con efectos dañinos. (Sin embargo, algunos materiales que podrían lesionar al metabolismo biológico podrían ser tratados de forma segura por el metabolismo técnico.) Continuando con el razonamiento, los nutrientes biológicos no han sido diseñados para incorporarse al metabolismo técnico, en el que no solamente se perderían para la biosfera, sino que, además, reducirían la calidad de los materiales técnicos, o volverían su recuperación y reutilización más compleja.

## El metabolismo biológico

Un *nutriente biológico* es un material o producto que ha sido diseñado para volver a los ciclos naturales –literalmente, algo consumido por los microorganismos del suelo o por otros animales. La mayoría de los envases<sup>48</sup> (que ocupan el 50 por 100 del volumen de los residuos municipales) pueden ser diseñados como nutrientes biológicos, lo que llamamos *productos del consumo*. De lo que se trata es de diseñar dichos materiales a partir de componentes que puedan ser arrojados al suelo o a los depósitos de compost para que se biodegraden de forma saludable tras su uso –en otros términos, que los productos sean consumidos. No es necesario que las botellas de champú, los tubos de dentífrico, los envases de yogur, helados o zumos, duren más décadas (e incluso siglos) que los productos que contienen. ¿Por qué iban las personas y las comunidades a sentirse lastradas por el reciclado o el enterramiento de dichos materiales? Los envoltorios no preocu-

pantes podrían descomponerse de forma saludable, o ser recogidos y utilizados como fertilizantes, siendo útiles como nutrientes al suelo. Las suelas de los zapatos también podrían degradarse de forma enriquecedora para el medio ambiente. Los jabones y otros productos de limpieza líquidos podrían ser diseñados, a su vez, como nutrientes ecológicos; así, al bajar por las tuberías, pasar por los tanques de decantación, y acabar en lagos o ríos, mantendrían el equilibrio de los ecosistemas.

A principios de los años noventa, DesignTex, una división de Steelcase, nos pidió que ayudáramos en el diseño y la creación de un tejido que pudiera servir para compost; teníamos que trabajar con la fábrica textil suiza "Röhner". Se nos pidió que nos centráramos en la fabricación de un tejido único estéticamente y que fuera también inteligente desde el punto de vista ecológico. Al principio, DesignTex sometió a nuestra consideración una combinación de algodón con fibras de PET (tereftalato de polietileno) provenientes de botellas de refrescos recicladas. Ellos pensaban que no podía haber nada mejor para la protección del medio ambiente que un producto que combinaba un material "natural" con otro "reciclado". Tal material híbrido tenía las aparentes ventajas adicionales de estar ya preparado para el consumo, haber pasado las pruebas de mercado, y ser duradero y barato.

Pero, en cuanto miramos detalladamente la herencia potencial a largo plazo de tal diseño, descubrimos algunos datos fastidiosos. En primer lugar, como ya hemos mencionado, los tejidos se desgastan con su uso normal, por lo que nuestro diseño tenía que contemplar la posibilidad de que algunas partículas podían ser inhaladas o ingeridas.

Los PET van recubiertos de tintes sintéticos y de otros productos químicos, y contienen otras sustancias cuestionadas —nada parecido a lo que a persona alguna le gustaría respirar o comer. Es más, el tejido no valdría después de su vida útil ni como nutriente biológico ni como nutriente técnico. El PET de las botellas de plástico no podría volver al suelo de forma inocua, y el algodón no podría

volver a ciclos industriales. La combinación resultante sería en otro híbrido monstruoso, sumando basura a los vertederos, y hasta podría resultar peligrosa. No valía la pena fabricar tal producto.

Dejamos claro a nuestro cliente que nuestra intención era crear productos que se incorporaran a alguno de los metabolismos, biológico o técnico, y nuestro reto cristalizó. Decidimos diseñar un tejido que fuera tan seguro como para ser comido: no enfermaría a las personas que lo respiraran, ni dañaría a los sistemas naturales una vez desechado. De hecho, como nutriente biológico, alimentaría a la naturaleza.

La fábrica textil elegida para la elaboración del tejido había sido declarada "limpia" en función de los estándares medioambientales aceptados, unos de los mejores de Europa, sin embargo estaba pasando por un dilema muy interesante. Aunque el director de la fábrica, Albin Kaelin, había procedido diligentemente en cuanto a la reducción de los niveles de emisiones peligrosas, los legisladores gubernamentales habían calificado recientemente a los retales de la fábrica como residuos peligrosos. Se había comunicado al director que ya no podía enterrar los residuos peligrosos, ni llevarlos a incineradoras suizas de residuos peligrosos, por lo que tenía que exportarlos a España para su tratamiento. (Nótese aquí la paradoja: los retales de un tejido no pueden ser enterrados o eliminados sin precauciones onerosas, o bien ser exportados "de forma segura" a otras localidades, pero el producto en sí mismo puede ser vendido, como si fuera seguro, para su utilización en los hogares o las oficinas.) Deseábamos un destino distinto para nuestros tejidos: que pudieran servir de abono para el club local de jardinería, con la ayuda del Sol, del agua, y de los hambrientos microorganismos.

La fábrica entrevistó a personas que vivían en sillas de ruedas, y descubrió que su necesidad más urgente en cuanto a tejidos de asiento era que fueran resistentes y "transpirables". El equipo optó por una combinación saludable de fibras animales y vegetales sin pesticidas: lana, que aporta el aislamiento en invierno y en vera-

no, y rami, que impide el enmohecimiento. Juntas, estas fibras conformarían un tejido resistente y cómodo. Entonces empezamos a trabajar sobre los aspectos más difíciles del diseño: los acabados, los tintes, y otros procesos químicos. En lugar de filtrar al final del proceso, para su eliminación, los agentes mutagénicos, los cancerígenos, los disruptores endocrinos, los tóxicos persistentes, y las sustancias bioacumulables, los comenzamos a filtrar desde el principio. De hecho, nos remontamos más allá del diseño de un tejido inocuo; íbamos a diseñar uno que fuera nutritivo.

Sesenta compañías químicas rechazaron la invitación de unirse al proyecto, pues se sentían incómodas por tener que exponer su química al tipo de escrutinio requerido. Finalmente, una compañía europea se apuntó. Con su ayuda, eliminamos de nuestras consideraciones unos ocho mil productos químicos de uso común en la industria textil; en el camino, también eliminamos la necesidad de aditivos y de procesos correctivos. La eliminación de un tinte dado, por ejemplo, anuló la necesidad de productos químicos tóxicos adicionales para asegurar la estabilidad frente a los rayos ultravioletas. Luego buscamos ingredientes que tuvieran cualidades *positivas*. Al final, seleccionamos únicamente 38, a partir de los cuales creamos la totalidad de la cadena de producción del tejido. Lo que parecía ser un proceso de investigación caro y laborioso al final resultó resolver múltiples problemas y contribuir a un producto de mayor calidad que, en última instancia, resultó ser más barato.

El tejido entró en producción. El director de la fábrica nos contó, después, que cuando los técnicos de la Administración vinieron y sometieron a prueba el efluente (el agua que salía de la factoría) pensaron que se habían estropeado sus instrumentos. No pudieron identificar ningún elemento contaminante, ni siquiera aquellos que, según les constaba, estaban presentes en el agua que entraba en la factoría. Para confirmar que su equipamiento realmente funcionaba, lo pusieron a prueba con el agua que salía de los depósitos de abastecimiento de la ciudad. El instrumental funcionaba: lo que ocurría era, simplemente, que el agua que salía de la factoría era

igual de pura –o incluso más– que el agua que entraba en ella. Cuando el efluente de una factoría es más puro que el afluente, la compañía debería preferir utilizar su efluente como afluente. Si esto se incorpora al proceso de fabricación, se trata de un dividendo libre que queda al margen de lo que digan las normas sobre su continuación o explotación. Nuestro nuevo proceso de diseño no sólo superó las respuestas tradicionales a los problemas medioambientales (reducir, reutilizar, reciclar) sino que, además, eliminó la necesidad de la reglamentación, algo que cualquier persona del mundo de los negocios apreciará por su extremado valor.

El proceso tenía, asimismo, consecuencias colaterales positivas. Los empleados empezaron a utilizar, como espacios recreativos o espacios adicionales de trabajo, habitaciones que previamente estaban destinadas al almacenamiento de productos químicamente peligrosos. Se eliminó burocracia legal. Los trabajadores dejaron de usar los guantes y máscaras que hasta entonces les había provisto de una fina capa de protección contra los tóxicos del lugar de trabajo. Los productos de la fábrica tuvieron tanto éxito que se planteó un nuevo problema: el éxito financiero; exactamente el tipo de problema que le gusta tener a las empresas.

Como nutriente biológico, el tejido incorporaba el tipo de fertilidad que encontramos en la obra de la naturaleza. Una vez que el cliente lo desechara, no tenía más que retirar el tejido del armazón de la silla, y tirarlo al suelo o utilizarlo para compost, sin remordimientos, o incluso sintiéndose liberado. Tirar algo puede ser divertido, admitámoslo, pero hacerle un regalo al mundo natural es un placer incomparable.

### El metabolismo técnico

Un *nutriente técnico* es un material o un producto que ha sido diseñado para volver al ciclo técnico, al metabolismo industrial en el que se originó. La mayor parte de los televisores que analizamos, por ejemplo, se componían de 4.360 productos químicos.

Algunos de ellos son tóxicos, pero otros son valiosos nutrientes industriales que se pierden cuando el televisor acaba en un vertedero. Aislarlos de los nutrientes biológicos permitiría "supraciclarlos" en lugar de reciclarlos –mantener su alta calidad en un ciclo cerrado industrial. Así, por ejemplo, una robusta carcasa de plástico de computadora podría permanentemente mantenerse como una robusta carcasa de computadora, o como otro producto de alta calidad, como un componente de automóvil o un dispositivo médico, y no como un producto infraciclado como pueden ser las pantallas absorbentes de ruido o los maceteros.

Henry Ford practicó una forma temprana de supraciclado cuando mandaba sus camiones Modelo A en un cajón de madera que, al llegar a su destino, se convertía en la caja de carga del vehículo. Nosotros estamos comenzando una práctica similar que es un modesto inicio: cascarilla de arroz de Corea utilizada para envolver componentes estéreo y electrónicos enviados a Europa, y después reutilizada allí para la fabricación de ladrillos (la cascarilla del arroz contiene un alto porcentaje de sílice). El material de embalaje no es tóxico (la cascarilla del arroz es más segura que los periódicos reciclados, que contienen tintas tóxicas y partículas que contaminan el aire de los interiores); los costes de envío están incluidos en los portes de transporte en que los componentes incurrirían de todos modos, y el concepto de desperdicio queda eliminado.

Una masa industrial puede ser específicamente diseñada para retener su alta calidad para múltiples usos. Actualmente, cuando se desecha un automóvil, el acero de que se compone es reciclado bajo forma de amalgama de todas sus piezas de acero, junto con las aleaciones de acero de otros productos. El coche es aplastado, prensado y procesado de forma que el acero altamente dúctil de la carrocería y los aceros inoxidable son fundidos junto con otros aceros recuperados y otros materiales, reduciendo su alta calidad y disminuyendo drásticamente su posible reutilización. (No puede, por ejemplo, ser usado de nuevo para fabricar carrocerías.) El cobre de sus cables se funde en un compuesto genérico y se

pierde para propósitos técnicos específicos –ya no podrá volverse a utilizar para cables. Un diseño algo más próspero permitiría utilizar el coche como los nativos norteamericanos usaban el cuerpo de un bisonte, optimizando cada elemento, desde la lengua hasta la cola. Los metales se fundirían únicamente con metales parecidos, para mantener su alta calidad, y otro tanto se haría con los plásticos.

Para que esto resultara práctico, sin embargo, sería necesario introducir un concepto que va de la mano de la noción de nutriente técnico: el concepto de *producto de servicio*. En lugar de asumir que todos los productos han de ser comprados, poseídos y finalmente desechados por los "consumidores", los productos que contengan valiosos nutrientes técnicos –los automóviles, los televisores, la moqueta, las computadoras y los frigoríficos, por ejemplo– deberían ser concebidos de nuevo, como *servicios* de los que la gente quiere disfrutar. Así, los clientes (término más adecuado para referirse a los usuarios de estos productos) comprarían en realidad el servicio prestado por tales productos *para un período de tiempo dado* –diez mil horas de televisión, por ejemplo, en lugar del receptor en sí. No pagarían por materiales complejos que no serán capaces de reutilizar una vez finalizada la vida del producto. Cuando hubieran acabado con el producto, o cuando quisieran pasar a un modelo más moderno, el fabricante lo reemplazaría, llevándose el modelo antiguo, desmontándolo y utilizando sus materiales complejos para nuevos productos. Los clientes recibirían los servicios deseados durante el período deseado, y podrían renovar el equipamiento cuantas veces quisieran; los fabricantes seguirían creciendo y prosperando y, simultáneamente, mantendrían la propiedad de los materiales.

Hace unos años trabajamos para una compañía química sobre el concepto de "alquiler de disolvente"<sup>49</sup>. Un disolvente es un producto químico utilizado para eliminar la grasa, por ejemplo, de piezas mecánicas. Normalmente, las compañías compran el disolvente desengrasante más barato que encuentran, aunque tenga que venir del otro lado del planeta. Tras su uso, el disolvente es

un desecho que se deja evaporar o que entra en un proceso de tratamiento de residuos, para acabar luego en una planta depuradora. La idea tras el concepto de alquiler del disolvente consistía en proveer a los clientes de un servicio de desengrasado mediante disolventes de alta calidad, sin tener que venderlos necesariamente. El proveedor recuperaría el residuo y separaría el disolvente de la grasa para que estuviera así permanentemente en condiciones de ser reutilizado. La compañía tendría así un incentivo para utilizar disolventes de alta calidad (de otro modo, ¿cómo retener a los clientes?) y reutilizarlos, con el importante efecto colateral de mantener materiales tóxicos al margen de los flujos de residuos. Dow Chemical ha probado este concepto en Europa, y Du Pont ha acogido la idea con entusiasmo.

Esto tendría tremendas implicaciones sobre el bienestar material de las industrias. Cuando, por ejemplo, los clientes desechan una moqueta tradicional, tienen que pagar para que sea retirada. En ese momento, los materiales de que se compone son un pasivo, no un activo; son un conjunto de productos petroquímicos y otras sustancias potencialmente tóxicas que acabarán abandonadas en un vertedero. Este ciclo de vida lineal, de la cuna a la tumba, tiene varias consecuencias negativas para las personas y para las industrias. Una vez que el cliente compra la moqueta, el fabricante pierde la energía, el esfuerzo, y los materiales empleados en su fabricación. Miles de toneladas de nutrientes potenciales para la industria de la moqueta se pierden así cada año, y continuamente es necesario sintetizar nuevas materias primas. Para los clientes que han decidido que desean o necesitan una moqueta nueva no hay más que inconvenientes, cargas financieras derivadas de una nueva compra (el coste de los materiales irrecuperables va incluido en el precio) y, si son medioambientalmente conscientes, cargarán con la sobretasa de la culpabilidad, además de tener que deshacerse de la vieja y pagar la nueva.

Las compañías de moquetas han sido de las primeras industrias en adoptar nuestros conceptos de *producto de servicio* o de "eco-leasing" (arrendamiento financiero ecológico), pero hasta la fecha los han

aplicado a productos diseñados de forma convencional. Una moqueta media se compone de fibras de nailon sobre un soporte de fibra de vidrio y de PVC. Tras la vida útil del producto, normalmente el fabricante lo infraccila –recorta una parte del nailon para reutilizarla y desecha el "puré" que constituyen los materiales sobrantes. Alternativamente, el fabricante puede triturarlo todo, volver a fundirlo, y utilizarlo para fabricar más soporte de moqueta. Este tipo de moqueta no fue diseñado en origen para ser reciclado, y se le fuerza a entrar en un nuevo ciclo para el que no es un componente ideal. Por el contrario, la moqueta diseñada como auténtico nutriente técnico debería estar hecha de materiales seguros diseñados para ser auténticamente reciclados como materia prima de nuevas moquetas, y el sistema de distribución de su servicio costaría lo mismo o menos que comprar una moqueta nueva. Una de nuestras ocurrencias para un nuevo diseño combina una capa inferior duradera con una capa superior reemplazable. Cuando un cliente quisiera sustituir la moqueta, el fabricante no tendría más que retirar la capa superior, instalar la nueva en el color deseado, y llevarse la anterior como alimento para nuevas moquetas.

Bajo este nuevo planteamiento, las personas podrían ser más indulgentes con respecto a su deseo de nuevos productos, podrían cambiar cuantas veces quisieran, sin sentimientos de culpabilidad, y la industria podría estimularlas para que lo hicieran sin remordimientos, con la aquiescencia de que ambas partes estarían contribuyendo, con este proceso, al mantenimiento del metabolismo técnico. Los fabricantes de automóviles estarían *deseando* que las personas devolvieran sus vehículos viejos para recuperar valiosos nutrientes industriales. En lugar de despedirse de los recursos industriales según el cliente sale con su coche nuevo de la tienda, recursos que jamás volverán a ser parte de transacciones comerciales, las compañías de automóviles podrían desarrollar una valiosa relación duradera que mejoraría la calidad de vida de

sus clientes, por muchas décadas, y que continuamente enriquecería a la industria con "alimento" industrial.

Diseñar los artículos como *productos de servicio* implica diseñarlos para que sean desensamblados. La industria no necesita diseñar lo que fabrica para que dure más allá de un determinado tiempo, como tampoco lo hace la naturaleza. Incluso podría interpretarse la durabilidad de muchos productos actuales como una especie de tiranía intergeneracional. Puede que queramos que nuestras cosas duren para siempre, pero, ¿qué querrán las generaciones futuras? ¿Qué hay de su derecho a la vida, a perseguir la libertad y la felicidad, a celebrar su propia abundancia de nutrientes, de materiales, de disfrute? Sin embargo, los fabricantes tendrían la responsabilidad permanente del almacenamiento y, si fuera posible hacerlo de forma segura, de la reutilización de cuantas materias peligrosas pudieran contener sus productos. ¿Qué mejor incentivo para la evolución de un diseño que poder fabricarlo enteramente sin ninguno de sus componentes peligrosos?

Las ventajas de este sistema, una vez implantado completamente, serían de tres tipos: no produciría residuos potencialmente peligrosos e inutilizables; ahorraría a los fabricantes, con el tiempo, miles de millones de dólares en materiales valiosos; y, como los nutrientes de los nuevos productos estarían en permanente recirculación, se reduciría la extracción de materias primas (como las que proveen las petroquímicas) y la fabricación de materiales potencialmente disruptivos, como el PVC, pudiendo incluso llegarse a prescindir de ellos, lo cual, a su vez, resultaría en mayores ahorros para el fabricante y sería enormemente beneficioso para el medio ambiente.

Algunos productos ya se diseñan como nutrientes biológicos y técnicos. Pero, hasta donde podemos adivinar el futuro, muchos productos seguirán sin acomodarse a ninguna de ambas categorías, lo cual es una situación potencialmente peligrosa. Además, algunos productos no pueden ser confinados exclusivamente a un metabolismo a causa de la forma en que se utilizan. Estos productos requieren una atención especial.

## Cuando los mundos colisionan

Si un producto debe seguir siendo un "híbrido monstruoso", puede hacer falta ingenio extra para diseñarlo y ponerlo a la venta de manera que tenga consecuencias positivas para los metabolismos técnico y biológico. Consideremos la herencia involuntaria que nos deja, por su diseño, un par típico de zapatillas de deporte, algo que muchos tenemos. Al salir a pasear o a correr, algo que se supone contribuye a nuestra salud y bienestar, cada pisada de nuestras zapatillas libera al medio ambiente partículas minúsculas que contienen productos químicos que pueden ser teratógenos, cancerígenos, o que pueden reducir la fertilidad e inhibir la capacidad oxidante de las células. La siguiente lluvia llevará dichas partículas a las plantas y a la tierra a ambos lados de la carretera. (Si las suelas de sus zapatillas de deporte tienen, como amortiguadores, unas burbujas especiales rellenas de gases –algunos de los cuales recientemente se ha descubierto que contribuyen al calentamiento global– también puede estar contribuyendo al cambio climático.) Se podrían rediseñar las zapatillas de deporte para que sus suelas fueran nutrientes biológicos. Así, al desgastarse con cada pisada estarían alimentando al metabolismo orgánico, en lugar de envenenarlo. Ahora bien, mientras la parte superior siguiera constituida por nutrientes técnicos, la zapatilla debería ser diseñada de modo que fuera fácil de desmontar, para poder separar los componentes y así reincorporarlos a ambos ciclos metabólicos (los materiales técnicos serían recuperados por el fabricante). Recuperar los nutrientes técnicos de las zapatillas de deportistas famosos –y anunciándolo debidamente– podría ser una ventaja competitiva para una compañía de material deportivo.

Algunos materiales no pueden incorporarse a ninguno de los dos metabolismos porque contienen materiales peligrosos. Los llamamos *invendibles*, y hasta que se desarrollen tecnologías que eviten su toxicidad –o nos apañemos sin ellos–, también se requieren medidas creativas. Deberían ser "aparcados" –almacenados en sitios seguros que el productor del material sufragara o por cuyo uso pagara. Los productos invendibles actuales pueden ser reco-

gidos para su almacenamiento seguro, hasta que se pueda eliminar su toxicidad y devolver sus valiosas moléculas para un uso indemne para los humanos. Los residuos nucleares son claramente un invendible; hablando estrictamente, nuestra definición debería incluir materiales de los que se sabe que tienen componentes peligrosos.

El PVC es un ejemplo: en lugar de ser incinerado o arrojado a un vertedero, podría ser "aparcado" de forma segura hasta que dispongamos de tecnologías rentables para eliminar su toxicidad. Tal como se fabrica actualmente, el PET, que contiene antimonio, es otro invendible: con algo de ingenio tecnológico, los productos que contienen PET, como las botellas de refrescos, podrían incluso ser supracicladas para eliminar las trazas de antimonio y crear así un polímero limpio listo para su continua reutilización segura.

Las compañías podrían emprender una política de *supresión de residuos* en la cual los invendibles –los nutrientes y los residuos problemáticos– serían eliminados del flujo actual de los residuos. Algunos poliésteres actualmente en el mercado podrían ser recogidos para retirar el problemático antimonio. Esto sería preferible a dejarlo en los tejidos, que tarde o temprano serán abandonados o incinerados, tal vez para incorporarse después a los sistemas naturales y a los flujos de nutrientes. Los materiales de algunos híbridos monstruosos podrían, igualmente, ser capturados y separados. El algodón de los tejidos mezcla de algodón y poliéster podría utilizarse para compost, y el poliéster volver a los ciclos técnicos. Los fabricantes de zapatos podrían recuperar el cromo. Otras industrias podrían recuperar componentes de los televisores y de otros productos-de-servicio en los vertederos. Una transición con éxito requiere liderazgo en estas áreas, así como asumirla de forma creativa.

¿Deberían los fabricantes de los productos existentes sentirse culpables por su complicidad en esta, hasta la fecha, en esta agenda de destrucción? Sí. No. No importa. Se ha definido la locura como

repetir una y otra vez lo mismo, esperando un resultado distinto. Se describe la negligencia como reiterar una y otra vez en lo mismo, aun sabiendo que es peligroso, estúpido, o erróneo. Ahora que empezamos a saber, es el momento de cambiar. La negligencia empezará mañana mismo.

## Capítulo 5

# Respetemos la diversidad

Imaginemos los inicios de la vida en este planeta. Hay rocas y agua: materia. El astro rey emite calor y luz: energía. En algún momento, al cabo de miles de milenios, a través de procesos químicos y físicos que los científicos todavía no acaban de dilucidar completamente, surgió una bacteria unicelular. Con la evolución de las algas verdeazuladas fotosintéticas, tuvo lugar un cambio monumental. La química y la física se combinaron con la energía física del Sol, y la masa química de la Tierra se convirtió en el planeta verdeazulado que conocemos.

Los sistemas biológicos evolucionaron para alimentarse de la energía del Sol, y el proceso se disparó. La superficie del planeta conoció una explosión de formas de vida, una intrincada trama de organismos diversos, plantas y animales, alguno de los cuales, miles de millones de años después, inspiraría poderosas religiones, descubriría curas para enfermedades mortales, o escribiría grandes poemas. Incluso ante un desastre natural, como una edad de hielo que congelara gran parte de la superficie de la Tierra, dicha trama no se extinguiría totalmente. Con la retirada de los hielos, la vida volverá. Si entra en erupción un volcán en el trópico, rodeando al planeta de cenizas, un coco flotará en las aguas y acabará encallado en una playa, o bien una espora o una intrépi-

da araña vendrán por el aire, aterrizarán en una roca polvorienta, y volverán a tejer la red de la naturaleza. Es un proceso misterioso, pero milagrosamente tenaz. Frente al vacío, la naturaleza emerge para rellenar el espacio.

Ésta es la trama del diseño en la naturaleza: el florecimiento de la diversidad, de la abundancia. Es la respuesta de la Tierra frente a su fuente externa de energía: el Sol.

El diseño de la respuesta actual de los humanos frente a esta trama podría titularse "el ataque de la talla única". Capas de cemento y asfalto aplastan los bosques, los desiertos, las marismas litorales, las junglas –todo lo que encuentran a su paso. Edificios que presentan una fachada uniforme y anodina se alzan en comunidades en las que durante décadas, e incluso siglos, las construcciones eran bellas y culturalmente distintas. Espacios que alguna vez fueron frondosos en follaje y vida salvaje quedan reducidos a espacios marginales en los que sólo las especies más resistentes –los cuervos, las cucarachas, los ratones, las palomas, las ardillas– pueden sobrevivir. Se aplanan los paisajes hasta convertirlos en prados de una única especie de césped, cuyo crecimiento se potencia pero que constantemente se corta, manteniendo sus bordes controlados, y completándolo con algunos árboles estrictamente podados. La monotonía se extiende y se extiende, aplastando los detalles de cualquier lugar en su camino. Parecería que lo único que buscara fuera simplemente más de sí misma.

Vemos esto como una *des-evolución* –la simplificación a escala masiva– y no se limita a la ecología. Durante siglos, nuestra especie se ha distribuido por todo el globo generando una gran diversidad cultural: formas de alimentarse, de hablar, de vestir, de comportarse, de expresarse, de crear. Ahora, una ola de uniformización recorre el mundo de costa a costa, arrasando también los detalles culturales.

Contra esta ola de uniformización, proponemos el lema "respetemos la diversidad". Con ello, lo que queremos decir es que no se trata sólo de la biodiversidad, sino también de la diversidad de los

lugares y de las culturas, de los deseos y las necesidades, de todos aquellos elementos exclusivamente humanos. ¿Cómo podría una fábrica construida en un clima desértico ser deliciosamente diferente de una construida en el trópico? ¿Qué significa ser balinés o mejicano y expresarlo? ¿Cómo podemos aportar riqueza a las especies locales, e invitarlas a nuestros paisajes "cultivados", en lugar de destruirlas o expulsarlas? ¿Cómo podemos obtener provecho y placer de la diversidad de los flujos energéticos naturales? ¿Cómo podemos involucrarnos ante la abundancia de materiales, opciones y respuestas diversas, con soluciones creativas y elegantes?

### Los más fuertes sobreviven, los mejor colocados prosperan

La creencia popular sostiene que sobrevive el más poderoso, el más fuerte, el más atlético, el más grande, tal vez el más parco –cualquiera que derrote a sus competidores. Pero, en los sistemas naturales saludables y prósperos, en realidad son *los mejor posicionados* los que prosperan. Estar mejor posicionado implica un compromiso energético y material con el lugar, y una relación de interdependencia con él.

Volvamos a las hormigas<sup>50</sup>. Tenemos una noción arquetípica de "hormiga", pero de hecho hay más de ocho mil especies distintas de hormigas viviendo en el planeta. A lo largo de millones de años, cada una ha evolucionado para acomodarse a un espacio concreto, desarrollando características y comportamientos que les han permitido abrirse un sitio en su hábitat y conseguir la energía y el alimento que necesitan. En el bosque tropical húmedo, centenares de especies distintas de hormigas pueden coexistir en el hueco de un único gran árbol. Están la hormiga parasol, con mandíbulas diseñadas para cortar y transportar pedazos de hojas; la hormiga de fuego, un carroñero con avanzados métodos de transporte en equipo para acarrear presas de diversos tamaños hasta su madriguera; la hormiga tejedora, con su sofisticado sistema de comunicaciones mediante feromonas que utiliza para convocar a aliados y obreras a la guerra; la hormiga de mandíbulas

de cepo, cuyas feroces mandíbulas hipertrofiadas son legendarias. En el mundo hay hormigas que cazan solas, hormigas que cazan en grupo, y hormigas que crían manadas de pulgones como "ganado" cuyo suero dulce ordeñan. En una demostración impresionante del uso de la energía solar, centenares de obreras de una colonia de hormigas pueden reunirse en el suelo del bosque para absorber el calor del Sol antes de transportar el calor en sus propios cuerpos de vuelta al hormiguero.

Al estar mejor posicionadas, las hormigas no trabajan inevitablemente para destruir a las especies competidoras. Todo lo contrario, compiten productivamente desde su propio nicho, término con el que los científicos describen las varias zonas del hábitat y el uso de recursos de una especie concreta en un ecosistema dado. En su libro *Diversidad y bosque tropical húmedo*, John Terborgh, científico que ha estudiado los complejos ecosistemas del bosque tropical húmedo, explica cómo diez diferentes especies de hormigas<sup>51</sup> diferentes consiguen cohabitar en una misma área del bosque a pesar de ser depredadoras del mismo tipo de insectos: una especie habita cerca del suelo, otras viven en las zonas intermedias del árbol, y otra ocupa la copa. En cada una de estas partes del árbol, cada especie aplica una agricultura diferente: una de la zona intermedia cosecha insectos de las hojas, otra de las ramas y los tallos, etc., dejando el alimento de los otros nichos.

La vitalidad de un ecosistema depende de las relaciones: a las que se dan entre las especies, las funciones e intercambios de materiales y energía en un sitio dado. A menudo se utiliza el tapiz como metáfora<sup>52</sup> para describir la diversidad, una trama rica en texturas en la que las especies se encuentran entrelazadas y sus tareas machihembradas. En tal estructura, la diversidad equivale a fuerza, y el monocultivo a debilidad. Si retiramos una a una las hebras, cualquier ecosistema se vuelve menos estable, menos capaz de superar las catástrofes naturales y las plagas, menos capaz de permanecer saludable y de evolucionar con el tiempo. Cuanto mayor sea la diversidad, se producirán más funciones productivas —para el ecosistema, para el planeta.

Cada habitante de un ecosistema es, por tanto, interdependiente hasta cierto punto con los demás. Cada criatura está involucrada en el mantenimiento de todo el sistema. Todas ellas trabajan de forma creativa y ciertamente efectiva para el éxito del todo. Las hormigas parasol, por ejemplo, reciclan nutrientes, llevándolos a capas profundas del suelo donde plantas, gusanos y microorganismos puedan procesarlos, todo ello aunque la intención primera fuera la recogida y almacenamiento de alimentación para sí mismas. En todas partes, las hormigas perforan y airean el suelo alrededor de las raíces de las plantas, facilitando la permeabilidad al agua. Los árboles transpiran y purifican el agua, fabrican oxígeno, y refrigeran la superficie del planeta. El trabajo de cada especie no sólo tiene consecuencias individuales, sino también globales. (De hecho, algunas personas, como quienes suscriben la teoría de Gaia, llegan hasta a considerar el mundo como un solo organismo gigante.)

Si la naturaleza es nuestro modelo, ¿qué sentido tiene para las industrias humanas el involucrarse en el mantenimiento y enriquecimiento de este vibrante tapiz? En primer lugar, significa que en el transcurso de nuestras actividades individuales trabajamos hacia una rica conexión con el todo, y no solamente con los ecosistemas circundantes; la biodiversidad es solamente un aspecto más de la diversidad. Las industrias que respetan la biodiversidad se comprometen con los flujos de materiales y de energía locales, y con las fuerzas sociales, culturales y económicas locales, en lugar de verse a sí mismas como entidades autónomas, desconectadas de la cultura o del paisaje a su alrededor.

### **Toda sostenibilidad es local**

Empezamos a dejar bien posicionados a las industrias y sistemas humanos cuando reconocemos que toda la sostenibilidad (igual que toda la política) es local. A éstos los conectamos a los flujos de materiales y de energía locales, y a clientes, necesidades y gustos locales, desde el nivel molecular hasta el de la propia re-

gión. Analizaremos cómo los productos químicos que utilizamos afectarán al suelo y al agua locales —en lugar de contaminarlos, ¿cómo podrían alimentarlos?—, de qué están hechos los productos, los alrededores de donde lo producimos, cómo interactúan nuestros procesos con lo que ocurre aguas arriba y aguas abajo, cómo podemos crear puestos de trabajo que tengan sentido, mejorar la salud física y económica de la región, acrecentar la futura riqueza biológica y técnica. Si importamos un material de una región distante, consideraremos lo que allí ocurrió como un evento local. Tal como dejamos escrito en *Los principios de Hannover*, "Reconozcamos la interdependencia. Los elementos del diseño humano están entrelazados con el mundo natural y dependen de él, con implicaciones profundas y variadas a cada escala. Expandamos las consideraciones en torno a los diseños y reconozcamos los efectos distantes."

Cuando Bill viajó a Jordania con su profesor, en 1973, para planificar urbanísticamente la orilla este del valle del río Jordán, la tarea del equipo de diseño era identificar estrategias para construir las ciudades del futuro, en las cuales pudieran afincarse los beduinos, debido a que las fronteras políticas habían puesto el punto final a sus tradicionales migraciones nómadas. Un equipo rival propuso bloques de viviendas prefabricadas de estilo soviético, del tipo característico del antiguo bloque del Este y en la URSS, edificios "universales" que se pueden encontrar desde Siberia hasta el mar Caspio. Los edificios serían trasladados en camiones por pistas sin asfaltar, desde un centro industrial en las tierras altas cerca de Ammán, y ensamblados en el valle.

Bill y sus colegas crearon una propuesta para la adopción y la promoción de las estructuras de adobe. La gente podría construir las localmente con materiales al alcance de su mano —tierra y paja, pelo de caballo, de dromedario o de cabra, y abundante sol (importante). Los materiales eran tradicionales, conocidos por los lugareños, y los más apropiados para un clima tan seco y caluroso. Hasta las propias estructuras fueron diseñadas para optimizar la evolución de las temperaturas a lo largo del día y del año: de

noche, su masa absorbería y almacenaría el frescor del aire, que mantendría moderada la temperatura del interior durante los calurosos días del desierto. El equipo buscó a viejos artesanos de la región que pudieran enseñarles cómo construir las estructuras (sobre todo las cúpulas) y, más tarde, entrenar a los jóvenes beduinos (criados en tiendas) a construir y reparar con adobe.

La pregunta que ayudó a mantener el rumbo del trabajo del equipo en todos los niveles fue: ¿qué es lo correcto para este lugar?, y concluyeron que no eran los elementos prefabricados, o la domesticación del paisaje mediante un estilo moderno universal el camino a seguir. Esperaban que su plan aportaría mejoras, a esa comunidad en particular, de diversos modos: los hogares estarían contruidos con materiales locales biológicamente y técnicamente reutilizables.

El empleo de esos materiales y de los servicios de los artesanos locales generaría actividad económica local, y podría mantener a tantos residentes como fuera posible. Involucraría a los habitantes locales en la construcción de su propia comunidad y les mantendría conectados a la herencia cultural de la región, ya que ellos mismos ayudarían a perpetuar lo estéticamente distintivo de las estructuras. Reclutar a los artesanos locales para entrenar a los jóvenes en el uso de los materiales y técnicas locales alentaría el contacto intergeneracional.

### El uso de los materiales locales

La idea de la sostenibilidad local no se limita a los materiales, sino que comienza con ellos. El uso de los materiales locales abre las puertas a empresas locales rentables. También previene el problema de la bioinvasión, pues la transferencia de materiales de una región a otra introduce, sin que nos demos cuenta, especies no autóctonas invasoras en los frágiles ecosistemas. La plaga del avellano, responsable de la desaparición de los avellanos en Estados Unidos, llegó al país con una pieza de madera de China.

El avellano había sido uno de los árboles dominantes de los bosques del Este. Las demás especies nativas habían evolucionado junto con él, y ahora han desaparecido.

No consideramos solamente los materiales físicos sino también los procesos físicos y sus efectos en el entorno circundante. En lugar de destruir un paisaje con las prácticas convencionales de cortar y cosechar, imaginamos cómo podríamos invitar a un mayor número de especies (tal como hicimos con la fábrica de Herman Miller).

Al considerar la sostenibilidad tanto local como globalmente, comprenderemos que, del mismo modo que no es viable envenenar las aguas y el aire locales con residuos, es igualmente inaceptable enviarlos aguas abajo, o enviarlos al otro lado del mar, o a otras costas menos reguladas.

Tal vez, el ejemplo extremo del uso de los materiales locales esté en el procesamiento de los residuos humanos –también es una aplicación fundamental del principio de "basura = alimento". Hemos trabajado en el diseño de plantas depuradoras de aguas residuales basadas en la bioremediación (la descomposición y purificación de los residuos por la naturaleza), para sustituir el tratamiento con química dura tradicional de los excrementos. El biólogo John Todd llama a estos sistemas "máquinas vivientes" porque utilizan organismos vivos (plantas, algas, peces, crustáceos, microbios, y muchos más) en lugar de productos tóxicos como el cloro, para depurar el agua. Estas máquinas vivientes se suelen asociar a entornos artificiales creados en invernaderos, pero han adoptado todo tipo de formas. Algunos de los sistemas que estamos integrando actualmente en nuestros proyectos están diseñados para funcionar en el exterior y a lo largo de todo el año, en todo tipo de climas. Otros son marismas artificiales, o incluso bancos de juncos flotantes en lagunas tóxicas, completados con pequeños molinos de viento que remueven el lodo.

Para los países en vías de desarrollo, esta forma de depuración de aguas residuales representa una estupenda oportunidad de maxi-

mizar los flujos de nutrientes, y de implementar acto seguido un plan de acción nutricional. A medida que los trópicos se desarrollan rápidamente, se expanden las poblaciones, y se incrementa la presión para la limpieza de los efluentes (y el grueso de las aguas a las que normalmente van a parar éstos). En lugar de adoptar una solución de tipo talla única, altamente inefectiva a largo plazo, alentamos a estas culturas diversas a desarrollar nuevos sistemas de tratamientos de residuos urbanos que hagan que los desechos equivalgan a alimentos. En 1992, un sistema modélico de tratamiento de residuos desarrollado por Michael y sus colegas entró en funcionamiento en Silva Jardim, en la provincia de Río, en Brasil. Se fabricó localmente utilizando tuberías de barro que acarreaban las aguas residuales de los residentes en el pueblo hasta un gran depósito de decantación, y de allí a una secuencia intrincadamente interconectada de pequeños estanques repletos de una sorprendente diversidad de plantas, microbios, gusanos, peces y crustáceos. El sistema estaba diseñado para recoger los nutrientes en cada etapa del proceso y para producir agua limpia y potable como subproducto. Los granjeros competían entre sí por el acceso a esa agua depurada y a los valiosos elementos del lodo –nitrógeno, fósforo, y otros– como fertilizantes para la agricultura. En lugar de ser un elemento del pasivo, los residuos eran desde el exterior percibidos y tratados como un activo de gran valor.

Estamos trabajando con una comunidad en Indiana que lo que hace es simplemente almacenar sus lodos sépticos (los residuos sólidos de las aguas negras) en depósitos subterráneos durante los gélidos inviernos. En verano, cuando el Sol brilla durante largas horas, las aguas sépticas son transferidas a un gran jardín y a marismas artificiales al aire libre, en donde plantas, microbios, hongos, gusanos y otros organismos depuran y usan los nutrientes con la energía del Sol. Este sistema es, localmente, relevante por varios motivos. Por un lado, trabaja acorde con las estaciones del año, optimizando la energía solar cuando está disponible, en lugar de forzar el procesamiento en invierno, cuando la energía solar es escasa. Por otra parte, utiliza nutrientes y plantas locales en un proceso que devuelve agua potable al acuífero y que man-

tiene un precioso jardín. La comunidad acaba teniendo millones de "plantas" de tratamiento de residuos –un ejemplo vivo de lo que es la biodiversidad.

Adicionalmente, en este caso, hay que tener en cuenta que sólo había un sitio lógico para la instalación de la planta de tratamiento de aguas residuales, en los límites de la comunidad, y cerca de una autopista –que, casualmente, está aguas arriba. A causa de que los vecinos han percibido los efectos de sus aguas residuales, éstos se lo piensan dos veces antes de verter a través del fregadero una sustancia peligrosa o las que son una mezcla de materiales técnico y biológico. Les resulta evidente que sus efluentes importan, no de una manera abstracta, sino a gente real y a sus familias. E incluso aunque hubiéramos podido "alejar" esa instalación, hubiéramos hecho bien en actuar como si hubiera estado en donde realmente está. En términos planetarios, todos estamos aguas abajo.

### La conexión a los flujos de energía naturales

En la década de 1830, Ralph Waldo Emerson viajó a Europa en un barco de vela y volvió en uno de vapor. Si interpretamos simbólicamente este episodio, podríamos decir que fue en un navío reciclable movido por energía solar, en el que actuaban operarios que practicaban antiguas técnicas al aire libre, y que volvió en lo que estaba condenado a convertirse en un desecho de metal oxidado que vertía aceites al mar y humos al cielo, operado por hombres que, en la oscuridad de sus entrañas, lo alimentaban con combustibles fósiles a través de las bocas de las calderas. En sus diarios de vuelta en el buque de vapor, Emerson apuntó la carencia percibida de lo que describió como la conexión a la "energía eólica" –la fuerza del viento. Se preguntaba sobre las implicaciones de esas cambiantes conexiones entre los humanos y la naturaleza.

Algunas de esas implicaciones podrían haberle provocado desmayos. Con los avances de las nuevas tecnologías y de las fuentes

de energía bruta (como los combustibles fósiles) la Revolución Industrial dio a los humanos un poder sin precedentes sobre la naturaleza. Las personas ya no eran tan dependientes de las fuerzas de la Naturaleza, ni tan débiles frente a las vicisitudes ni en tierra ni en mar. Podían dominar a la naturaleza para conseguir sus aspiraciones como nunca habían imaginado. Pero, durante el proceso, se había producido una desconexión brutal. Las casas, las construcciones y las factorías modernas, incluso ciudades enteras, han quedado tan desgajadas de los flujos de energía naturales que, virtualmente, son como barcos de vapor. Fue Le Corbusier el que dijo que la vivienda era una máquina para habitarla, y glorificó a los barcos de vapor, y a los aviones y a los automóviles y a los silos elevadores. La verdad es que los edificios que diseñó gozaban de ventilación natural y de otros elementos amigables, pero, al ser capturado su mensaje por el movimiento moderno, evolucionó hacia un diseño mecanicista igualitarista. El vidrio, el material heroico que podía conectar interiores y exteriores, se utilizó para separarnos de la naturaleza. Cuando brillaba el Sol, la gente deambulaba bajo luces fluorescentes, trabajando, literalmente, en la oscuridad. Aquellas estructuras nuestras podían ser consideradas como máquinas aptas para vivir en ellas, pero en ellas ya no había mucha vida. (En 1998, un artículo del *Wall Street Journal* sobre la novedad que suponía que en nuestros edificios las ventanas se pudieran abrir –lo cual era una rabiosa novedad– marcó el punto más bajo en los anales de la arquitectura comercial actual.)

Esto está muy lejos de las cajas de cerillas que eran las viviendas coloniales de Nueva Inglaterra, construidas con la fachada hacia el Sur, para que las principales ventanas de la casa maximizaran la exposición al Sol del invierno. (En verano, las hojas de un gran arce al suroeste protegían del Sol.) Un hogar central y la masa de su chimenea de tiro distribuían el calor en el corazón de la vivienda, y el techo bajo en la cara Norte alejaba la masa de aire caliente del frío, con la protección adicional de una cortina de siemprevivas cultivada expresamente a tal efecto. La estructura y el paisaje circundante trabajaban conjuntamente como un diseño total.

Es fácil olvidar, en el reflujó de la era postindustrial basada en los combustibles, que no sólo los materiales y las costumbres locales, sino también los flujos de energía, tienen un lugar de origen. En partes del mundo menos industrializadas, sin embargo, siguen vivas formas más creativas de captura de los flujos energéticos. Los pueblos aborígenes de la costa de Australia tienen una estrategia sencilla y elegante para el aprovechamiento de la energía solar: dos palos en forma de horca con un simple travesaño arriba sirven de armazón a pedazos de corteza superpuestos como las tejas de un tejado; esta estructura, orientada hacia el Sur en los meses más fríos, permite a los habitantes sentarse mirando hacia el Norte, más templado. Y, en verano, mueven la estructura hacia el Norte, para ocultar el Sol y poder sentarse en el lado opuesto, a la sombra. Toda la "construcción" consiste en unos cuantos maderos y pedazos de corteza, adaptados ingeniosamente a las circunstancias locales.

Las torres eólicas han sido utilizadas durante miles de años en los climas cálidos para capturar los flujos de aire y conducirlos por canalizaciones. En Pakistán, chimeneas terminadas en "cangilones de viento" literalmente dragan el viento y lo canalizan hacia abajo por una tubería al final de la cual suele haber un pequeño estanque con agua para refrigerar el aire a medida que pasa hacia el interior de la casa. Las torres de viento de Irán consisten en una estructura ventilada en la que permanentemente rezuma el agua; el aire entra, baja por la chimenea de paredes húmedas, y penetra en la casa, refrigerado. En Fatepur Sikri, en la India, pantallas de arenisca porosa, a veces intrincadamente labradas, eran saturadas de agua para refrigerar el aire que pasaba a través. En las Llanuras de Loess de China, la gente excava sus casas en el suelo para asegurarse protección frente al viento y el Sol.

Pero, con la industrialización y sus productos, como las ventanas de amplios cristales, y la extendida adopción de los combustibles fósiles para una calefacción y refrigeración sencillas y baratas, este ingenio local ha ido desapareciendo de las áreas industriales, e incluso está en declive en las regiones rurales. Irónicamente, los arquitectos profesionales parecen apañárselas sin comprender los

principios básicos que inspiraron las antiguas tendencias en construcción y arquitectura. Cuando Bill dedica charlas a arquitectos, suele preguntar quién sabe localizar el Sur real –no el magnético o el de los mapas, sino el auténtico Sur solar– y normalmente se encuentra con pocas o ninguna mano levantada (y, lo que es todavía más extraño, es que nadie pregunta cómo).

Estar en conexión con los flujos naturales nos permite repensar todo bajo el Sol: los conceptos mismos de central energética, energía, vivienda y transporte. Significa fusionar tecnologías nuevas y antiguas en busca de los diseños más inteligentes que hasta la fecha hubiéramos visto. Lo que no significa, empero, "volverse independiente". La imaginación popular sobre la adopción de la energía solar está ligada al concepto de "aislarse de la red" –separarse de la actual infraestructura energética. Esto no tiene nada que ver con lo que propugnamos. En primer lugar, una conexión renovada a los flujos naturales tiene por necesidad que ser gradual, y hacer uso de los sistemas existentes es una estrategia de transición válida. Los sistemas híbridos pueden ser diseñados para aprovechar flujos de energía renovable locales, además de las fuentes convencionales, mientras se desarrollan e implementan soluciones más optimizadas. En algunos casos, la energía solar –como la eólica o la minihidráulica– pueden ser canalizadas hacia el actual sistema de distribución de energía, disminuyendo drásticamente la cantidad de energía convencional necesaria e incluso ahorrando dinero. ¿Es esto eco-eficiencia? Sí, se mire como se mire. Pero se trata de la eco-eficiencia como herramienta al servicio de una visión más amplia, no como un fin en sí mismo.

A largo plazo, de lo que trata la conexión a los flujos de energía naturales es del restablecimiento de nuestra conexión fundamental a la fuente de todo buen crecimiento en el planeta: el Sol, esa tremenda central de energía nuclear situada a 150 millones de kilómetros (exactamente donde nos gustaría que estuviera). Incluso a esta distancia, el calor del Sol puede ser devastador, e impone un saludable respeto hacia la delicada orquestación de circunstancias que hacen posibles los flujos de energía naturales.

Los humanos nos criamos en la Tierra bajo esas intensas emanaciones de luz y calor únicamente porque miles de millones de años de procesos evolutivos han creado la atmósfera y la superficie que soportan nuestra existencia –la tierra, la vida vegetal, y la capa nubosa que refrigera el planeta y distribuye por él el agua, manteniendo la atmósfera en un rango de temperaturas en el que podemos vivir. Por tanto, restablecer nuestra conexión al Sol es algo que, por definición, incluye, en primer lugar, mantener la interdependencia con todas las demás circunstancias ecológicas que hacen posibles los flujos naturales de energía.

A continuación presentamos algunas reflexiones sobre la optimización del uso y la producción de energía, así como algunos ejemplos al respecto, en los que la diversidad juega un papel crucial.

### **La transición hacia los flujos de energía diversificados y renovables**

Anteriormente, hemos considerado cómo la diversidad hacía que un ecosistema fuera más resistente y más capaz de responder al cambio con éxito. En tiempos de anomalías inesperadas –como el verano de 2001, en el que una demanda inusualmente alta de energía en California provocó apagones en cadena, que los precios se dispararan, e incluso acusaciones de beneficios desmedidos– un sistema más complejo puede adaptarse y sobrevivir. Lo mismo puede decirse de un sistema económico: una industria distribuida aprovecha a muchos participantes pequeños, y es un sistema más estable y robusto tanto para proveedores como para clientes. Y, desde una perspectiva eco-eficiente, las mayores innovaciones en generación de energía son efectuadas por centrales pequeñas, de ámbito local. Por ejemplo: en nuestro trabajo con una compañía eléctrica de Indiana, resultó que la producción de energía a la escala de una pequeña planta por cada tres manzanas era infinitamente más efectiva que una producción más centralizada. Distancias más cortas reducen la energía perdida durante el transporte del alto voltaje a niveles insignificantes.

Las centrales nucleares y otros productores de energía a gran escala expelen una energía calorífica enorme, que no es utilizada y que a menudo interfiere con el ecosistema circundante, como cuando se aprovecha un río cercano para la refrigeración. Con unidades de producción más pequeñas, es posible recuperar el calor desperdiciado para necesidades locales, como, por ejemplo, el caso del agua caliente generada por una pequeña pila de combustible o una microturbina instalada en un restaurante, o bien en un edificio de viviendas, que puede ser puesta en uso de forma inmediata, traducándose en comodidad y ahorros enormes para negocios y propietarios.

En lugar de instalar más equipos generadores de energía a gran escala para hacer frente a los picos de demanda, las compañías productoras ("utilities") pueden integrar paneles solares fotovoltaicos –como *productos de servicio*– con los sistemas actualmente en uso. Para ello, se podría pedir permiso a los residentes y a las empresas para alquilar los tejados planos o la parte de los tejados orientada hacia el Sur, o para integrar los paneles solares que ya existieran. (Por cierto: no es necesario que dichos tejados parezcan vertederos del programa aeroespacial. Los ubicuos tejados planos de los complejos comerciales permiten fácilmente la instalación de paneles solares, y los conjuntos de paneles más baratos se colocan sencillamente, como si se tratara de tejas. En muchos sitios de California ya son rentables.) En las horas-pico de consumo, este sistema de aprovisionamiento múltiple es mucho más acorde con sus propios picos: la mayor demanda del sistema energético está provocada por el aire acondicionado, cuando el Sol está alto –es decir, exactamente cuando los paneles fotovoltaicos rinden más. Éstos pueden hacer frente a períodos de demanda intensa de forma mucho más flexible que los sistemas de monocultivo centralizados del carbón, el gas, y la energía atómica.

Hay otra forma de ver la dramática (y cara) fluctuación de la demanda de energía: electrodomésticos "inteligentes" que reciben, junto con la propia energía, información sobre el precio actual de la energía, y que pueden, en consecuencia, elegir entre

fuentes energéticas alternativas, del mismo modo que un corredor de bolsa está formado para comprar o vender en función de las subidas y bajadas de precio de una acción dada.

¿Por qué vamos a pagar las tarifas más caras para que el frigorífico mantenga la leche fría a las dos de la tarde en verano, cuando el uso del aire acondicionado está a punto de provocar apagones continuos en la ciudad? En lugar de eso, el electrodoméstico podría decidir –en función de criterios determinados por nosotros mismos– cuándo comprar electricidad, y cuándo utilizar bloques de sales eutécticas o de hielo que, oportunamente, congeló la noche anterior, de forma que pueden mantener el refrigerador frío hasta que la demanda y los precios bajen. Esto es avistar el futuro: voilà, tiene usted una nevera. Pero estaríamos aprovechando la forma de energía más barata y más inmediatamente disponible para un proceso sencillo, y eso sin competir con las necesidades de una sala de emergencias de hospital.

Un punto de vista similar, en cuanto a recursos diversificados e inmediatamente disponibles, conllevó una ruptura en cuanto al uso de la energía en una gran fábrica de automóviles. Los ingenieros llevaban tiempo enfrentándose a cómo hacer más soportable la vida de los trabajadores de una forma que además fuera rentable. Todas las pequeñas cosas que podían ahorrar dinero no añadían mucho; se estaba trabajando desde una aproximación tradicional a la calefacción y a la refrigeración, en la cual los termostatos, situados a proximidad de las calderas y de las unidades de aire acondicionado cercanas al techo, detectaban la necesidad de refrigerar o calentar el edificio. En invierno, el aire caliente ascendía hacia el techo, arrastrando aire frío del exterior que, de nuevo, debía ser calentado por las calderas y bombeado hacia abajo para desplazar el aire frío que había sido arrastrado hacia el interior. Este movimiento del aire creaba un clima desagradable que requería aún más calor para ser contrarrestado.

Un ingeniero llamado Tom Kiser, de Professional Supply Incorporated, propuso una estrategia radicalmente nueva. En lugar de

chorros de aire frío o caliente (según lo requirieran las estaciones) dirigidos contra los empleados, a alta velocidad, a través de conductos y toberas "diseñados para la eficiencia" y situados en la parte alta del edificio, sugirió considerar el edificio en sí mismo como un conducto gigantesco. Al estar el edificio presurizado con la ayuda de cuatro "bigfoots" –unidades grandes independientes†– los huecos en la estructura, como las ventanas y las puertas, por ejemplo, podrían estar diseñados para que el aire pasara por ellos como por agujeros de alfiler desde un tubo interior, dejando escapar el aire en lugar de facilitar su entrada. Esto presentaba ventajas significativas. Con tiempo caluroso, se podría simplemente dejar caer una capa de aire templado en el edificio, y ésta caería hacia el suelo de la factoría sin que fueran necesarios múltiples equipos de aire acondicionado o ventiladores de alta velocidad, cuyo uso habría sido mucho más caro, con independencia de lo efectivo que hubiera sido su diseño. En invierno, una capa de aire frío actuaría como aislante, manteniendo el aire caliente generado por el equipamiento de la factoría al nivel del suelo, donde la gente necesita el calor. (Sin la brisa generada por el movimiento excesivo del aire, alrededor de los 20° centígrados la sensación es de suficiente calor ambiental.) Dicho de otro modo, la genialidad de Kiser fue calentar con aire frío. Se dispusieron los termostatos cerca de los empleados, no en el equipamiento cerca del techo, en coherencia con la idea de calentar y refrigerar a las personas según lo necesitaran, y no al edificio.

Aparecieron otras ventajas. En un sistema convencional, por ejemplo, la apertura y el cierre de las entradas de camiones constantemente deja penetrar aire, caliente o frío, que es desagradable. Un sistema presurizado mantiene el aire indeseado en el muelle de

† N. del T. "Bigfoot" (pies grandes) es el nombre tradicionalmente dado a una presunta criatura salvaje, antropoide y velluda, que se supone habita en distintas zonas boscosas de América del Norte. Su nombre se debe a que, aparte de testimonios orales, la única (y muy contestada) prueba de su existencia serían las huellas de sus enormes pies. Por extensión, se llama así a cualquier gran unidad independiente de maquinaria, como los vehículos transformados para adaptar ruedas de tractor.

carga, en lugar de tener que calentarlo o enfriarlo para restaurar la normalidad. Igualmente, el exceso de calor generado por los compresores de aire (que pierden el 80 por 100 de la energía que consumen como calor despilfarrado), por los equipos de soldadura y por otra maquinaria, podría ser fácilmente capturado y reunido para ser usado de nuevo por los "bigfoots". Se convierte así lo que suele ser un desperdicio y un pasivo térmico en un activo productivo. Si se combinara tal sistema con un tejado de hierba para aislar la estructura y protegerla del recalentamiento en verano, de las pérdidas por el viento en invierno, y del desgaste y las roturas debidos a la luz del día, se estaría tratando el edificio como si fuera un proceso aerodinámico, y se diseñaría como si fuera una máquina –pero, esta vez, no como una máquina para vivir en ella, sino como una máquina viva.

### Cosechando el viento

La fuerza del viento también ofrece posibilidades similares, a sistemas híbridos que hagan un uso más efectivo de los recursos locales. En sitios como Chicago, "la ciudad ventosa" (con cuyo alcalde Richard Daley estamos trabajando, ayudándole a crear "la ciudad más verde de Estados Unidos"), o como la Buffalo Ridge, que se extiende a lo largo del límite entre Minnesota y Dakota del Sur, y a la que a veces se denomina "la Arabia Saudí del viento", no es difícil imaginar cuál es la fuente local de energía más abundante. Ya existen parques eólicos de varios megavatios en la Buffalo Ridge, y el estado de Minnesota ofrece programas de incentivos para el desarrollo de parques eólicos. La región del Pacífico-Noroeste también se ve a sí misma como una central de energía eólica, y están brotando nuevos parques eólicos en Pennsylvania, Florida y Texas. En Europa existen programas de energía eólica muy agresivos desde hace años.

Sin embargo, desde la perspectiva de la eco-eficiencia, el diseño de las plantas de energía eólica convencionales no es siempre el óptimo. Los nuevos parques eólicos son enormes: algunos cuen-

tan con un centenar de aerogeneradores (en realidad, turbinas eólicas), cada uno de los cuales es un Goliath capaz de producir un megavatio de electricidad, y con aspas de hasta ochenta metros de longitud. A los desarrolladores les gusta la infraestructura centralizada, pero las líneas de transporte de alta tensión que requieren implican la instalación de nuevas torres gigantescas en lo que alguna vez fue un bucólico paisaje, además de los propios aerogeneradores. Además, los molinos modernos no han sido diseñados como nutrientes técnicos, con materiales ecológicamente inteligentes.

Acordémonos de los famosos cuadros de paisajes holandeses. Los molinos siempre estaban situados entre las granjas, a corta distancia de los campos, para mayor comodidad en su uso para bombear agua y para la molienda. Estaban repartidos por el campo a una escala apropiada a éste, y estaban construidos con materiales locales saludables, y encima resultaban hermosos a la vista. Ahora imaginemos uno de los nuevos aerogeneradores ubicados en cada granja familiar de las Grandes Llanuras. Al igual que ocurre con los paneles solares, las operadoras podrían alquilar a tal efecto la tierra a los granjeros, distribuyendo los aerogeneradores y la energía producida por éstos de tal forma que se mejorara el uso de las líneas de transmisión existentes, y se minimizara la necesidad de nuevas. Los agricultores conseguirían ingresos adicionales muy necesarios, y las operadoras cosecharían el viento y lo incorporarían a la red. Uno de nuestros proyectos para energía automotriz se basa precisamente en viento cosechado de esta manera; lo llamamos "Ride the Wind" ("cabalgar el viento").

A quienes cuesta imaginar que ésta puede llegar a ser una fuente principal de energía deberían considerar qué podría ocurrir si una fracción de la enorme capacidad industrial que Estados Unidos dedica a producir millones de automóviles al año se dedicara a este sector. Con los nuevos aerogeneradores, ya rentables y directamente competitivos frente a la energía atómica y la derivada de combustibles fósiles, en los lugares adecuados, no hay razones para que no vaya a ser así. Si se combina con el uso inteli-

gente de la absorción solar directa y la conservación rentable, las implicaciones para la prosperidad y la seguridad nacionales (ya que se trata de fuentes de energía soberanas) son impresionantes. Imaginemos simplemente las sólidas ventajas de disponer de una nueva industria de turbinas eólicas que produjera, de forma case- ra, hidrógeno para nuestros gaseoductos y automóviles, en lugar de tener que depender del crudo, frágil política y físicamente, remitido en superpetroleros desde la otra punta del planeta.

Las estrategias de transición en cuanto al uso de la energía nos dan la oportunidad de desarrollar tecnología realmente eco-efec- tiva –no menos despilfarradora, y más enriquecedora. En última instancia, lo que queremos diseñar son procesos y productos que no sólo devuelvan los nutrientes biológicos y técnicos que usen, sino que paguen con intereses la energía que consuman.

Trabajando con un equipo reunido por el profesor David Orr, del Oberlin College, concebimos la idea de un edificio y su entorno que funcionaran del mismo modo que un árbol. Imaginamos distintas formas de que pudiera depurar el aire, crear sombra y hábitat, enriquecer la tierra, y cambiar según las estaciones, eventualmente aportando más energía de la que necesitaría para funcionar. Tendría paneles solares en el tejado, una línea de árboles en el lado norte del edificio para protegerlo del viento y aumentar la biodiversidad, un interior diseñado para cambiar y adaptarse a las preferencias funcionales y estéticas de las personas, con tarimas y moquetas alquiladas, un aljibe que almacenaría agua para el rie- go, una máquina viviente en su interior y aparte del edificio, que consta de un estanque lleno de organismos y plantas especial- mente seleccionados para la limpieza de los efluentes; aulas y amplios espacios públicos orientados hacia el Oeste y el Sur para aprovechar el Sol; cristales especiales en las ventanas para contro- lar la cantidad de luz ultravioleta que penetrara en el edificio; un bosque restaurado en el lado este del edificio; y una forma de concebir el mantenimiento del paisaje y de los suelos que harían inútil la necesidad de pesticidas o de regadío. Estas características están actualmente en proceso de optimización –en su primer ve-

rano, el edificio comenzó a generar más capital energético del que utilizaba– lo cual hacen de él un modesto pero esperanzador comienzo.

Imaginemos un edificio como un árbol, una ciudad como un bosque.

### La diversidad de deseos y necesidades

El respeto a la diversidad desde el diseño implica considerar no sólo cómo se hace un producto, sino también cómo debe ser usado y por quién. En una concepción *de la cuna a la cuna*, podría tener muchos usos, y muchos usuarios, a lo largo del tiem- po y del espacio. Un edificio de oficinas o una tienda, por ejem- plo, podrían ser diseñados de tal modo que se pudieran adaptar a diferentes usos durante muchas generaciones de uso, en lugar de construirlos para un propósito específico para luego demoler- los o reformarlos sin criterio. Los barrios de Soho y de Tribeca en el bajo Manhattan siguen prosperando porque sus edificios fue- ron diseñados con varias ventajas duraderas que hoy por hoy no se considerarían eficientes: sin embargo, tienen techos altos, gran- des ventanas que dejan entrar la luz del día, y gruesos muros que equilibran el calor del día con el frío de la noche. Gracias a su diseño atractivo y práctico, estas construcciones han pasado por muchos ciclos de uso, como almacenes, salas de exposiciones, talleres, luego centros de distribución, luego "lofts" de artistas y, más recientemente, oficinas, galerías de arte y apartamentos. Su atractivo y su practicidad son evidentes y duraderos. Siguiendo esta línea, hemos diseñado algunos edificios de oficinas que en el futuro podrán ser transformados en viviendas.

Como aquellos tarros de confitura franceses que podían ser usa- dos como vasos una vez consumida la mermelada, los envases y los productos pueden ser diseñados pensando en su supraciclado ulterior. El envoltorio externo, que prima las superficies amplias, planas y rígidas, es el precursor natural hacia una vida ulterior,

como ya sabía Henry Ford. Un cajón utilizado para enviar un producto desde Savannah podría estar fabricado con material aislante impermeable cuyos receptores en Soweto podrían utilizar para construir viviendas. Una vez más, en la película intervienen las diferencias culturales. Los habitantes de los pueblos africanos que solían beber agua de calabazas o en cuencos de barro y que carecen de estructuras de reciclado para la "basura" podrían necesitar un envase de bebidas que pudiera ser arrojado al suelo para que se descompusiera y aportara alimento a la naturaleza.

En la India, donde los materiales y la energía son muy caros, la gente podría agradecer envases que se pudieran quemar sin peligro. En las áreas industriales, una solución mejor podría provenir de polímeros diseñados como "alimento" para fabricar más botellas, con una infraestructura de supraciclado adecuadamente diseñada.

En China, los envoltorios de poliestireno expandido constituyen tal problema de basura que la gente a menudo se refieren a él como a "la contaminación blanca". Se tiran desde las ventanas de los trenes y de las barcas, y ensucian el paisaje por doquier. Imaginemos que tal envase fuera diseñado para su saludable biodegradabilidad tras el uso. Podría estar hecho de la cáscara vacía del arroz, que permanece en el campo tras la cosecha, aunque ahora normalmente se quema. Es barato y está inmediatamente disponible. Se podría enriquecer el envoltorio con una pequeña cantidad de nitrógeno (potencialmente recuperable de los sistemas de automoción). En lugar de sentirnos culpables y apesadumbrados al terminar de comer, podríamos disfrutar de arrojar el envoltorio nutritivo<sup>†</sup> saludable e inocuo por la ventanilla del tren, a la tierra, en donde se descompondría rápidamente, aportando nitrógeno al suelo. Incluso podría contener semillas de plantas autóctonas que echarían raíces a medida que se descompusiera el envoltorio. O podríamos esperar hasta la siguiente parada del tren, donde los agricultores y jardineros locales habrían instalado recipientes para su recolección

<sup>†</sup> N. del T. En el original, "nutripackage" (neologismo).

y posterior uso como fertilizante agrícola. Incluso podríamos poner carteles de "por favor, depositen aquí la basura".

### La forma, consecuencia de la evolución

En lugar de promover la estética de la talla única, las industrias podrían incorporar al diseño el potencial para la personalización "masiva", haciendo que los envoltorios y los productos se adaptaran a los gustos y tradiciones locales sin comprometer la integridad del producto. Las industrias de lujo, como la moda o los cosméticos, han abierto la vía hacia la adaptación al gusto individual y las costumbres locales. Otras podrían seguir el mismo camino, incorporando a sus diseños la necesidad de la expresión individual y cultural. La industria del automóvil, por ejemplo, podría respetar la práctica filipina de decorar los vehículos, dando a los clientes la oportunidad de pegar orlas o de pintar diseños creativos y llamativos con pinturas ecológicas, en lugar de constreñirles a una apariencia "universal" (o de forzarles a perder beneficios eco-efectivos al ejecutar su predilección cultural por la decoración). Un diseño eco-efectivo requiere un conjunto coherente de principios basados en las leyes de la naturaleza y en la oportunidad de una constante diversidad en la expresión. Es famoso el dicho de que la forma sigue a la función, pero las posibilidades son mayores cuando la forma se deriva de la evolución.

Lo que vale para la estética vale para las necesidades, que varían con las circunstancias ecológicas, económicas y culturales —por no mencionar las preferencias individuales. Como ya dijimos, el jabón, tal como se fabrica actualmente, está diseñado para actuar igual en cualquier lugar o ecosistema imaginable. Frente a los cuestionables efectos de tal diseño, los defensores de la eco-eficiencia podrían sugerir a los fabricantes que "hicieran menos daño" enviando detergentes concentrados en lugar de jabón líquido, o reduciendo o reciclando los envases. Pero, ¿para qué intentar optimizar el sistema equivocado? En primer lugar, ¿por qué este envase, y no otro? ¿Por qué estos ingredientes? ¿Por qué líquido? ¿Por qué talla única?

¿Por qué no hacer detergentes como lo harían las hormigas? Los fabricantes podrían mantener inteligencia local (el concepto de "jabón"), pero desarrollando envases, portes e incluso efectos moleculares locales. Por ejemplo: el transporte de agua (bajo forma de detergente líquido) aumenta los costes de transporte y es innecesario, puesto que hay agua en las lavadoras, las bañeras, los ríos o los lagos en los que se efectúa el lavado. Tal vez se podría distribuir el jabón en polvo o en bolitas y venderse a granel en las fruterías. Las necesidades de agua varían según los lugares: se podrían usar distintos tipos de polvo o de granulados en función de la dureza del agua de cada sitio; otros donde la ropa se lava contra las rocas, echando el detergente directamente en el curso de agua. Un importante fabricante de jabones estaba empezando a pensar así cuando se dio cuenta de que las mujeres en la India utilizaban sus productos (diseñados para lavadoras) para lavar a mano, espolvoreando a mano el detergente sobre la ropa, y después frotando las prendas contra las piedras del borde del río. Y esas mujeres sólo se podían permitir comprar una pequeña cantidad de detergente cada vez. Enfrentándose a la competencia de un producto más versátil, la compañía desarrolló un producto más suave, y comenzó a producirlo en pequeños envases baratos que las mujeres podían abrir según lo requirieran. Esta forma de pensar puede ir mucho más allá. Por ejemplo, los fabricantes podrían reconsiderar el detergente como un *producto de servicio*, y diseñar lavadoras que lo recuperaran y lo reutilizaran una y otra vez. Una lavadora podría ser alquilada con una precarga de detergente reciclable internamente equivalente a dos mil lavados —y este reto de diseño no es tan unimaginable como parece, puesto que en un ciclo típico de lavado se consume únicamente el 5 por 100 de una dosis típica de detergente.

El biólogo Tom Lovejoy cuenta una anécdota del encuentro entre E. O. Wilson, el gran biólogo evolucionista que tanto ha escrito sobre la biodiversidad (y sobre las hormigas), con John Sununu, jefe de gabinete de George H. W. Bush, más o menos cuando se celebraba la Cumbre de la Tierra de 1992. Wilson estaba presente para animar al presidente a apoyar la Convención sobre la Biodiversidad, apoyada

por la mayoría de los países del mundo como muestra de su preocupación real sobre este tema. Una vez hubo acabado Wilson de describir el enorme valor de la biodiversidad, Sununu replicó: "Ya veo. Ustedes quieren una Ley de Especies Amenazadas de alcance mundial... y el problema está en los detalles." A lo que Wilson contestó: "No, señor. Dios es el que está en los detalles<sup>†</sup>."

Puesto que la diversidad es un ingrediente básico de los diseños naturales, las soluciones de diseño humanas que no la respetan degradan la trama ecológica y cultural de nuestras vidas, y reducen mucho el disfrute y el placer. Se dice que Charles de Gaulle dijo que es difícil gestionar un país que produce 400 tipos distintos de queso. Pero, ¿qué pasaría si, en aras del crecimiento del mercado, todos los productores de queso de Francia se concentraran en la producción de porciones cuadradas individuales de "comida-queso" naranja que supieran exactamente igual?

Según encuestas sobre preferencia visual, la mayoría de las personas considera a las comunidades multiculturales diferenciadas entornos deseables en los que vivir. Al mostrárseles restaurantes de comida rápida o edificios de apariencia anodina, puntúan muy bajo dichas imágenes. Prefieren las viejas calles de Nueva Inglaterra a los suburbios modernos, aunque vivan en promociones que destruyeron las calles principales de sus propias ciudades de origen. Si se le da la oportunidad, la gente elige algo distinto de lo que normalmente se le ofrece como resultado de los diseños de talla única: el cinturón periurbano, la subdivisión urbana, el centro comercial. La gente quiere diversidad porque le aporta mayor placer y disfrute. Quiere un mundo con cuatrocientos quesos.

La diversidad enriquece la calidad de vida de otra manera adicional: el furioso choque de la diversidad cultural puede ampliar

<sup>†</sup> N. del T. Juego de palabras difícilmente traducible, contraponiendo a Dios y al Diablo: "Devil in the details" ("El Diablo en los detalles" literalmente) quiere decir que los problemas se suelen encontrar al nivel de detalle; de ahí el valor de la ingeniosa respuesta del Sr. Wilson.

puntos de vista e inspirar el cambio creativo. Pensemos cómo Martin Luther King Jr. adaptó las enseñanzas de Mahatma Gandhi sobre la transformación pacífica al concepto de desobediencia civil.

### Las tramas de la información

Tradicionalmente, las compañías han confiado en los estudios de satisfacción de los clientes para buscar señales que indicaran indicios de cambio, mirando hacia atrás para aprender de fracasos y éxitos previos, o buscando en su entorno qué está tramando su competencia. Respetar la diversidad significa abrir también el abanico de la información recibida, para abarcar un rango más amplio de contextos ecológicos y sociales, así como series temporales más antiguas. Podemos hacer consultas "feedforward" (alimentadas por el futuro), preguntándonos no sólo qué es lo que funcionó en el pasado, sino también qué funcionará en el futuro. ¿Qué tipo de mundo queremos, y cómo podemos diseñar cosas acordes con esa visión? ¿Cómo será el comercio global sostenible dentro de diez años —e incluso dentro de cien? ¿Cómo pueden nuestros productos y sistemas contribuir a crearlo y mantenerlo, de tal modo que las generaciones futuras se vean enriquecidas por lo que hacemos, en lugar de verse supeditadas a los riesgos y los residuos? ¿Qué podemos hacer ahora para comenzar el proceso de la re-evolución industrial?

Si el fabricante anteriormente mencionado de detergente para lavadoras siguiera pensando en esta línea, pasaría de plantearse la cuestión de crear un detergente más cómodo de usar y más adecuado para su uso por las manos de los humanos a preguntarse si es realmente inocuo para el Ganges. ¿Promoverá la diversidad de la vida acuática? Ahora que sabemos qué tipo de jabón quieren los clientes, ¿qué tipo de detergente quiere el río? Ahora que está empacado para usos individuales, ¿cómo puede el envase ser diseñado para que sea un producto de consumo que estará listo para ser biodegradado en las orillas, aportando nutrientes al sue-

lo, o para ser incinerado inocuamente como combustible, o ambas cosas a la vez? ¿Qué hay de los tejidos que no necesitan detergentes para estar limpios, diseñados para tener el "efecto loto"? (Nada se adhiere a una hoja de loto.) Uno por uno, los elementos constituyentes de un producto podrían redefinirse positivamente contra una recaída cada vez peor, hasta que el propio producto evolucionara y se transformara, y en cada uno de todos sus aspectos hubiera sido diseñado para alimentar a un mundo diverso.

En el curso de las investigaciones sobre un gel de baño con uno de los principales fabricantes europeos de jabón, nos pusimos a nosotros mismos el reto de responder a esta cuestión: ¿qué tipo de jabón quiere este río? (el río en cuestión era el Rin). Simultáneamente, queríamos satisfacer el deseo del cliente de un gel de ducha saludable y agradable. Al principio, Michael dijo al fabricante que quería definir el producto del mismo modo que se hacía con los medicamentos, seleccionando proactivamente los mejores ingredientes. Dada la naturaleza del producto, la compañía cliente se mostró más receptiva a esta forma de análisis que, por ejemplo, una compañía química que fabricara pintura para la vivienda. Michael y nuestros colaboradores identificaron 22 productos químicos en un gel de ducha típico, algunos de los cuales habían sido añadidos para contrarrestar los efectos nocivos de otros ingredientes químicos baratos. (Por ejemplo, se añadían agentes hidratantes para paliar los efectos deshidratantes de un producto químico concreto.) Entonces se pusieron a elaborar una lista más breve de ingredientes, que tuvieran únicamente los efectos deseados, desmontando los intrincados procesos de control y análisis de las fórmulas convencionales, y obteniendo un producto que sería a la vez saludable para la piel y para el ecosistema del río en el que acabaría.

Una vez compilada la lista de ingredientes propuestos —nueve en total—, la compañía inicialmente se negó a seguir adelante con el producto, porque los nuevos productos químicos eran más caros que los que se habían estado utilizando hasta la fecha. Pero, cuando

la compañía consideró el proceso completo, y no sólo el coste de los ingredientes, se descubrió que el nuevo jabón era aproximadamente un 15 por 100 más barato de producir, gracias a una preparación más sencilla y a las ventajas en su almacenamiento.

El gel salió a la venta en 1998 y sigue en el mercado, pero ahora en un envase de polipropileno puro, tras el descubrimiento de Michael y sus investigadores de que el antimonio de los envases originales de PET se mezclaba con el jabón.

### La diversidad de los "ismos"

En última instancia, el modo en que abordamos la fabricación de las cosas es el que debe ser realmente diverso. Concentrarse en cualquier criterio único crea inestabilidad dentro de un contexto más amplio, y representa lo que llamamos un "ismo", una posición extremista desconectada de la estructura global. Y, por la historia de la humanidad, sabemos qué desastres puede originar un "ismo" –piénsese en las consecuencias del fascismo, del racismo, del sexismo, del nazismo o del terrorismo.

Consideremos dos manifiestos que han conformado los sistemas industriales: la *Reflexión sobre el origen y las causas de la riqueza de las naciones* (1776) de Adam Smith, y el *Manifiesto comunista* (1848) de Karl Marx y Friedrich Engels. En el primer manifiesto, escrito cuando Inglaterra todavía estaba intentando monopolizar sus colonias y publicado el mismo año que la Declaración de Independencia<sup>†</sup>, Smith se opone al imperio y argumenta a favor de la libertad de comercio. Relaciona el bienestar y la productividad de una nación con las mejoras generales, proclamando que "Todo hombre que trabaje<sup>53</sup> por sus propios intereses egoístas será manejado por una mano invisible a favor del bien público". Smith era un hombre cuyas creencias y trabajo estaban centrados

en las fuerzas económicas y en las morales. Por tanto, la mano invisible que imaginó regularía las prácticas comerciales y prevendría contra la injusticia, en un mercado compuesto por personas "morales" que harían elecciones individuales –un ideal del siglo XVIII, no necesariamente una realidad del XXI.

La desigual distribución de la riqueza y la explotación de los trabajadores inspiraron a Marx y Engels la redacción del *Manifiesto comunista*, con el que hicieron sonar la alarma sobre la necesidad de atender a los derechos humanos y al compartimiento de la riqueza económica. "Las masas de trabajadores<sup>54</sup>, apiladas en las factorías, son organizadas como soldados... están, hora a hora y día a día, esclavizados por la maquinaria, por el capataz, y, por encima de todo, por el burgués individual, el mismo fabricante." Mientras que el capitalismo a menudo había ignorado el interés de los trabajadores en la búsqueda de sus objetivos económicos, el socialismo, cuando fue considerado desde la miopía de un "ismo", también fracasó. Si nada pertenece a nadie salvo al Estado, el individuo puede ser reducido por el sistema. Esto ocurrió en la antigua URSS, en donde el gobierno denegó derechos humanos fundamentales como la libertad de expresión. También sufrió el medio ambiente: los científicos han determinado que en un 16 por 100 del antiguo territorio soviético no es saludable para habilitarlo, a causa de la contaminación industrial y de la polución, tan grave que se la ha llegado a bautizar como "ecocidio"<sup>55</sup>.

En Estados Unidos, Inglaterra, y otros países, el capitalismo floreció, enriquecido en algunos sitios por un interés en el bienestar social combinado con el crecimiento económico (un ejemplo lo constituye el reconocimiento por Henry Ford de que "los coches no pueden comprar coches") y regulado para reducir la contaminación. Pero los problemas medioambientales crecieron. En 1962, el libro de Rachel Carson *Silent Spring* ("Primavera silenciosa") promocionó un nuevo tema –el ecologismo– que de forma continuada ha ganado adeptos. Desde entonces, como respuesta a la creciente preocupación sobre el entorno, personas independientes, comunidades, agencias gubernamentales y grupos medioambientalistas han pro-

<sup>†</sup> N. del T. Declaración de independencia de Estados Unidos de América (1776).

puesto diversas estrategias para la protección de la naturaleza, el mantenimiento de los recursos, y la descontaminación.

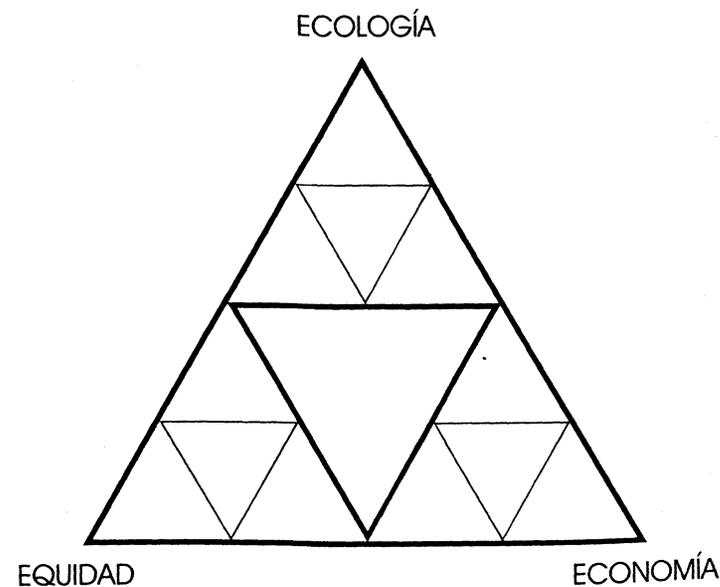
Estos tres manifiestos fueron inspirados por el deseo genuino de mejorar la condición humana, y los tres tuvieron sus éxitos pero también mostraron sus fallos. Pero, llevados al extremo –reducidos a "ismos"– las posturas que inspiraron pueden menospreciar factores esenciales para el éxito a largo plazo, como la justicia social, la diversidad de la cultura humana, la salud del medio ambiente. Carson envió al mundo una importante advertencia, pero incluso la preocupación ecologista, reducida a un "ismo", puede menospreciar las preocupaciones sociales, culturales y económicas en detrimento de la totalidad del sistema.

"¿Cómo pueden trabajar con ellos?", nos preguntan a menudo, a propósito de nuestra buena disposición para trabajar con todos los sectores de la economía, incluyendo las grandes corporaciones. A lo que a veces contestamos: "¿Cómo se puede *no* trabajar con ellas?". (Nos acordamos de cuando Emerson visitó a Thoreau, encarcelado por impago de impuestos –un componente de su desobediencia civil. "¿Qué estáis haciendo aquí dentro?", se dice que preguntó Emerson, dando pie a la famosa respuesta de Thoreau: "¿Qué estáis haciendo allá afuera?")

Quienes así nos preguntan a menudo piensan que los intereses del comercio y los del medio ambiente están intrínsecamente en conflicto, y que los medioambientalistas que trabajan con grandes compañías han cambiado de bando. También los hombres de negocios tienen sus propios prejuicios hacia los ecologistas y los activistas sociales, a los que a menudo ven como extremistas que promueven diseños feos y políticas problemáticas de baja tecnología y caros para que sean imposibles. La creencia convencional parece ser que se está o de un lado, o del otro.

Algunas filosofías combinan dos de los sectores más ostensiblemente contrarios, proponiendo la noción de "economía social de mercado", o de "responsabilidad social corporativa de las empre-

sas", o de "capitalismo natural" –un capitalismo que tendría en cuenta el valor de los sistemas y los recursos naturales, una idea habitualmente asociada a Hermann Daly. Está claro que estas conjunciones pueden tener un efecto multiplicador. Pero demasiado a menudo son alianzas incómodas, no auténticas asociaciones con un único objetivo. La eco-efectividad ve el comercio como el motor del cambio, y reconoce su necesidad de funcionar rápida y productivamente. Pero también percibe que si el comercio vuelve la espalda a los problemas medioambientales, sociales y culturales, provocará una tragedia a gran escala en los bienes comunes, destruyendo valiosos recursos naturales y humanos para las generaciones venideras. La eco-efectividad rinde homenaje al comercio y al bien público que lo sustenta.



Para que el proceso de acometer los diversos problemas resulte menos abstracto, hemos creado una herramienta de visualización que nos permite conceptualizar y examinar de forma creativa las relaciones entre un diseño propuesto y una multitud de factores, como los que hemos estado examinando en este capítulo. Se basa

en un teselado fractal<sup>56</sup>, una forma sin escala aparente que se compone de partes similares entre sí. Esta herramienta nos permite abordar las preguntas hechas por personas desde posiciones que tienden dramáticamente hacia un sector u otro (la Economía, por ejemplo), adjudicándoles un cierto respeto al ser tomados en contexto. El fractal es una herramienta, no un símbolo, y lo hemos aplicado activamente a nuestros propios proyectos, desde el diseño de productos individuales, edificios y factorías, hasta los efectos en barrios enteros, ciudades, e incluso países. A la hora de planificar un producto o un sistema, nos desplazamos por el fractal, haciendo preguntas y buscando las respuestas.

El extremo inferior derecho representa lo que llamaríamos el sector Economía/Economía. Estaríamos allí en la esfera de un capitalismo extremadamente puro, y las preguntas que haríamos incluirían, entre otras: "¿Puedo hacer o suministrar mi producto o mi servicio de forma que dé algún beneficio?". A nuestros clientes comerciales les decimos que, si la respuesta es negativa, no lo hagan. Tal como lo vemos, el papel del comercio es seguir en los negocios a medida que se transforma. Es responsabilidad de una compañía comercial proporcionar valor para el accionista e incrementar la riqueza, pero no a expensas de la estructura social y del mundo natural. Podríamos continuar, preguntando: "¿Cuánto tenemos que pagar a las personas para poner nuestro producto en el mercado y obtener beneficios?". Si están firmemente atrincherados en esta esquina –atrapados por un "ismo" (puro capitalismo)– podrían considerar trasladar la producción a algún lugar en el que la mano de obra y el transporte fueran lo más baratos posible, y aquí acabaría la discusión.

Si estuvieran comprometidos con una aproximación más estable, sin embargo, seguimos presionando. Pasamos al sector Economía/Equidad, en el que debemos considerar cuestiones de dinero y de justicia social, como por ejemplo: "¿Tienen los empleados un salario digno para vivir?". (Aquí, una vez más, la sostenibilidad es local: un salario que permita vivir dependerá de dónde se viva. Desde nuestro punto de vista, sería equivalente a la cantidad ne-

cesaria para crear una familia.) Al pasar al sector Equidad/Economía, el énfasis se desplaza más hacia la justicia social, con lo que, de algún modo, estaremos viendo la Economía a través de la lente de la Equidad. Podríamos entonces preguntar: "¿Se paga por igual a hombres y mujeres por el mismo trabajo?". En la esquina extrema de la Equidad, las preguntas son puramente sociales –"¿Se tratan las personas con respeto, entre sí?"– sin hacer consideraciones económicas o ecológicas; aquí es donde se pueden comentar problemas como el racismo o el sexismo.

Si pasamos a la esquina Ecología del sector Equidad, el énfasis vuelve a desplazarse, manteniendo al frente la Equidad, pero incorporando la Ecología al análisis. Aquí las preguntas podrían ser: "¿Es correcto exponer a los trabajadores o a los consumidores a tóxicos, en el lugar de trabajo o a través de los productos? ¿Es correcto ubicar a los empleados en oficinas en las que diversos materiales liberan a la atmósfera productos que podrían poner en riesgo su salud?". También podríamos preguntar: "¿Cómo va a afectar este producto a la salud de futuras generaciones?". Continuando hacia Ecología/Equidad, consideramos cuestiones relativas a los efectos en los ecosistemas, no solamente en el hogar o en el lugar de trabajo, sino con respecto al ecosistema en su totalidad: "¿Es justo contaminar un río o envenenar el aire?".

Profundicemos ahora en el sector Ecología: "¿Estamos obediendo las leyes de la naturaleza?, ¿De verdad la basura equivale a alimentos?, ¿Utilizamos la aportación solar actual?, ¿Estamos sosteniendo no sólo a nuestra propia especie sino a todas las demás?". (La posición "ismo" en esta esquina sería la de "La Tierra primero", un madamiento de la "ecología radical"; háganse las cosas sin preocuparse por Economía o Equidad.)

Seguimos hacia Ecología/Economía, en donde vuelve a aparecer el dinero: "¿Es nuestra estrategia ecológica también fecunda en términos económicos?". Si estuviéramos diseñando un edificio que gestionara los flujos solares para producir más energía de la que sería necesaria para su actividad, la respuesta sería "Sí".

Finalmente, Economía/Ecología: de aquí procede la eco-eficiencia; aquí es donde encontramos a gente que intenta ser menos mala, que intenta hacer más con menos al tiempo que sigue bajando en el actual paradigma económico. Como ya hemos visto, la eco-eficiencia es una herramienta valiosa para la optimización de la postura, más amplia, de la eco-efectividad.

### La triple línea de llegada ("Triple Top Line")

Los criterios convencionales de diseño constituyen un trípode: coste, estética y prestaciones. "¿Podemos sacarle provecho?", se preguntan las compañías. "¿Lo encontrarán atractivo los clientes? ¿Funcionará?" Los defensores del "desarrollo sostenible" suelen utilizar una aproximación de "triple cuenta de resultados" ("Triple Bottom Line")<sup>57</sup>, basada en el trípode Ecología/Economía/Equidad. Esta forma de abordar los temas ha tenido un importante efecto positivo en los esfuerzos por incorporar preocupaciones sobre sostenibilidad en la contabilidad de las corporaciones. Pero lo que nos encontramos en la práctica es que a menudo se limita a centrarse en consideraciones económicas, y los beneficios sociales o ecológicos son tratados como reflexiones posteriores, en lugar de dárseles el mismo peso en el balance final. Las empresas calculan su rentabilidad económica convencional y le añaden lo que creen ser beneficios sociales, con, a veces, alguna reducción en el daño al medio ambiente –menores emisiones, menor número de materiales enviados al basurero, menor cantidad de materiales en el producto mismo. Dicho de otro modo, tratan su salud al igual que lo hicieron siempre –económicamente– y después se apuntan puntos extra por su eco-eficiencia, el menor número de accidentes o de fallos de producto, los puestos de trabajo creados, y la filantropía.

Si las empresas no están utilizando el análisis de "triple cuenta de resultados" como herramienta estratégica de diseño, están perdiéndose una excelente oportunidad. La magia tiene realmente lugar cuando la industria empieza a hacerse todas estas pregun-

tas, encarándolas de frente, como si fueran preguntas conductoras a una "triple línea de llegada" ("Triple Top Line"), en lugar de abordarlas después de consumados los hechos. Como herramienta de diseño, el fractal permite al diseñador crear valor en los tres sectores. De hecho, ocurre a menudo que un proyecto que comenzó con marcada preocupación en Ecología y Equidad ("¿Cómo creo hábitat?, ¿Cómo puedo crear puestos de trabajo?") se revela tremendamente productivo financieramente, de un modo que nunca hubiera sido imaginado si se hubiera comenzado desde una perspectiva puramente económica.

Tampoco son estos criterios los únicos que cabe imaginar. En nuestra propia lista, en las primeras posiciones aparece la satisfacción: "¿Produce el producto placer, no solamente durante su uso, sino cuando se convierte en desecho?". Una vez, en una conversación con Michael Dell, el fundador de Dell Computers, Bill hizo notar que los elementos que añadimos a los criterios básicos de los negocios (coste, prestaciones y estética) –inteligencia ecológica, justicia y satisfacción– corresponden a la expresión de Thomas Jefferson "vida, libertad, y la búsqueda de la felicidad". "Sí", respondió Dell, pero nos hizo notar que habíamos olvidado una consideración de gran importancia: el ancho de banda.

### Una re-evolución industrial

El diseño que respeta profundamente la diversidad en todos los niveles que acabamos de comentar conlleva un proceso de *re-evolución industrial*. Nuestros productos y procesos pueden ser mucho más efectivos si están en consonancia con la información y las reacciones –cuanto más se parezcan al universo vivo. Las máquinas ingeniosas que utilicen los mecanismos de la naturaleza en lugar de productos químicos agresivos, cemento o acero, constituyen un paso en la dirección correcta, pero seguirán siendo *máquinas* –es decir, será todavía una forma de emplear la tecnología (aunque sea benigna) para acomodar la naturaleza a los diseños humanos. Lo mismo podría decirse de nuestro cre-

ciente uso de la cibertecnología, la biotecnología y la nanotecnología como sustitutos funcionales de los productos químicos y la fuerza bruta. Las nuevas tecnologías no crean por sí mismas revoluciones industriales; salvo que cambiemos el contexto, seguirán siendo simplemente motores hipereficientes que conducirán el barco de la revolución industrial a nuevos extremos.

Incluso en nuestros días, la mayoría de las aproximaciones medioambientales más innovadoras siguen estando basadas en la idea de que los seres humanos somos inevitablemente destructivos con la naturaleza, y que, por tanto, debemos ser controlados y contenidos. Hasta la misma idea de "capital natural" trata la naturaleza como una herramienta que puede ser utilizada para nuestro beneficio. Esta forma de ver las cosas puede haber sido válida hace doscientos años, cuando nuestra especie comenzaba a desarrollar sus sistemas industriales, pero está pidiendo a gritos una revisión. En caso contrario, estaremos limitados a esforzarnos por reducir la destrucción del mundo natural mientras sostenemos, por unos cuantos cientos de años más, el sistema actual de producción industrial y de consumo. Con la aplicación del ingenio humano y de los avances tecnológicos, incluso deberíamos ser capaces de crear sistemas de sustento para nuestra especie más allá de ese plazo, después de que el mundo natural haya decaído mucho. Pero, ¿cuán excitante es la sostenibilidad? Si un hombre se refiriera a su relación con su mujer como "sostenible", se podría sentir lástima por ambos.

Los sistemas naturales toman de su entorno, pero también devuelven algo. El cerezo deja caer sus pétalos y sus hojas mientras recicla el agua y produce oxígeno; la comunidad de hormigas redistribuye los nutrientes del suelo. Podemos seguir su ejemplo para construir un compromiso más excitante con respecto a la naturaleza: seamos socios. Podemos construir fábricas cuyos productos y desechos alimenten al ecosistema con materiales biodegradables, y mantener en circulación materiales técnicos en lugar de tirarlos, quemarlos o enterrarlos. Podemos diseñar sistemas que se autoregulen. En lugar de utilizar la naturaleza como

una mera herramienta al servicio de los objetivos de los humanos, podemos progresar hasta convertirnos en herramientas de la naturaleza que también sirvan para dichos objetivos. Podemos celebrar la fecundidad del mundo, en lugar de perpetuar una forma de pensar y de hacer que la destruye. Porque disponemos del sistema correcto –un sistema creativo, próspero, inteligente y fértil– podemos ser muchos y hacer muchas cosas y, como las hormigas, seremos "efectivos".

## Capítulo 6

# La eco-efectividad en la práctica

En mayo de 1999, William Clay Ford Jr., presidente de Ford Motor Company y bisnieto de su fundador, Henry Ford, lanzó un anuncio dramático: la inmensa factoría de Ford de River Rouge en Dearborn, Michigan, un icono de la primera revolución industrial, sufriría una remodelación por un valor de 2.000 millones de dólares para convertirse en un icono de la próxima revolución.

Henry Ford había comprado la propiedad cuando ésta era un pantano, y a mediados de los años veinte la fábrica comenzó a producir coches. A lo largo de las décadas siguientes, la factoría de River Rouge creció hasta convertirse en uno de los mayores complejos industriales del planeta, haciendo realidad la visión de Henry Ford de una factoría extensa, integrada verticalmente, capaz de producir un automóvil desde el principio hasta el final. Se traía en grandes barcas, desde los Grandes Lagos, el carbón, el mineral de hierro, el caucho y la arena. Los hornos de fundición, las máquinas soldadoras, las prensas laminadoras o de estampación trabajaban sin descanso para producir los materiales necesarios. Junto con Albert Kahn, su arquitecto, Ford supervisó el diseño de las centrales energéticas, los talleres de las carrocerías, los edificios de ensamblaje, los talleres de herramientas y de matrices, todo el conjunto de espacios intermedios y de almacenes, las factorías y las infraestructuras correspondientes.

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA  
SERVEI D'INFORMACIÓ I DOCUMENTACIÓ  
SERVEI D'INFORMACIÓ I DOCUMENTACIÓ  
SERVEI D'INFORMACIÓ I DOCUMENTACIÓ

"The Rouge" fue presentada como una maravilla de la ingeniería de fabricación y de escala, y como un emblema de la industria moderna. Durante la Gran Depresión, la factoría incluso se hizo cargo del tratamiento de los coches usados. Se montó una "línea de desensamblado"<sup>58</sup> cuyos trabajadores extraían de cada coche el radiador, los cristales, los neumáticos, la tapicería, a medida que se iba desplazando por la cadena, hasta que la carrocería y el chasis eran arrojados a una enorme prensa. Hay que admitir que el proceso era primitivo y se basaba en la fuerza bruta más que en el diseño sofisticado, pero era una llamativa ilustración de que "basura = alimento" y un paso pionero hacia la reutilización de los materiales industriales. "The Rouge" llegó a cubrir centenares de acres y a emplear a más de cien mil personas. Era un popular destino turístico y fuente de inspiración para artistas. En sus fotografías y pinturas de "the Rouge", Charles Sheeler retrató la esencia de un sistema de manufactura racional americano. El pintor Diego Rivera inmortalizó la factoría desde la perspectiva del trabajador en sus admirables murales, instalados en el Detroit Institute of the Arts.

Hacia el final del siglo, estas instalaciones no dejaban lugar a dudas su edad. Aunque todavía se fabricaba allí el Ford Mustang, los efectivos habían disminuido hasta menos de siete mil empleados debido a la desinversión, la automatización, y la integración reducida. Con los años, la infraestructura de la factoría se había deteriorado. Su tecnología estaba anticuada –la planta de automóviles, por ejemplo, había sido construida, originalmente, de acuerdo con un método de ensamblaje por el cual las piezas iban cayendo de nivel en nivel, hasta ser ensambladas en un coche completo a nivel del suelo. Décadas de procesos de fabricación se habían cobrado su peaje con respecto a la calidad del suelo y el agua. Importantes superficies de la instalación se habían convertido en descampados –en suelo industrial abandonado.

La Ford Motor Company podía fácilmente haber optado por hacer lo que habían hecho sus competidores: cerrar la instalación, vallarla, y construir una nueva factoría en un sitio en el que la

tierra estuviera limpia, fuera barata, y fuera fácil montarla. En lugar de eso, tenía el compromiso de mantener una instalación de manufactura funcionando en "the Rouge". En 1999, William Clay Ford Jr., desde su nuevo puesto de presidente, llevó ese compromiso un paso adelante. Vió las tuberías oxidadas y las montañas de desechos, y asumió el reto (y la responsabilidad) de restaurarla hasta volver a hacer de ella un entorno vivo. En lugar de abandonar los antiguos restos y empezar de nuevas en algún otro sitio (trasladándola "como si fuera una caja de langostas", en palabras de un empleado), Ford decidió ayudar a su compañía a convertirse en un nativo del lugar.

Poco después de ser nombrado presidente, Ford se reunió con Bill para intentar pensar en términos de eco-efectividad. Lo que debía ser un breve encuentro se convirtió en una tarde entera de excitante conversación, al final de la cual Ford llevó a Bill a su nuevo despacho, en construcción, en la planta doce, desde el cual se veía, a lo lejos, "the Rouge". ¿Pensaba Bill que se podían aplicar los principios sobre los que habían estado dialogando a ese sitio –yendo más allá del reciclaje y la "eficiencia" hasta algo realmente nuevo e inspirador–? En el mes de mayo, Ford pidió públicamente a Bill que dirigiera el rediseño de la planta de River Rouge desde el comienzo.

El primer paso consistió en crear una "sala Rouge" en los sótanos de las oficinas centrales de la compañía, en la que el equipo de diseño –que incorporaba a representantes de todos los sectores de la compañía junto con personal externo, como químicos, especialistas en toxicología, biólogos, especialistas en derecho, y representantes de los sindicatos– pudiera estar reunido. Su agenda primera tenía que ser el establecimiento de objetivos, de estrategias, y de procedimientos de medición de los avances, pero también necesitaban un marco que hiciera visible su proceso de reflexión y les animara a manifestar las preguntas más difíciles y delicadas. Las paredes estaban cubiertas de documentos de trabajo situados bajo etiquetas gigantes de forma que cualquiera que pasara por allí pudiera ver qué es lo que se estaba considerando

desde el punto de vista de los estándares sociales, económicos y ecológicos, para la medición de la calidad del aire, del hábitat, de la comunidad, del uso de la energía, de la relación con los empleados, de la arquitectura y, por supuesto, de la producción. Durante el proceso, centenares de empleados pasaron por la "sala Rouge" (a la que, en broma, se referían como la "sala de paz", por oposición a las "salas de guerra"), bien para asistir a reuniones estructuradas, bien simplemente para encontrarse (a menudo, con objetivos distintos) en un espacio inundado por tantísimas de las recién manifestadas intenciones de Ford.

Los compromisos de la compañía con la seguridad financiera habían sido forjados en caliente. Henry Ford había bordeado la bancarrota durante la Segunda Guerra Mundial, y luchado muchísimo para volver a levantar la compañía. Desde entonces, siempre se había mirado todo lo que hacía la compañía desde el punto de vista del balance económico final: toda innovación debía conducir a beneficios. Pero el equipo tenía libertad total para explorar nuevas e innovadoras formas de creación de valor para el accionista, y el proceso convencional de toma de decisiones en la compañía tenía que tener en cuenta todos los aspectos de la herramienta fractal que presentamos en el Capítulo 5.

Una vez hubo Bill Ford abierto la puerta a la nueva forma de pensar, centenares de trabajadores de todas las secciones de la compañía (y no sólo de River Rouge) –fabricación, gestión de la cadena de suministros, compras, finanzas, diseño, calidad medioambiental, servicios jurídicos, investigación y desarrollo– comenzaron a aportar sus ideas. Por supuesto que había que superar una cierta resistencia al cambio, un escepticismo firmemente anclado que veía a las estrategias medioambientales, en el mejor de los casos, como algo ajeno a la economía, y, en el peor de los casos, como algo inherentemente antieconómico. Uno de los ingenieros explotó en una de las primeras reuniones, diciendo: "No estoy aquí para hablar con ningún eco-arquitecto sobre ningún tipo de eco-arquitectura. He oído que quieren cubrir toda la factoría con claraboyas, y aquí, en Ford, las recubrimos con alqui-

trán. También he oído que quieren poner hierba en los tejados. Entonces, ¿yo qué pinto aquí?" (Más tarde, resultó ser uno de los líderes del proyecto.) Además, como dijo un científico de innovación de la compañía, el componente científico asentado dentro de la compañía era "como una fortaleza rodeada por un gran foso". "Pero", añadió, "si no se estuvieran produciendo estos debates, entonces, por definición, es que estos temas no serían suficientemente importantes."

Para entonces, Ford era única entre las compañías fabricantes de automóviles, en cuanto a que, bajo la dirección del por entonces director de calidad medioambiental, Tim O'Brien (a lo que habría que sumar la influencia de Bill Ford en su antiguo papel de miembro del comité de medio ambiente), todas sus plantas tenían certificados medioambientales ISO que respaldaban su capacidad para controlar no solamente la calidad de lo que producían según baremos comúnmente aceptados, sino también su relación con el medio ambiente. La compañía había dado un paso adicional al exigir lo mismo de sus proveedores. La certificación ISO imponía que la compañía hiciera investigaciones proactivas sobre intereses y preocupaciones medioambientales, y que por tanto no confiara únicamente en los reguladores para el control de estos temas.

Como el propio Tim O'Brien señaló, la mayoría de los fabricantes con factorías antiguas como "the Rouge" adoptan una postura de "no preguntar y no divulgar", prefiriendo no examinar demasiado atentamente sus alrededores, puesto que cualquier problema descubierto acarrearía la obligación de actuar (además de alguna responsabilidad legal con respecto al cumplimiento de las leyes). Cuando descubren (o se ven forzados a admitir) algún tipo de contaminación, normalmente retiran el suelo contaminado y lo entierran en algún sitio seguro, de acuerdo con las normas de la EPA (Agencia de Protección del Medio Ambiente). Estas estrategias, del tipo de "rascar y ocultar", pueden ser eficientes, pero son onerosas y simplemente trasladan a otra parte, junto con la tierra, el problema.

*La lista P.* Esta es nuestra "lista positiva", a la que a veces nos referimos como nuestra "lista preferida". Incluye sustancias *definidas como activamente* saludables y seguras para su uso. Entre otros factores, consideramos:

- La toxicidad aguda, oral o por inhalación.
- La toxicidad crónica.
- Si la sustancia es un sensibilizante fuerte.
- Si la sustancia es un cancerígeno, agente mutagénico, teratógeno, o disruptor endocrino conocido, o sospechosa de serlo.
- Si la sustancia es bioacumulable o sospechosa de serlo.
- La toxicidad para los organismos acuáticos (peces, braquiópodos, algas, bacterias) o del subsuelo.
- La biodegradabilidad.
- El potencial de degradación de la capa de ozono.
- Si todos los subproductos mantienen las mismas características.

Por ahora, el rediseño pasivo de un producto se mantiene dentro de las mismas pautas de producción; simplemente, analizamos los ingredientes y los sustituimos cuando podemos, con el objetivo de que la mayor parte posible de los ingredientes de un producto provengan de la lista P. Estamos pensando de nuevo de qué está hecho el producto, no lo que fundamentalmente *es* —o cómo se presenta al mercado o se usa. Si estuviéramos planeando una cena, podríamos pensar no sólo en usar carne sin hormonas de un buey criado ecológicamente. Nos aprovecharíamos de haber encontrado espinacas en el mercado local de los granjeros, utilizar estas verduras y utilizarlas de sustitutas de las nueces que pensábamos poner en el pastel, y de este modo solucionar la alerta de que uno de nuestros invitados es alérgico a ellas. Pero el menú seguiría siendo esencialmente el mismo.

Un fabricante de tejido de poliéster, por ejemplo, que hubiera descubierto que el tinte azul que utilizaba es un agente mutagénico y cancerígeno, podría optar por otro tinte azul más seguro. Mejoramos incrementalmente los productos existentes, sustituyendo lo que podemos sin tener que volver a concebir el producto desde

sus fundamentos. Al analizar un coche, podríamos ayudar a un fabricante (como ya lo hemos hecho) a cambiar tapicería y alfombrillas por otras libres de antimonio, pero no por ello dejamos de considerar el diseño fundamental del vehículo. Podemos sustituir una pintura amarilla con cromo por la amarilla sin cromo. Podemos prescindir de muchas sustancias problemáticas, sospechosas, o simplemente desconocidas si podemos fabricar el producto sin ellas. Miramos *lo que hay* de la forma más amplia y profunda posible. A veces, sustancias cuestionables de un producto no provienen realmente de los ingredientes del producto, sino de algo en o alrededor de la maquinaria utilizada para su producción, como sucede con algún lubricante industrial, y para el cual se podría encontrar enseguida un sustituto menos problemático.

Sin embargo, este paso acarrea cada vez más males. Sin haber acometido todavía un rediseño completo del producto, la compañía deberá igualar la calidad del producto anterior al mismo tiempo que comienza a alterar la lista de ingredientes —el cliente quiere un azul exactamente igual al antiguo azul. Enfrentarse a la complejidad de un producto dado puede ser terrorífico —imaginemos lo que puede ser descubrir (como nos ha pasado a nosotros) que un producto sencillo, de uso cotidiano, utilizado ampliamente en la industria, contenga 138 ingredientes fehacientemente peligrosos o sospechosos de serlo. Y sin embargo, este paso es el comienzo de un cambio real, y el proceso de inventario puede catalizar la creatividad. Puede estimular el desarrollo de una nueva línea de productos que evitará los problemas asociados con el producto anterior. Eso sí, representaría un cambio de paradigma, y nos llevaría directamente a...

#### Paso 4. Activar la lista positiva

Aquí es donde el rediseño propiamente dicho comienza de verdad, donde dejamos de intentar ser menos malos para empezar a imaginar cómo ser buenos. Partiríamos de los principios de la eco-efectividad, por lo que el producto estaría desde el inicio hasta el final diseñado para convertirse en alimento para los

metabolismos biológico o técnico. En términos culinarios, ya no estaríamos sustituyendo unos ingredientes por otros –habríamos tirado la receta por la ventana y estaríamos comenzando desde cero, con una cesta llena de ingredientes sabrosos y nutritivos con los que nos encantaría cocinar, y que nos provocan un montón de ideas que nos hacen la boca agua.

Si estuviéramos trabajando con un fabricante de automóviles, llegados a este punto sabríamos ya todo lo que fuera posible saber sobre el coche tal cual es. Sabríamos de qué está hecho, y cómo se han conjuntado los materiales, y pasaríamos a elegir nuevos materiales pensando en cómo podrían incorporarse, de forma segura y próspera, a los ciclos biológico y técnico. Puede que estuviéramos eligiendo materiales para las zapatas de freno y goma para los neumáticos que pudieran sufrir la abrasión de una forma segura, y convertirse así en auténticos productos de consumo. Podríamos estar tapizando los asientos con tapicerías "comestibles". Podríamos estar usando pinturas biodegradables que pudieran ser decapadas del sustrato de acero, o polímeros que no requirieran en absoluto ser teñidos. Podríamos estar diseñando el coche en vistas a su desensamblaje, de modo que el acero, el plástico, y otros ingredientes técnicos pudieran una vez más quedar disponibles para la industria. Podríamos estar codificando información sobre todos los ingredientes en los mismos materiales, en una especie de "pasaporte de supraciclado" que pudiera ser leído mediante escáneres y utilizado productivamente por las generaciones futuras. (Este concepto podría aplicarse a muchos sectores del diseño y la fabricación. Un edificio nuevo podría asignársele un pasaporte de supraciclado que identificara todas las sustancias utilizadas en su construcción, y que indicara cuáles son aptas como futuros nutrientes y en qué ciclo.)

Todo esto representaría impresionantes mejoras del paradigma actual de "coche". No acabaría entre un montón de desechos. Y, a pesar de todo... sigue siendo un coche. Y el sistema actual de más y más coches en cada vez más extensas superficies de asfalto no es necesariamente ideal en el mundo de abundancia que intuimos.

(Buckminster Fuller solía contar el chiste de que, si criaturas extraterrestres llegaran a aterrizar en la Tierra, su impresión, desde tres mil metros de altura, sería probablemente de que estaba habitado por los automóviles.) Desde un punto de vista individual, los coches pueden ser divertidos, pero los terribles atascos y un mundo recubierto de asfalto no lo son. Y así, habiendo perfeccionado el automóvil como automóvil, todo lo que fuera posible, pasaríamos a ...

### Paso 5. Reinventar

Aquí estaríamos apostando por algo más que diseñar para los ciclos biológico o técnico. Estaríamos refundiendo el encargo de diseño: no "diseñar un coche" sino "diseñar un 'nutrivehículo'". En lugar de intentar crear coches con emisiones negativas mínimas o nulas, imaginemos coches diseñados para que sus emisiones fueran *positivas* y para generar otras consecuencias nutritivas para el medio ambiente. El motor del coche sería tratado como una planta química modelizada a partir de sistemas naturales. Todo lo que el coche emitiera sería nutritivo para la naturaleza o para la industria. Según quemara el combustible, el vapor de agua resultante podría ser captado, convertido en agua, y utilizada. (Actualmente, un coche medio emite a la atmósfera aproximadamente cuatro quintas partes por litro de vapor de agua por cada litro de gasolina que consume.) En lugar de diseñar el catalizador lo más pequeño posible, podríamos desarrollar los medios para utilizar el óxido de nitrógeno como fertilizante, y configurar el coche para que, mientras conducimos, produjera y almacenara cuanto más mejor. En lugar de liberar el carbono producido por el coche al quemar la gasolina en forma de dióxido de carbono, ¿por qué no almacenarlo en forma de hollín en cantimploras que podrían ser vendidas a fabricantes de neumáticos? Utilizando la mecánica de fluidos, los neumáticos podrían ser diseñados para que atrajeran y capturaran partículas dañinas, limpiando así el aire en lugar de ensuciarlo más. Y, por supuesto, al final de su vida útil, todos los materiales del coche volverían al ciclo biológico o al técnico.

Llevemos un poco más lejos el encargo de diseño: "Diseñe una nueva infraestructura de transportes". Dicho de otro modo: no se limite a reinventar la receta, vuelva a pensar el menú.

La mayoría de las infraestructuras de transporte se expanden y devoran valiosos hábitats naturales o tierras que podrían dedicarse a viviendas o a la agricultura. (La cantidad de terreno dedicado a carreteras en Europa es actualmente equivalente a la superficie dedicada a viviendas, y ambos compiten con la agricultura.) El desarrollo convencional también reduce la calidad de vida, a causa del ruido del tráfico, los humos y la fealdad. Un nutrivehículo que no emitiera sucios gases de escape abriría la vía a una nueva forma de considerar las autopistas. Podrían ser recubiertas, aportando nuevos espacios para viviendas, agricultura, u ocio. (Esto podría requerir menos esfuerzo de lo que podría parecer. En muchos sitios, las carreteras son de los pocos espacios públicos todavía flanqueados por superficies verdes.)

Por supuesto que sí, dentro de veinte años, va a haber tres veces más coches de los que hay hoy en día en el planeta, tanto dará que sean coches ultraligeros altamente eficientes fabricados a partir de fibras de carbono avanzadas, y que recorran casi ochenta kilómetros por litro, o incluso que sean nutrivehículos. El planeta estará atiborrado de coches, y será necesario considerar otras opciones. ¿Quiere usted un encargo de diseño de más amplio alcance? "Diseñe el transporte."

¿Que suena fantástico? Por supuesto. Pero recordemos que el coche en sí mismo también fue una noción fantástica en un mundo de carruajes tirados por caballos.

Este último paso no tiene un punto final absoluto, y el resultado podría ser un tipo de producto completamente diferente de aquél en el que empezamos a trabajar. Pero sería una evolución de dicho producto, en cuanto que resolvería las limitaciones que descubrimos a medida que pasamos por los pasos previos. La base del diseño es el intento de cubrir las necesidades humanas

en un contexto evolutivo técnico y cultural. Empezamos por aplicar la lista positiva activa a las cosas existentes, luego a las cosas que apenas se empiezan a imaginar o a aquellas que todavía no han sido imaginadas.

Al optimizar, abrimos nuestra imaginación a nuevas posibilidades radicalmente nuevas. Nos preguntamos cuál es la necesidad del cliente, cómo está evolucionando la cultura, y cómo pueden cubrirse esos objetivos con productos o servicios de un tipo nuevo y atractivo.

### Cinco principios básicos

La transformación hacia una visión eco-efectiva no ocurre de un día para otro, y requiere muchos ciclos de *prueba y error* —y tiempo, y esfuerzo, y dinero, y creatividad, todos ellos invertidos en muchas direcciones.

El fabricante de prendas deportivas Nike es una de las compañías que está abordando varias iniciativas eco-efectivas en la exploración de nuevos materiales y de nuevos escenarios de utilización y reutilización de los productos. Uno de los objetivos de la compañía es el curtido de pieles sin necesidad de dioxinas cuestionables, de modo que dejen de formar parte de monstruos híbridos y, tras su uso, puedan ser utilizados como compost. Dado que el curtido del cuero afecta a muchos productos —incluyendo los automóviles, los muebles y las prendas de vestir— esta iniciativa podría transformar no una, sino muchas industrias. Nike también está probando un nuevo compuesto de goma, limpio, que sería un nutriente biológico, y que, igualmente, podría tener un impacto revolucionario en muchos sectores industriales. Al mismo tiempo, la compañía está explorando innovaciones en el ámbito de la recuperación, buscando no solamente hacer nutrientes biológicos y técnicos, sino también la puesta en marcha de sistemas para su recuperación. El proceso es, necesariamente, gradual —durante este proceso de transición, de introducción de su nuevo calzado,

Nike separa y muele la parte superior, la suela y la capa amortiguadora intermedia, y trabaja después con empresas asociadas para crear superficies para actividades deportivas (un nivel de uso ciertamente de alto nivel, puesto que esos materiales aportan protección de los elementos así como absorción de impactos). El objetivo sigue siendo el supraciclado, adaptado a diversas ubicaciones y culturas, pero no todas las vías de exploración resultarán en algo. Como apunta Darcy Winslow, directora global de calzado femenino de Nike, en la industria de media y alta tecnología el índice típico de éxito de la innovación es de entre 10 y 15 por 100. La compañía ha iniciado varios programas piloto para comenzar a comprender la complejidad de un programa de recuperación de productos, con la esperanza de que alguno de ellos acabe siendo válido en el futuro. Nike vende sus productos en aproximadamente 110 países, por lo que los programas deben ser diseñados para incorporar los aspectos culturales y regionales más relevantes.

Hay algunas cosas que los innovadores del diseño y los líderes empresariales pueden hacer para contribuir a suavizar la transición en cada estadio, y llegar a disfrutar las mieles del éxito:

*Dejar clara la intención.* Es mejor comprometerse con un nuevo paradigma que con una mejora progresiva del anterior. Por ejemplo: cuando un líder empresarial dice "Vamos a fabricar un producto alimentado por energía solar", se trata de una señal suficientemente fuerte como para que cualquiera comprenda las intenciones positivas de la compañía, sobre todo porque un cambio total e inmediato es muy difícil en un mercado dominado por el status quo. En este caso, la intención no es ser un poco más eficiente, mejorar un poco el modelo anterior, sino cambiar el marco mismo.

Los empleados "a pie de máquina" necesitan que exista esta visión en la cúpula directiva, especialmente cuando encuentren resistencias dentro de la compañía. Tim O'Brien, recientemente ascendido a la vicepresidencia de las propiedades inmobiliarias de

Ford, dice: "Se dónde conseguir los 'Sí': en la planta doce", refiriéndose a la ubicación de los pensadores avanzados del equipo de gestión de Ford. "Puede haber discusiones sobre cuáles serán los próximos pasos de Ford, pero no hay discusiones sobre cuál es la dirección a seguir."

Sin embargo, es importante que las señales en cuanto a la dirección estén basadas en principios sanos, de forma que una compañía no sólo emita señales sobre la transformación de los materiales físicos, sino también sobre la transformación de los valores. Por ejemplo: si los paneles fotovoltaicos que alimentaran a una nueva compañía abastecida por energía solar estuvieran hechos con metales pesados tóxicos y no se hubiera pensado en su uso posterior o en su retirada, lo que se habría hecho sería simplemente sustituir un problema energético por un problema de materiales.

*Restaurar.* Hay que luchar por un "crecimiento saludable", no solamente por el crecimiento económico. Piense en las ideas que hasta ahora hemos expuesto –y en los diseños en general– como si de semillas se tratara. Estas semillas pueden adoptar todo tipo de formas culturales, materiales, e incluso espirituales. Por ejemplo: una vecindad devastada puede ser replantada con semillas que posibiliten un nuevo sistema, formas innovadoras de proveer servicios que no estén ligados a la dilapidación y la expansión, la depuración del agua, el aumento de los espacios verdes y la plantación de árboles para la limpieza del aire y la belleza, la restauración de viejos edificios ruinosos, la revitalización de los escaparates y de los mercados. A menor escala, las construcciones pueden contribuir a la restauración: al igual que lo hacen los árboles, pueden depurar el agua y devolverla al paisaje bajo una forma más pura; pueden acrecentar la aportación solar para su uso en su propio metabolismo; pueden proveer hábitat (por ejemplo, los diseñadores podrían hacer tejados y patios que resultaran atractivos para los pájaros), y podrían devolver algo al entorno. Y, por supuesto, podrían diseñar productos que contribuyeran a la restauración, como nutrientes biológicos y técnicos.

*Estar preparados para innovar más.* Con independencia de cuán bueno sea un producto, recordemos que perfeccionar un producto existente no es necesariamente la mejor inversión que uno pudiera realizar. No olvidemos el canal del Erie, que se tardó cuatro años en construir y que fue presentado en su día como la cúspide de la eficiencia. Lo que los constructores e inversores no habían contemplado es que el suministro de carbón y acero baratos asegurarían la inmediata defunción del canal. El ferrocarril era exponencialmente más rápido, barato, y conveniente. Para cuando se acabó el canal, ya se había desarrollado la nueva y más apropiada tecnología para ese nicho.

Ahora que la pila de combustible de hidrógeno ("fuel cell") se está convirtiendo en el motor predilecto de la industria del automóvil, aquellas compañías que se están centrando en el aumento de las prestaciones y eficiencia del motor de combustión interna podrían quedarse atrás. ¿Es hora de seguir haciendo lo que hacemos? o ¿es hora de crear un nuevo nicho? La innovación requiere señales de aviso hacia el exterior de la propia compañía: señales hacia la comunidad, el medio ambiente, y el mundo en general. Debemos abrirnos a la información proactiva, no sólo a la información de retorno.

*Comprender y prepararse para la curva de aprendizaje.* Debemos reconocer que el cambio es dificultoso, complicado, y que requiere materiales y tiempo suplementarios. Una buena analogía sería el desarrollo del ala de un avión. Si se quiere volar, en algún punto será necesaria la asistematicidad de materiales adicionales, la redundancia –y una firme voluntad de investigación y desarrollo– para que crezca un ala. (Muchos científicos creen que las alas evolucionaron como uso secundario de unos miembros recubiertos de plumas para conservar el calor.) El biólogo Stephen Jay Gould ha expresado este concepto en una forma atractiva que podría ser útil para la industria: "Todas las estructuras biológicas<sup>59</sup> (a todas las escalas, desde los genes hasta los órganos) mantienen una capacidad de redundancia masiva –esto es, para crear más material o información de la mínima necesaria para conservar

una adaptación. El material "extra" queda así disponible para la construcción de novedades evolutivas porque queda lo suficiente para efectuar la función original, que sigue siendo necesaria." La forma sigue a la evolución.

Podemos incluso no saber qué es lo que podríamos necesitar desarrollar en el futuro, pero si todos los recursos están dedicados a funciones básicas, no quedará nada extra para permitir la innovación y la experimentación.

La capacidad de adaptarse y de innovar requiere "tallas grandes" –espacio para crecer de una nueva manera. En lugar de gastar todo su tiempo y dinero en afinar un vehículo ya existente, por ejemplo, un fabricante de automóviles podría estar también diseñando en paralelo otro vehículo: un coche innovador basado en la "información prospectiva". El diseño innovador necesita tiempo para evolucionar, pero no se preocupen: dentro de diez años el vehículo "perfecto" de hoy en día será algo del pasado, y si uno no dispone del nuevo, alguno de los competidores lo tendrá.

*Ejerce la responsabilidad intergeneracional.* En 1789, Thomas Jefferson escribió una carta a James Madison en la que argumentaba que un bono federal debería ser abonado en una generación a partir de la emisión de la deuda, porque, tal como lo expresó, "la Tierra pertenece... a los vivos..."

El derecho natural impide que nadie pueda forzar a las tierras que ocupó, o a las personas que le sucedieron, al pago de las deudas contraídas por él. Porque si así fuera, podría, en vida, malgastar el usufructo de las tierras por varias generaciones futuras, con lo que las tierras estarían perteneciendo a los muertos, y no a los vivos."

El contexto es diferente, pero la lógica es hermosa y atemporal. Preguntémonos: ¿Cómo podemos apoyar y perpetuar los derechos de todas las cosas vivas para compartir un mundo de abundancia? ¿Cómo podemos manifestar nuestro amor a las crías de

todas las especies –no sólo de la nuestra– por los siglos de los siglos? Imaginemos cómo podría ser en el futuro un mundo de prosperidad y salud, y comencemos a diseñarlo desde ya. ¿Qué significa, una vez más, nativos de este lugar, la Tierra, el hogar de *todas* nuestras relaciones? Nos va a costar todo, y nos va a llevar todo el tiempo, para siempre. Pero es que de eso se trata.

## Notas

### Capítulo 1. Cuestión de diseño

- 1 John Clare (1793-1864), "Letter to Messrs Taylor and Hessey, II", en *The Oxford Authors: John Clare*, editado por Eric Robinson y David Powell (Oxford and New York: Oxford University Press, 1984), 457.
- 2 James P. Womack, Daniel Jones y Daniel Roos, *The machine That Changed The World* (La máquina que cambió el mundo) (New York: Macmillan, 1990), 21-25.
- 3 Citado en Ray Batchelor, *Henry Ford: Mass Production, Modernism, and Design* (Manchester and New York: Manchester University Press, 1994), 20.
- 4 Ibid., 41.
- 5 Ralph Waldo Emerson, "Nature", en *Selections from Ralph Waldo Emerson*, editado por Stephen E. Whicher (Boston: Houghton Mifflin, 1957), 22.
- 6 Robert Ayres y A. V. Neese, "Externalities: Economics and Thermodynamics", en *Economy and Ecology: Towards*

- Sustainable Development*, editado por F. Archibugi y P. Nijkamp (Netherlands: Kluwer Academic, 1989), 93.
- 7 Marla Cone, "River Pollution Study Finds Hormonal Defects in Fish Science: Discovery in Britain Suggests Sewage Plants Worldwide May Cause Similar Reproductive-Tract Damage", *Los Angeles Times*, 22 de septiembre de 1998.
  - 8 DuPont, BP, Royal Dutch Shell, Ford, Daimler Chrysler, Texaco y General Motors se han dado de baja de la Global Climate Coalition, organización respaldada por industriales que considera exagerado el calentamiento global.
  - 9 La EPA está ampliando las normas para que los fabricantes ubicados en cabecera de viento de las zonas contaminadas estén supeditados a las reglamentaciones vigentes en dichas áreas. Véase Matthew Wald, "Court Backs Most EPA Action in Polluters in Central States", *The New York Times*, 16 de mayo de 2001, y Linda Greenhouse, "EPA's Authority on Air Rules Wins Supreme Court's Backing", *The New York Times*, 8 de febrero de 2001.
  - 10 En 1996, la superficie impermeable de la región metropolitana triestatal alrededor de Nueva York –carreteras, edificios, aparcamientos, y superficies inertes– suponían el 30 por 100. Una generación antes, era el 19 por 100. Para el año 2020 las proyecciones arrojan la cifra de 45 por 100. Véase Tony Hiss y Robert D. Yaro, *A Region at Risk: The Third Regional Plan for the New York–New Jersey–Connecticut Metropolitan Area* (Washington, D.C.: Island Press, 1996), 7.
  - 11 Wes Jackson ha señalado que la pradera, tal como era, con todas sus hierbas y su diversidad, producía en realidad más carbohidratos y proteínas por hectárea que la agricultura moderna. Pero la agricultura convencional no ha abordado este rico ecosistema en sus propios términos.
  - 12 Paul R. Ehrlich, Anne H. Ehrlich y John P. Holdren, *Ecoscience: Population, Resources, Environment* (San Francisco: W. H. Freeman, 1970), 628.
  - 13 Se están desarrollando por todo el mundo muchas formas de agricultura "orgánica" que, mediante rotaciones de plantas y animales, aprovechan la complejidad y la productividad. Para más detalles, véase la obra de Sir Albert Howard, J. I. Rodale, Masanobu Fukuoka, Joel Salatin y Michael Pollan. Otro ejemplo de agricultura "homeoestática" (no monocultivos de objetivo único), según Wes Jackson, lo constituyen los métodos agrícolas de los Amish.
  - 14 Para un comentario en profundidad sobre los fallos del PIB y la exposición de nuevas medidas del progreso, véase Clifford Cobb, Ted Halsted y Jonathan Rowe, "If the GDP Is Up, Why Is America Down?" ("Si aumenta el PIB, ¿porqué decrece América?"), *Atlantic Monthly*, octubre de 1995, 59.
  - 15 Michael Baruangart et al., "Poor Design Practices – Gaseous Emissions from Complex Products", *Project Report*, (Hamburg, Germany: Hamburger Umweltinstitut, 1997), 47.
  - 16 Wayne R. Orr y John W. Roberts, "Everyday Exposure to Toxic Pollutants", *Scientific American*, febrero de 1998, 90.
  - 17 Se está comenzando a legislar al respecto en Suecia.
  - 18 Braungart et al., "Poor Design Practices", 49.
  - 19 Véase Rachel Carson, *Silent Spring* (1962; reimpresso en 1997, New York: Penguin Group), y Theo Colburn, Dianne Dumanoski y John Peterson Myers, *Our Stolen Future*, para una visión en profundidad de los efectos de los productos químicos sintéticos en la salud humana y ecológica.

## Capítulo 2. Por qué lo menos malo no es bueno

- 20 Thomas Maltus, *Population: The First Essay* (1798) (Ann Arbor: University of Michigan Press, 1959), 3, 49.
- 21 Henry David Thoreau, "Walking" (1863), en *Walden and Other Writings*, editado por William Howarth (New York: Random House, 1981), 613.
- 22 Citado por Max Oelshaeger, *The Idea of Wilderness: From Prehistory to the Age of Ecology* (New Haven: Yale University Press, 1992), 217.
- 23 Paul R. Ehrlich, *The Population Bomb* (New York: Ballantine Books, 1968), xi, 39.
- 24 Paul R. Ehrlich y Anne H. Ehrlich, *The Population Explosion* (New York: Simon & Schuster, 1984), 9, 11, 180-181.
- 25 Citado por Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows y Jorgan Sanders, *Beyond the Limits: Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future* (Post Mills, VT: Chelsea Green, 1992), xviii.
- 26 Ibid., 214.
- 27 Fritz Schumacher, *Small Is Beautiful: Economics as if People Mattered* (1973; reimpression de 1989, New York: Harper and Row), 31, 34, 35, 39.
- 28 R. Liliensfield y W. Rathje, *Use Less Stuff: Environmental Solutions for Who We Really Are* (New York: Ballantine Books, 1998), 26, 74.
- 29 Joan Magretta, "Growth Through Sustainability: An Interview with Monsanto's CEO, Robert B. Shapiro", *Harvard Business Review* (enero-febrero de 1997), 82.

- 30 Citado por Joseph J. Romm, *Lean and Clean Management: How to Boost Profits and Productivity by Reducing Pollution* (New York: Kodansha America, 1994), 21.
- 31 World Commission on Environment and Development, *Our Common Future* (Oxford y Nueva York: Oxford University Press, 1987), 213.
- 32 Stephan Schmidheiny, "Eco-Efficiency and Sustainable Development", *Risk Management* 43:7 (1996), 51.
- 33 3M, "Pollution Prevention Pays", [http://www.3m.com/about3m/environment/policies\\_about3P.jhtml](http://www.3m.com/about3m/environment/policies_about3P.jhtml).
- 34 Gary Lee, "The Three R's of Manufacturing: Recycle, Reuse, Reduce Waste", *Washington Post*, 5 de febrero de 1996, A3.
- 35 Theo Colborn, Dianne Dumanoski y John Peterson Myers, *Our Stolen Future* (New York: Penguin Group, 1997), xvi.
- 36 Mary Beth Regan, "The Dustup Over Dust", *Business Week*, 2 de diciembre de 1996, 119.
- 37 Jane Jacobs, *Systems of Survival: A Dialogue on the Moral Foundations of Commerce and Politics* (New York: Vintage Books, 1992).
- 38 Para una interesante discusión sobre el "valor" de la eficiencia, véase James Hillman, *Kinds of Power: A Guide to Its Intelligent Uses* (New York: Doubleday, 1995), 33-44.

## Capítulo 3. Eco-efectividad

- 39 Peter Drucker, *The Effective Executive* (New York: Harper Business, 1986).

- 40 Erich Houyt, *The Earth Dwellers: Adventures in the Land of Ants* (New York: Simon & Schuster, 1996), 27, 19.
- 41 Gretchen C. Daily, introducción de *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*, editado por Gretchen C. Daily (Washington, D.C.: Island Press, 1997), 4.
- 42 Citado por Clive Ponting, *A Green History of the World: The Environment and the Collapse of Great Civilizations* (New York: Penguin Books, 1991), 148.

#### Capítulo 4. Basura = Alimento

- 43 Sir Albert Howard hace notar que "las causas principales" de la decadencia de Roma "han sido en realidad cuatro: el drenaje constante de habitantes del campo por las legiones, cuyo punto culminante fueron las dos largas guerras contra Cartago; las operaciones de los terratenientes capitalistas de Roma; el fracaso en la búsqueda de una agricultura equilibrada entre vegetales y ganadería y en el mantenimiento de la fertilidad de la tierra; la utilización de esclavos en lugar de trabajadores libres". Albert Howard, *An Agricultural Testament* (London: Oxford University Press, 1940), 8.
- 44 William Cronon, *Nature's Metropolis: Chicago and the Great West* (New York and London: W. W. Norton, 1991), xv, 19.
- 45 Para más detalles sobre la utilización sostenible del Nilo por los egipcios, véase Donald Worster, "Thinking Like a River", en *Meeting the Expectations of Land*, editado por Wes Jackson, Wendell Berry y Bruce Colman (San Francisco: North Point Press, 1984), 58-59.
- 46 Véase también F. H. King, *Farmers of Forty Centuries: Or, Permanent Agriculture in China, Korea, and Japan* (London: Jonathan Cape, 1925).

- 47 Clive Ponting, *A Green History of the World: The Environment and the Collapse of Great Civilizations* (New York: Penguin Books, 1991), 355.
- 48 Kyra Butzel, "Packaging's Bad 'Wrap'", *Ecological Critique and Objectives in Design* 3:3 (1994), 101.
- 49 Michael propuso por primera vez este concepto en 1986. Sin embargo, es importante recalcar que aún no está optimizado; ninguna de las compañías que hasta la fecha ha adoptado el concepto ha rematerializado totalmente el disolvente como nutriente técnico.

#### Capítulo 5. Respetemos la diversidad

- 50 Erich Hoyt, *The Earth Dwellers* (New York: Simon & Schuster, 1996), 211-213.
- 51 John Terborgh, *Diversity and the Tropical Rain Forest* (New York: Scientific American Library, 1992), 70-71.
- 52 William K. Stevens, "Lost Rivets and Threads, and Ecosystems Pulled Apart", *The New York Times*, 4 de julio de 2000.
- 53 Adam Smith, "Restraints on Particular Imports", en *An Inquiry into the Nature and Cause of the Wealth of Nations* (New York: Random House, 1937), 423.
- 54 Karl Mark y Friedrich Engels, *The Communist Manifesto* (1848, reimpresión de 1964, New York: Simon & Schuster, 1964), 70.
- 55 Véase Murray Feshbach y Alfred Friendly, Jr., *Ecocide in the U.S.S.R.: Health and Nature Under Siege* (New York: Basic Books, 1992).

- 56 Nuestro diagrama fractal está basado en el sellante de Sierpinsky, así llamado por el matemático polaco que lo descubrió en 1919.
- 57 Para más información sobre este concepto, véase la obra de John Elkington en *www.sustainability.com*.

### Capítulo 6. La eco-efectividad en la práctica

- 58 Charles Sorenson, *My Forty Years with Ford* (New York: W. W. Norton, 1956), pp. 174-175.
- 59 Stephen Jay Gould, "Creating the Creators", *Discover*, octubre de 1996, pp. 43-54.



WILLIAM MCDONOUGH es arquitecto, y fundador y director de William McDonough + Partners, Architecture and Community Design, con sede en Charlottesville, Virginia. Desde 1994 hasta 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 una 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 medio ambiente. También ha sido galardonado por el Presidente Bush, tiene el premio Green Award de la Universidad de Columbia y pertenece al Consejo Asesor de la Fundación medioambiental del Príncipe Carlos de Inglaterra.

MICHAEL BRAUNGART es químico y fundador de la Agencia para el Fomento de la Protección Medioambiental (EPEA) ubicada en Hamburgo, Alemania. Anteriormente, había sido 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. Su interés se ha volcado sobre nuevos conceptos críticos para la química ecológica y la gestión de los flujos de materiales. El Dr. Braungart ha recibido multitud de honores y premios, y ha sido profesor invitado por diversas organizaciones, como la Heinz Endowment o la W. Alton Jones Foundation entre otras.

INV. 2009  
INV. 2010



McGraw-Hill/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. A. U.  
DIVISIÓN PROFESIONAL  
C/ BASAURI, 17 - PLANTA 1.ª - 28023 ARAVACA. MADRID  
ENTENÇA, 95 - PLANTA 5.ª - 08015 BARCELONA

En 1995, los autores crearon la compañía McDonough Braungart Design Chemistry para el desarrollo de productos y sistemas, con el objetivo de ayudar a las empresas en la implantación de su protocolo de diseño sostenible, único en el mundo. Sus clientes incluyen Ford Motor Company (a la que ayudan en la construcción de la nueva planta de Ford en River Rouge por expreso deseo del Sr. Ford III), Nike (en la construcción de su nueva sede estadounidense), Herman Miller, BASF, DesignTex, Pendleton, Volvo, y el ayuntamiento de Chicago. En España, está construyendo el edificio de Habitat en Barcelona y varios hoteles en Mallorca.

POR FAVOR, ENVÍENME INFORMACIÓN DE PRODUCTOS DE MCGRAW-HILL

Informática  Negocios  Ciencia/Tecnología

Nombre y apellidos \_\_\_\_\_

c/ \_\_\_\_\_ n.º \_\_\_\_\_ C.P. \_\_\_\_\_

Población \_\_\_\_\_ Provincia \_\_\_\_\_ País \_\_\_\_\_

CIF/NIF \_\_\_\_\_ Teléfono \_\_\_\_\_

Correo electrónico \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_

Empresa \_\_\_\_\_ Departamento \_\_\_\_\_

Nombre y apellidos \_\_\_\_\_

c/ \_\_\_\_\_ n.º \_\_\_\_\_ C.P. \_\_\_\_\_

Población \_\_\_\_\_ Provincia \_\_\_\_\_ País \_\_\_\_\_

Correo electrónico \_\_\_\_\_ Teléfono \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_

3 FORMAS RÁPIDAS Y FÁCILES DE SOLICITAR SU CATÁLOGO



EN LIBRERÍAS  
ESPECIALIZADAS



E-MAIL  
profesional@mcgraw-hill.com



PÁGINA WEB  
www.mcgraw-hill.es

**MCGRAW-HILL QUIERE CONOCER SU OPINIÓN**

CUNA



¿Por qué elegí este libro?

Temas que quisiera ver tratados en futuros libros de McGraw-Hill:

- Renombre del autor
- Renombre McGraw-Hill
- Reseña de prensa
- Catálogo McGraw-Hill
- Página Web de McGraw-Hill
- Otros sitios Web
- Buscando en librería
- Requerido como texto
- Precio
- Otros

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Este libro me ha parecido:

- Excelente  Muy bueno  Bueno  Regular  Malo

Comentarios: \_\_\_\_\_

McGraw-Hill le informa que los datos que figuran en este cupón se incluirán en un archivo automatizado que se conservará de forma confidencial, con la finalidad de emisión de acciones publicitarias aplicando estadísticas sobre sus datos al objeto de determinar perfiles de consumo para ofrecerle nuestros productos. A través de nuestra empresa podrá recibir informaciones comerciales de otras entidades del sector. Vd. podrá en cualquier momento ejercer su derecho de acceso, rectificación, cancelación y oposición en los términos establecidos en la Ley Orgánica 15/1999, dirigiendo un escrito a la siguiente dirección: McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A. U. - Dpto. de Marketing - División Profesional - C/ Basauri, 17, Edificio Valtrealty A, planta baja, 28023 - Aravaca (Madrid). Vd. autoriza el tratamiento de sus datos con la finalidad indicada; en caso contrario, marque con una X la siguiente casilla .