

de-
arq

DEARQ - Revista de Arquitectura / Journal of
Architecture

ISSN: 2011-3188

dearq@uniandes.edu.co

Universidad de Los Andes
Colombia

Ayala, Camilo; Quijano, Amparo; Ruge, Claudia Marcela
Los materiales como medio para estimular procesos de creación
DEARQ - Revista de Arquitectura / Journal of Architecture, núm. 8, julio-, 2011, pp. 44-53
Universidad de Los Andes
Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=341630317006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Los materiales como medio para estimular procesos de creación

Materials as a method of stimulating the creative process

Recibido: 7 de febrero de 2011. Aprobado: 1 de junio de 2011.

Camilo Ayala

Diseñador industrial, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. Diseñador textil, Universidad de los Andes. Master of Arts in Design, Domus Academy, Milán, Italia. Profesor de planta e investigador en las áreas de materiales y productos, Departamento de Diseño, Universidad de los Andes.

✉c.ayala954@uniandes.edu.co

Amparo Quijano

Diseñadora textil, maestra en Textiles, especialista en Creación Multimedia, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. Diplomada en Estudios Avanzados en Investigación, Universidad Politécnica, Valencia, España. Doctoranda en Ingeniería Textil y Papelera, Universidad Politécnica de Valencia. Profesora asistente de la Facultad de Arquitectura y Diseño en la Universidad de los Andes.

✉aquiijano@uniandes.edu.co

Claudia Marcela Ruge

Diseñadora industrial, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. Opción en Artes-Medios Electrónicos y Artes del Tiempo, Universidad de los Andes. Trabaja con el Departamento de Diseño, Universidad de los Andes, como profesional asesora de proyectos.

✉c-ruge@uniandes.edu.co

Todas las figuras fueron elaboradas por los autores

Resumen

Los materiales deben entenderse desde el diseño y la arquitectura como herramientas para la realización de proyectos responsables, tanto con la sociedad como con los ecosistemas. A partir del uso y las aplicaciones actuales que se les da a los materiales, el texto plantea una aproximación creativa y reflexiva con la cual diseñadores y arquitectos exploran los límites de las aplicaciones de materiales y generan innovación. De este modo, esta nueva aproximación a los materiales debe pensarse desde lo local.

Palabras clave: materiales, sostenibilidad, diseño, productos, procesos, creatividad.

Abstract

Design and architecture must understand materials as tools to undertake ethical projects both for society and ecosystems. This paper sets out a creative and contemplative idea of what materials provide. Designers and architects can experiment with these materials' use and current applications, and in turn explore the limit of these applications in order to be innovative. This new idea of materials must be considered from a local point of view.

Keywords: materials, sustainability, design, products, processes, creativity.

Un material por sí solo no "conforma" necesariamente un diseño, pero sí tiene la capacidad de elevar o de mejorar una propuesta y, como tal, merece toda nuestra atención.¹

1 Bramston, *Bases del diseño de producto*, 6.

Los materiales evolucionan cada día, se transforman, se desechan, se reutilizan y se combinan. Detrás de estos procesos hay un gran número de mentes inquisitivas y curiosas que los exploran hasta descubrir el potencial que tienen para traspasar los límites de sus aplicaciones.

La interdisciplinariedad que caracteriza al mundo contemporáneo tiende a generar, cada vez más, propuestas holísticas que terminan desdibujando las fronteras propias de las diferentes ramas creativas, de los oficios y de las profesiones, determinadas por el uso de materiales y técnicas de producción. A esto se suma la tendencia actual de preguntarse sobre las posibilidades, que llevan a romper paradigmas y a facilitar traspasar las fronteras de lo estático, de lo dado y de lo establecido para abrir otros espacios de creación con nuevos significados y usos. Estas tendencias han llevado a dimensionar los materiales como lo menciona David Bramston en su libro *De la idea al producto*: "Los materiales forman parte del alma de un diseño y su belleza física y mental (estética) debe respetarse, apreciarse y disfrutarse (ética). Los materiales deben llevarse hasta límites inimaginables (desarrollo). Hay que dejarse cautivar por los materiales".²

2 Bramston, *Bases del diseño de producto*, 80.

Esta afirmación demuestra la importancia de no encasillar los materiales en sus concepciones, aplicaciones y técnicas habituales, con el fin de experimentar y permitir que surjan propuestas apasionantes, revoluciones industriales que proyecten, en este campo, un futuro más respetuoso y responsable. Por lo tanto, antes de entrar en el ámbito de los materiales, a efectos de hablar sobre su importancia o significación para el diseño y la arquitectura, es preciso hacer un breve acercamiento a definiciones del concepto de material.

Los materiales están compuestos por materia, y la materia, por elementos y sustancias que el hombre perceptivamente no puede apreciar. De esta manera, la suma de dichos elementos no explica la diversidad de la materia y no puede entenderse como una realidad espacial y perceptible por los sentidos. En consecuencia, se realiza una división a partir del concepto de la materia másica, entendida como lo que se percibe a través los sentidos, que permite estudiarlo desde lo macro y lo microscópico.

En la entrevista con el diseñador David Rincón realizada el 18 de enero del 2011, dice que la materia prima, como su nombre lo indica, está constituida por sustancias extraídas directamente de la naturaleza, entre ellas las de origen animal (seda, pieles, etc.), vegetal (madera, corcho, algodón, etc.) y mineral (arcilla, arena, mármol, etc.). Los materiales, por su parte, son las materias primas transformadas mediante procesos físicos y/o químicos, utilizados para fabricar objetos y productos.³

3 David Rincón (diseñador industrial y Msc. en Diseño de Producto, Cátedra Material, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia), 18 de enero del 2011.

Para el diseñador, la materia está definida principalmente por el uso que le da en la materialización de sus ideas, y su significado está estrechamente ligado al concepto de utilidad. Sin embargo, esta definición ha sufrido variaciones en los últimos tiempos, cuando se modifican los usos de la materia y se tienen en cuenta los aspectos de estética, ética y creatividad que necesariamente van a superar los límites del diseño para constituir nuevas experiencias y propuestas de vida como agentes de cambio de sociedades.

Hoy en día, la aproximación a los materiales responde a decisiones de formas de vida relacionadas con comportamientos, ilusiones y relaciones ligadas más a los significantes que a las propiedades físicas de éstos; por consiguiente, se trata de descubrir nuevos horizontes de la belleza y la estética sugeridos por los materiales, desde una concepción ya no de sustento o base para la definición de un producto, sino por impactos más sugestivos y más ligados con condiciones éticas, de respeto y equilibrio con el entorno y con la vida.

Un estado de transición

En el mundo donde vivimos, los interrogantes y las críticas están empezando a surgir y a ser cada vez más constantes. Por esta razón, el tema de la sostenibilidad debe abordarse desde criterios que permitan no sólo entender la naturaleza de nuestra evolución industrial, sus causas, logros y consecuencias, sino convertir dichos criterios en el marco de las acciones que se deben tomar para mejorar en el futuro. De allí nace la transición de un mundo industrial basado en el consumo y el desecho a una sociedad que utiliza sus recursos en equilibrio con la naturaleza. La sostenibilidad, entendida bajo términos como reuso y reciclaje, presenta una solución a corto plazo al problema de los desechos; por el contrario, la búsqueda de un estado natural generaría una solución de equilibrio con la naturaleza, en la cual la aplicación de los materiales no cause un impacto negativo en los ecosistemas.

Si bien los materiales nos proveen un sinnúmero de posibilidades de aplicaciones, hemos visto que dichas aplicaciones no son del todo las más acertadas. Por ejemplo, es posible evaluar el problema sobre la botella de polietilentereftalato (PET) desde varios puntos de vista. En lo concerniente a este artículo y a nuestra investigación, podríamos arrojar la siguiente afirmación: el problema no es que la botella que contiene agua esté hecha en PET, el problema radica en que este material no es el adecuado para hacer botellas. De acuerdo con Thompson, Parry y Benzing y con Beyersmann y Hartwig, en la polimerización del PET se utiliza trióxido de antimonio como catalizador; este elemento se desprende después de un uso repetido de la botella y se convierte en un riesgo cancerígeno para el consumidor.⁴

Ahora bien, el hombre tiene la responsabilidad de transformar los materiales, de manera que éstos no representen un problema para los humanos y los ecosistemas. Si partimos de esta premisa, estarían

4 Thompson, Parry y Benzing, "Validation of a method" y Beyersmann y Hartwig, "Carcinogenic metal compounds".

contestadas de antemano preguntas como: ¿para qué diseñamos una botella en un material que va a durar muchos años más que el líquido que va a contener?, o ¿cómo tratar materiales como el PET para que no sea rechazado sino más bien valorado?

William McDonough y Michael Braungart, en su libro *Cradle to Cradle*,⁵ exponen a través de un ejemplo un tema relacionado con dicho estado transicional donde la reinterpretación de un objeto, gracias a la aplicación de un material diferente, puede cambiar, en pro de ese estado natural, la forma como vivimos los seres humanos. En este ejemplo, el primer objeto (un libro) es manufacturado de forma tradicional, impreso sobre papel recién fabricado. Éste representa el estado actual de nuestra era tecnológica, donde el ciclo de vida no se ha considerado en su totalidad. El segundo libro, elaborado en papel reciclado, aunque no es tan blanco y reluciente como el primero, demuestra una clara intención por mejorar los polémicos ciclos de vida del producto y darle una segunda oportunidad al material.

5 McDonough y Braungart, *Cradle to Cradle*, 68.

Este segundo ejemplar denota una positiva intención por tratar de ser más amigable con el planeta; sin embargo, el usuario puede llegar a sentir un menor deseo de compra o una pérdida de ese deseo por tener un libro completamente nuevo en pro de apoyar una causa noble que evite la extracción de materia prima para satisfacer sus intenciones de adquisición. El tercer libro, elaborado en un tipo de polímero, de tacto similar al papel pero completamente resistente al agua y con tintas seleccionadas para adherirse a cada página sin que se corran accidentalmente, le permite al usuario el goce de éste en una playa frente al mar (un valor agregado para un libro), sin tener que pensar en el riesgo que hasta ahora ha representado el contacto con el agua o la arena, que claramente lo deteriorarían si estuviera hecho de papel.

Si bien el polímero del que nace este tercer ejemplar proviene de procesos de extracción del petróleo, al igual que sucede con la botella de PET, en este caso su aplicación es claramente más adecuada, pues se está utilizando para elaborar un objeto con un ciclo de vida mayor. Es entonces aquí donde la aplicación correcta de un material hacia una tipología de objeto puede generar ese punto clave dentro de una transición en la utilización de los materiales que tarde o temprano tendremos que asumir como seres responsables, si queremos llegar a ese estado natural de equilibrio y respeto dentro del planeta que ya habitamos.

El uso actual de los materiales

Hoy en día, en el diseño y en la arquitectura, nos debatimos diariamente con un sinfín de materiales que conocemos o que nos son introducidos por fabricantes, con nuevas tendencias y estilos o, incluso, con nuevos procesos productivos. Éstos hacen parte de nuestros quehaceres cotidianos, complementan nuestra creatividad y nos permiten dar vida a nuestros proyectos. Si bien hay un gran número de aplicaciones

válidas para algunos materiales, bien sea en obras de construcción o en la elaboración de productos, hay un tema que vale la pena resaltar y es el de la responsabilidad de los diseñadores y los arquitectos.

Es muy difícil entrar a una crítica u opinión sobre algún tipo de técnica o tecnología aun más si no se va a proponer una metodología o solución alternativa; sin embargo, en este artículo se indaga e invita a cuestionar las tecnologías existentes como punto de partida de nuestra investigación de la que esperamos surjan herramientas de aplicación y uso más acordes con todas y cada una de las características de los materiales que se van a utilizar en un proyecto creativo. Es deber de nuestra profesión ser veedores y críticos constantes de nuestros propios procesos creativos y sus aplicaciones.

6 Vivas Duque, "Re-construcción".

No podemos continuar utilizando herramientas si no somos conscientes de las repercusiones de nuestros actos en poblaciones humanas o en ecosistemas. En un proyecto de grado del segundo semestre del 2010, en la Universidad de los Andes, un estudiante se propuso indagar sobre los materiales en procesos en la construcción arquitectónica.⁶ Durante su investigación encontró que en las construcciones de los edificios se usan casetones de poliestireno para fundir las placas de los edificios. Si bien ésta no es la única técnica, es una de las más usadas por la calidad de acabados en dichas placas. Surgió la pregunta: ¿qué pasa con este poliestireno una vez se funde la placa? La respuesta deja mucho que desear: o no se hace nada o se usa hasta que se pueda y después se desecha.

Aunque el ejemplo es puramente ilustrativo, demuestra que en nuestras profesiones hay una cantidad de procesos que requieren evaluarse con otra mirada más crítica y que es importante inculcar y reflexionar sobre nuestra responsabilidad como creadores. Nuestros proyectos, cualquiera que ellos sean, deberán concebirse desde su inicio con un alto grado de responsabilidad y no dejar decisiones como la selección de materiales para el final. Tal vez así encontraríamos variables que nunca antes se han tenido en cuenta (fig. 1).

7 McDonough y Braungart, *Cradle to Cradle*, 103.

Una vez más, tomando como referente bibliográfico *Cradle to Cradle*, encontramos un pasaje bastante interesante que, de ser tenido en cuenta por nosotros como profesionales creativos, podríamos no sólo obtener beneficios económicos, sino que nuestras aplicaciones y desarrollos creativos entrarían en un círculo de acciones positivas para nuestro entorno. Como parte del proceso de una segunda revolución industrial, los autores del libro sugieren dividir los procesos naturales e industriales en lo que ellos llaman *dos metabolismos*.⁷ Dicha separación generaría una estabilidad tanto en nuestras sociedades como en nuestros ecosistemas. El primer metabolismo, denominado *metabolismo natural*, busca que nosotros —mediante la correcta selección y aplicación de materiales biodegradables— les demos la oportunidad de circular en los ecosistemas, de modo tal que una vez terminado su ciclo, se conviertan en nutrientes naturales para el planeta. El segun-

do, denominado *metabolismo técnico*, invita a concebir nuestros proyectos, aquellos que contengan materiales no degradables de modo tal que puedan circular dentro de este otro metabolismo artificial y se conviertan en nutrientes de dicho sistema alimentando perpetuamente nuestras industrias.

Dicho postulado, para efectos de nuestro artículo, genera conciencia de que si bien algunos de nuestros colegas están considerándolo y empleándolo, de ser implementado en masa, generaría una revolución positiva, en la cual el juicio por aplicación de materiales dejaría de ser restrictivo y regulador a abundante y lucrativo, y nos permitiría expandir nuestras fronteras de aplicación y forzaría nuestros límites de creatividad sin generar impacto negativo a nuestro planeta (fig. 2).

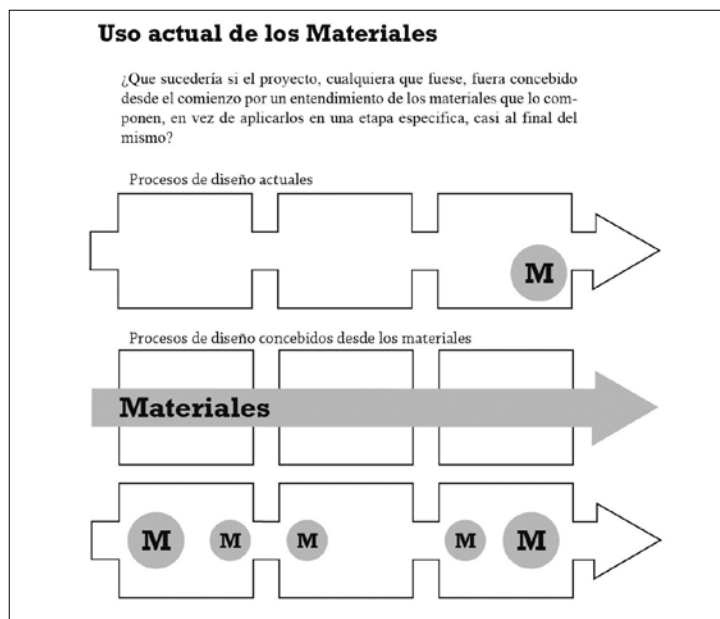


Figura 1. Esquema de procesos de diseño.

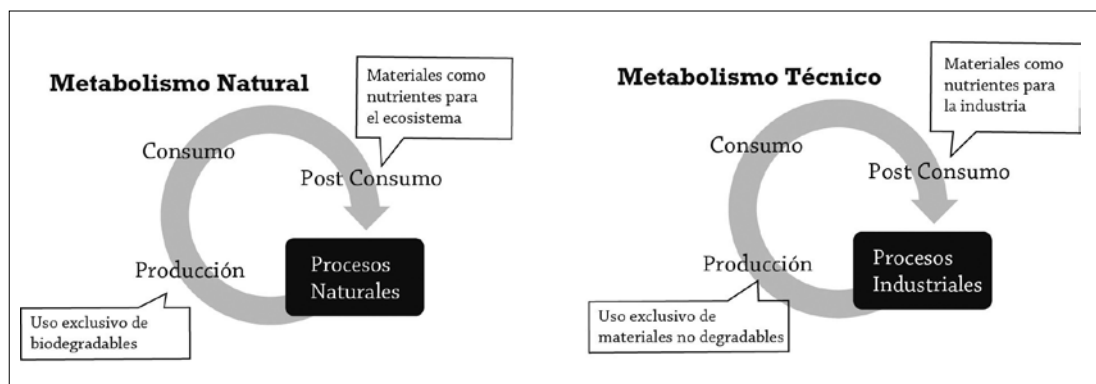


Figura 2. Esquema de metabolismos según el libro *Cradle to Cradle*.

Los materiales que fuerzan los límites de la creatividad

¿Qué grandes cambios se podrían generar en nuestro mundo si desde nuestras disciplinas creativas se incorporara una perspectiva de ideación inspirada puramente en los materiales? ¿Cómo se podría transformar nuestro planeta y la forma como lo habitamos? ¿Cómo podrían evolucionar nuestras profesiones si la concepción de nuestras ideas estuviera ligada al entendimiento de los materiales desde el momento en que nace la propuesta de proyecto? Si bien son preguntas que nos hacemos últimamente como parte de un gran deseo que motiva esta investigación, somos conscientes de que el camino es largo, estrecho y austero.

No somos los únicos que formulamos estas preguntas, pero estamos convencidos de que somos parte de una minoría que busca (a diferencia de quienes se limitan a criticar los sistemas productivos actuales y buscan retornar a un estado de prehistoria tecnológica) encontrar respuestas que inspiren a diseñadores y arquitectos a forzar sus propios límites creativos, a salir de sus estados de confort profesional, a indagar sin descanso las posibles formas y métodos de concepción de proyectos y a imaginar un mundo de abundancia creativa donde no existen límites, legislaciones o restricciones de ningún tipo, pues todos y cada uno de esos proyectos ha sido concebido para ser incorporado dentro de uno de los metabolismos mencionados en completo equilibrio y armonía con sociedades y ecosistemas.

Nuestra invitación es proponer los materiales como punto de partida en la generación de procesos creativos para ser tenidos en cuenta como el medio más importante para el desarrollo de proyectos. Según Joseph Guiltinan, la comprensión y análisis de los materiales nos ayudaría a salir del consumismo inconsciente, donde la fabricación de productos y la construcción de espacios no están determinadas por tiempo de uno o varios usos, sino por una necesidad de flujo puramente económico y un deseo interminable por adquirir.⁸

No se está diciendo que el ser humano deje de desear prosperidad económica o que deje de anhelar cosas nuevas, simplemente pensamos que en cuanto los materiales sean entendidos en su totalidad, se pueden generar nuevos productos y espacios sin necesidad de extraer materias primas en volúmenes descontrolados. De igual forma, se pueden consumir energías no renovables de modo más consciente y hacer circular todos los nutrientes que nuestro planeta nos suministra de la misma forma como la naturaleza lo ha venido haciendo durante millones de años. La invitación no es más que la de ser tan creativos con los materiales, como lo es la naturaleza.

De creadores a inventores

El pensamiento de diseño —considerado una metodología para la innovación centrada en el usuario— hace hincapié en procesos como la

8 Guiltinan, "Creative Destruction", 2.

observación, la colaboración, el aprendizaje rápido, la visualización de ideas, el *prototipado* de conceptos y el análisis de negocio.⁹ De acuerdo con Charles Owen, en su artículo "Design Thinking: Notes on Its Nature and Use",¹⁰ el pensamiento científico y el pensamiento de diseño son complemento e incluso son las dos caras de la moneda en un modelo de creatividad. Los *finders* o inventores, como los llamaremos en este caso, son aquellos que usan su creatividad a través del descubrimiento. Su rol ha sido comprender y encontrar explicaciones a problemáticas aún no entendidas; usualmente son científicos o académicos. Los *makers* o creadores son también creativos, pero de un modo distinto: ellos demuestran su creatividad mediante la invención; sintetizan información y llegan a conceptos que se convierten en obras tangibles. Entre ellos están arquitectos, artistas y diseñadores.

9 Lockwood, *Design Thinking*.

10 Owen, "Design Thinking".

Esta distinción entre los profesionales nos hace reflexionar acerca del trabajo interdisciplinar y multidisciplinar. Para Thomas Lookwood el trabajo interdisciplinar es parte integral del pensamiento de diseño; mientras que para Tim Brown, en su libro *Change by Design*,¹¹ diferencia el trabajo multidisciplinar e interdisciplinar. En el primero cada profesional aporta de acuerdo con su especialidad y en el segundo hay una propiedad colectiva de ideas y todos se hacen responsables por ellas.

11 Brown, *Change by Design*.

Si partimos del hecho en el cual la invención en materiales es producto de la ciencia de los materiales o la química orgánica, hablamos del tipo de invenciones que reposan en un laboratorio. Para que lo anterior se convierta en innovación, debe tener una aplicación real que se incorpore a la sociedad a través de un objeto. Allí es donde los diseñadores, en la medida en que obtienen experiencia sobre un material, adquieren aprendizajes y pueden ser catalizadores de nuevos conceptos para el desarrollo de materiales y, a partir de un proceso de selección, descubrir propiedades que se atribuyan al diseño de productos más ligeros, de mayor longevidad, mayor funcionalidad, menor impacto ambiental y menor precio (fig. 3).

Según Mike Ashby y Kara Johnson, en su libro *Materials and Design*, existen diferentes etapas en la selección de materiales: análisis (razonamiento deductivo), síntesis (razonamiento inductivo), similitud

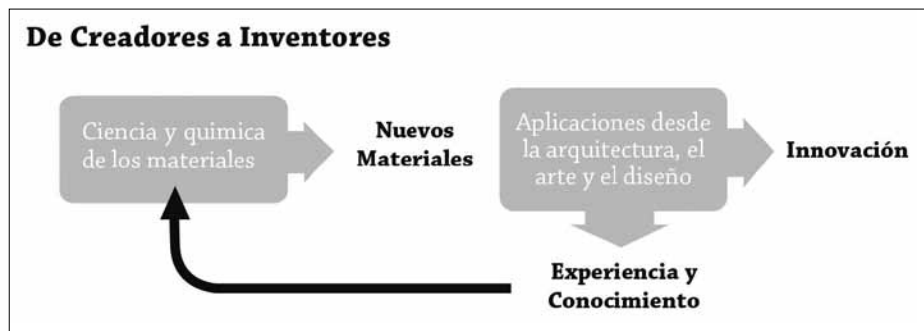


Figura 3. Esquema basado en la teoría de Charles Owen en su artículo "Design Thinking...".


(materiales con características similares) e inspiración.¹² Si abordamos estas etapas como algo multidisciplinar e interdisciplinar, vemos cómo los diseñadores podemos pasar de ser creadores a inventores, entender y aplicar los materiales a través de sus fortalezas, su apariencia y sus cualidades intrínsecas; la habilidad de hacer con un material algo que con otro sea imposible o inconcebible.

Investigación de materiales enfocada en una realidad local

Siempre nos hemos preguntado por qué somos del tercer mundo. Claramente, la respuesta ha estado frente a nuestros ojos y la vemos de manera creciente en todos los medios. Al respecto consideramos que somos un país en vía de desarrollo porque no poseemos una infraestructura y una industria que genere una estabilidad y riqueza comparable a otros estados del globo; sin embargo, y como parte de nuestra reflexión como investigadores, nos hemos venido planteando la siguiente paradoja: si nos consideramos un país en vías de desarrollo, es decir, si estamos buscando ser como los países del primer mundo y se está demostrando que cuanto se conoce como desarrollo está destruyendo el planeta, entonces ¿por qué queremos ser como ellos?

Colombia posee una gran variedad de recursos renovables que, de ser inteligentemente aprovechados, pueden convertirse en una fuente de inspiración creativa tanto para diseñadores como para arquitectos, los futuros *finders*. Así generaríamos un factor diferenciador local bastante fuerte, donde todo se parece entre sí y la creatividad se limita a tendencias globales.

Nuestra responsabilidad como diseñadores dentro de una comunidad es tomar el material como estrategia de diseño, abordar los procesos y dejar de considerar éste un recurso que se aborda en una etapa determinada de un proyecto. Más que considerar lo que hacemos, es reconsiderar cómo lo hacemos y por qué. De este modo, gran parte de los esfuerzos de este proyecto están enfocados en la comprensión y aprovechamiento adecuado de nuestros recursos locales y en presentar información acerca de los materiales de una forma creativa e inspiradora usando el material como medio potencial para la innovación.

Un país como Colombia debería, desde su propia perspectiva, dejar de mirar hacia afuera, para compararse con ese conocido “primer mundo”, y mirar hacia adentro, tratando de generar desarrollos propios que la sitúen en otro nivel. Según Mike Ashby y Kara Johnson: “Necesitamos evolucionar de una sociedad industrial dirigida por el consumismo, hacia una que respete y admire la materialidad y la eficiencia”.¹³ Por consiguiente, invitamos a cambiar la forma de pensamiento acerca de los materiales y la materialidad, usando métodos que hagan la tarea de selección de los materiales más interactiva capitalizando las experiencias que tienen los diseñadores frente a los materiales, lo que permitirá generar conocimiento y aprendizaje a las futuras generaciones. 

13 Ashby y Johnson, *Materials and Design*,
4. Traducción de los autores.

Bibliografía

Ashby, Mike y Kara Johnson. *Materials and Design: The Art and Science of Material Selection in Product Design*. Burlington: Butterworth-Heinemann, 2010.

Beyersmann, Detmar y Andrea Hartwig. "Carcinogenic metal Compounds: Recent Insight into Molecular and Cellular Mechanisms". *Archives of Toxicology* 82, no. 8 (2008): 498, <http://www.springerlink.com/content/c418152643x06313/> (acceso diciembre de 2010).

Bramston, David. *Bases del diseño de producto: de la idea al producto*. 2 vols. Barcelona: Parramón, 2010.

Brown, Tim. *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. New York: Harper Business, 2009.

European Union. "Environment and Energy Collection: Statistical Books 2010", http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-32-10-283/EN/KS-32-10-283-EN.PDF (acceso enero del 2011).

Guiltinan, Joseph. "Creative Destruction and Destructive Creations: Environmental Ethics and Planned Obsolescence", *Journal of Business Ethics* 89, supl 1 (2009): 2, <http://www.springerlink.com/content/p1340qu42u4223j3/> (acceso enero, 2011).

Lockwood, Thomas. *Design Thinking*. New York: Allworth, 2010.

McDonough, William y Michael Braungart. *Cradle to Cradle: Remaking the Way we Make Things*. New York: North Point Press, 2002.

Owen, Charles. "Design Thinking: Notes on its Nature and Use". *Design Research Quarterly* 2, no. 1 (2007): 16-27.

Thompson, D., S. J. Parry y R. Benzing. "The Validation of a Method for Determining the Migration of Trace Elements from Food Packaging Materials into Food", *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 217, no. 1 (1997): 147-150.

Vivas Duque, Rodrigo. "Re-construcción". Proyecto de grado, Universidad de los Andes, 2010.