

Materiales y procesos de manufactura en innovación. Metodología para innovar desde nuevas perspectivas

Andrés Hernando Valencia Escobar

Introducción

La forma ha sido tradicionalmente la herramienta de trabajo para el diseñador industrial innovador y con ella se han alcanzado logros muy importantes dentro del espectro del desarrollo de productos. De hecho, la evolución de los objetos que han acompañado al hombre desde sus inicios, se hace evidente sobre todo por la forma, ya sea tomando como referencia el mejoramiento funcional o la aparición o el nacimiento de ellos. El hecho de que muchas de las discusiones filosóficas en diseño se basen en la relación forma función, indica el alto nivel de importancia que el componente morfológico tiene para el desarrollo de un proyecto de diseño industrial.

La forma como tal debe tener un soporte físico al que se le podría denominar estructura; aquella organización o disposición espacial y geométrica de componentes que dan estabilidad a la forma, se convierte también en punto de referencia para el diseño y obliga al proyectista a involucrarse de manera más íntima con lo que se requiere para generar una determinada morfología funcional. Esta agrupación de elementos tiene como fundamentos entre otros, al componente material, en la medida en que como se sabe, el desempeño funcional no es más que una muy buena mezcla entre características de la morfología y los atributos de los materiales.

La forma inanimada o tácita no existe para efectos “prácticos” del diseño industrial, por lo que siempre que se piense en forma deberá hacerse también en el material que la soportará y con éste, en el proceso de manufactura que hará realidad la idea del proyectista.

El nivel de disponibilidad que el ser humano ha tenido de materiales y procesos de manufactura ha ido en aumento progresivo a lo largo de su historia. En la actualidad un diseñador industrial puede tener a su disposición cientos de miles de materiales y cientos de variaciones de las actividades básicas que regulan los procesos de manufactura (formado, unión y acabado). Este hecho ha implicado que el hombre deba siempre establecer una serie de criterios valorados y priorizados de manera relativa para poder acceder a el o los materiales que podrían serle de mayor utilidad. Desde la selección entre piedra y hueso para la fabricación de herramientas de corte en la era prehistórica el hombre que diseña se ha internado en un proceso de selección continuo que se hace más complicado a medida que avanza el tiempo y la complejidad de los objetos que proyecte alcanza niveles realmente altos y difíciles de manejar en una sola mente y que a futuro, de no tener la capacidad suficiente para afrontar el momento y proyectarse hacia adelante, podrá convertirlo en un profesional casi insuficiente en la medida en que su nivel de innovación desde este campo quedará limitada.

En la actualidad se desarrollan nuevos materiales a una velocidad que los diseñadores industriales no alcanzan a vislumbrar, si de enterarse de lo nuevo y de las posibi-

lidades que esto tiene para su trabajo se trata. Dentro de este desarrollo se suma la posibilidad de que el mismo diseñador pueda participar en el proceso de creación de los atributos del material o de que, a partir de modelos experimentales, pueda generar él mismo sus propios materiales. Por otro lado, las dinámicas que rigen la concepción de nuevos materiales en la actualidad y el futuro cercano –recontextualización, reutilización, miniaturización, inmaterialidad y sostenibilidad– y sus implicaciones técnicas y tecnológicas, obligan al diseñador a despejar esa barrera mental hacia lo científico y expandir su campo de conocimiento para interactuar de manera directa en los procesos de generación de estos. Todo lo anterior implica que la herramienta de trabajo más poderosa que posee el diseñador industrial actual está en la capacidad de interactuar en equipos multidisciplinarios y manejar las variadas fuentes de información que se le presentan y saber filtrar lo que ellas le ofrecen a partir de criterios de decisión fundamentados en las nuevas dinámicas de la disciplina.

Por su parte los procesos de manufactura, se desarrollan de manera diferente a los materiales. Las operaciones básicas para transformar los materiales no han cambiado mucho con el tiempo, lo que se ha modernizado es la capacidad del hombre de aplicarlas a escalas cada vez más grandes y más pequeñas con una alta precisión e intervención humana mínima para eliminar el error. El gran número de variables que trae consigo la implementación real de un proceso de manufactura en una planta de producción hace que para un mismo equipo y un mismo material, pero en condiciones ambientales y geográficas diferentes, la técnica de transformación sufra modificaciones, que serán solo conocidas por las personas que a diario interactúan con ella y que no serán nunca escritas en una fuente de información que divulgue ese conocimiento práctico a la comunidad académica. Las variables también traen consigo un alto nivel de incertidumbre en la línea de producción con la cual la calidad del producto se ve inmensamente afectada, este parámetro también habrá de ser tenido en cuenta por parte del diseñador en su proceso de proyectación y materialización.

Las tendencias actuales y futuras en el campo de los materiales y los procesos de manufactura, acompañadas del acceso a canales abiertos de difusión de información acerca de ellas, se ha convertido en un elemento que el diseñador industrial debe dominar ampliamente en la medida en que quiera con sus proyectos proponer elementos de innovación relevantes. Lo anterior está justificado no solo por la inmensa cantidad de nuevos materiales disponibles, sino también por la posibilidad que se ha abierto al diseñador de crear sus propios materiales y de usar los procesos de manufactura de manera innovadora para transformar sus ideas en realidad.

Como si no fuera poco ya con tener una cantidad casi infinita de materiales y procesos de manufactura, el diseñador industrial debe reflexionar también al respecto de una condición que relaciona ambos temas y que muchas veces se deja pasar desapercibida en las prácticas académicas. Esta condición radica en el hecho de entender que un material no es un ser inanimado y que necesariamente se hará presente como una materia prima con una serie de características morfológicas

que lo definen, aún antes de ser procesado. A esto se le denomina la presentación del material, y tiene que ver con la configuración morfológica que posea éste en el momento en que se reciba del proveedor.

Un mismo material puede tener configuraciones variadas en cuanto a su estado, a la cantidad (en volumen o en peso) que presente el empaque utilizado y a la forma que posea. Es posible tener un mismo material en estado sólido o en estado líquido. También en cantidades de empaque que pueden variar desde unos pocos gramos hasta toneladas. Desde la forma, los polvos, los granos, las láminas, los perfiles, los volúmenes y las fibras, son ejemplos de la configuración en la que un determinado material puede presentarse al diseñador al momento de fabricar el objeto; y cada una de ellas representa un conjunto de condiciones de manejo y comportamiento totalmente diferentes. Además, no siempre los atributos de los materiales son independientes de la presentación, y aunque todas ellas se midan en laboratorios normalizados, se sabe que la forma y el proceso mediante el cual la materia prima llegó a estar como está, afectan de manera radical las prestaciones de un determinado material.

Competencias y marco institucional

Saber seleccionar materiales y procesos de manufactura y entender las consecuencias que trae para su proceso esta actividad, es entonces una competencia fundamental para el diseñador industrial contemporáneo, no solo porque esta actividad sustenta sus propuestas morfológicas de manera argumentativa, sino también porque se está convirtiendo cada día más en un personaje bajo cuya responsabilidad recaerá el éxito o el fracaso de la totalidad de un proyecto. Lo anterior en la medida en que actuará como integrador de todas las disciplinas que intervengan en el desarrollo, y con ello, deberá ser capaz de tomar decisiones que involucren diferentes áreas del saber. Además, la gran cantidad de posibilidades con las que se cuenta y el conjunto de variables que podrían afectar el resultado del proceso, obligan de alguna manera a desarrollar procesos de filtración de información a fin de proponer el uso de las mejores opciones posibles. Dentro del componente morfológico y productivo del Proyecto Educativo del Programa de Diseño Industrial de la Universidad Pontificia Bolivariana, se plantea el curso de selección de materiales como etapa final de un proceso de formación que involucra en detalle inicialmente el estudio de la morfología, a partir de dos cursos de geometría, y luego de los materiales y los procesos de manufactura, con sus respectivos cursos. Este componente tiene como objetivo brindar las bases prácticas y teóricas para determinar la dimensión material, tecnológica y productiva de un producto o servicio en todo su ciclo de vida. Además, logra en el estudiante competencias para identificar, experimentar, investigar y proponer formas, materiales y procesos involucrados en la elaboración de productos teniendo en cuenta su fabricación, las normas y el desarrollo sostenible.

El curso de selección de materiales y procesos de manufactura se concibe desde la inherente necesidad de abordar el proceso de diseño teniendo como uno de los objetivos principales el seleccionar un material idóneo

para cumplir con una serie de requerimientos funcionales específicos y un proceso de manufactura con el que los parámetros morfológicos definidos puedan llevarse a la realidad, además de poder proponer a partir de los materiales y los procesos características de innovación real. Esto hace que el diseñador industrial requiera habilidades en el uso de las herramientas analíticas y procedimentales que se han desarrollado para llevar a cabo la mejor elección de los materiales y los procesos de manufactura.

Para seleccionar materiales y procesos de manufactura se requiere inicialmente entender a fondo cada término individual (materiales y procesos de manufactura), sus implicaciones y conceptos fundamentales. En la medida en que esto se haga, los procesos de selección serán ágiles y efectivos. Una falencia en conceptualización de lo que es un material y/o un proceso de manufactura y de lo que ellos implican para un proyecto de diseño, afectará de manera directa la acción de seleccionar, disminuyendo la posibilidad de contribuir activamente en ella y obtener un resultado ajustado a los requerimientos. Luego de esta comprensión inicial, que de hecho se toma en cada tema un periodo académico completo con conceptos teóricos y prácticos, será posible abonar el terreno para su selección y aplicación detallada al diseño industrial de objetos.

Tradicionalmente la enseñanza de los materiales y los procesos de manufactura en los programas de diseño industrial ha estado fundamentada por un papel meramente funcional, esto es, el material y el proceso no es más que un elemento adjunto a muchos otros que sustentan la morfología del objeto y con ella su desempeño funcional o en otros casos, el material simplemente es un resultado no buscado del proceso, con el cual sólo se hace énfasis en la forma y la función sin entrar en detalle en la relación existente entre estos dos términos y los materiales. En la actualidad, la innovación alcanzada a partir del uso de materiales y procesos de manufactura de una manera diferente en una gran cantidad de objetos ha logrado que la visión que se tenía del papel de estos en el diseño de productos haya cambiado. Explorar por ejemplo nuevas propiedades de los materiales a partir del análisis de las respuestas sensoriales que los seres humanos tienen frente a la presencia de ellos, o la asignación de algún tipo de condición social a los materiales, se ha convertido en una rama que permite profundizar en el mundo de estas sustancias tan útiles y necesarias para el diseño. En este campo se ha manejado inclusive el hecho de adicionar al proceso de manejo de los materiales y los procesos de manufactura un componente de tipo cultural o metafísico con el cual se tengan en cuenta aquellos elementos del diseño que no son tangibles pero que necesariamente deben ser tenidos en cuenta para el éxito de un proceso de diseño, en la medida en que es lo que muchos usuarios inconscientemente buscan y aceptan en el momento de decidir qué objeto adquirir.

Para garantizar las competencias en el marco de la nueva visión innovadora de los materiales, se tiene como base la clasificación de ellos y de los procesos de manufactura y la manera en que se manejan las diversas fuentes de información disponibles para ellos. En la primera se propone que el identificar nuevos elementos comu-

nes para los diferentes materiales, tanto nuevos como tradicionales o antiguos, permite al diseñador reorganizar su concepción del mundo material y salirse de la tradicional clasificación a partir de los tipos de enlaces atómicos (metales, polímeros y cerámicos) y con ello lograr abstraer de un determinado grupo de materiales información que no sería apreciable desde las visiones tradicionales. Para el manejo de la información, se sugiere una jerarquización de las fuentes teniendo como parámetro de medición la profundidad y certeza que represente para el diseñador el utilizar los datos obtenidos de ellas.

Con el curso se busca en general desarrollar las habilidades analíticas, comparativas e intuitivas suficientes para interactuar en grupos de trabajo enfocados a ejecutar procesos de selección de materiales y procesos de manufactura, dentro de un marco de requerimientos funcionales orientados hacia el desarrollo del diseño de un objeto industrial. Y con esto específicamente:

- Identificar la importancia de la selección de materiales y procesos dentro de un procedimiento de diseño creativo e innovador.
- Reconocer y filtrar las fuentes de información de las propiedades de los materiales y los procesos de manufactura.
- Relacionar diferentes comportamientos de los materiales buscando experimentar en diferentes clasificaciones organizadas a partir de ellos.
- Transformar los requerimientos funcionales de un objeto industrial en atributos de los materiales y de la morfología.
- Desarrollar relaciones funcionales entre los diferentes atributos de los materiales.
- Reconocer y aplicar las diferentes metodologías de selección de materiales.
- Determinar cómo las necesidades morfológicas y los procesos de manufactura afectan la selección de un material.
- Identificar al diseño para la manufactura, el ensamble y el medio ambiente como objetivo y/o restricciones del proceso de diseño.

El curso comienza con una sensibilización hacia los estudiantes, justificando primero, el por qué seleccionar materiales y procesos de manufactura, haciendo mucho énfasis en las facetas de desarrollo actual acelerado e innovación. En seguida se pone al estudiante en contacto con nuevas visiones para el manejo de los materiales y los procesos de manufactura, haciendo consciente el hecho de que la búsqueda de nuevos referentes de clasificación para ambos es también una herramienta de innovación. Se refuerza luego el concepto de tipología funcional, de requerimientos y necesidades, para luego formalizar el procedimiento de traducción de estos en características (propiedades y atributos) de los materiales y las formas. Una vez se tenga claro esta primera etapa del proceso, se desarrollan cada una de las metodologías de selección, a partir de estudios de casos y manejo de ejemplos reales en clase. A partir de los candidatos obtenidos de los procesos de selección, se analizan por último las implicaciones finales, buscando definir cuál de estos candidatos será el elegido. En un último momento de la materia se hace una aproxima-

ción a una temática definida como DFX, en la cual se analizan condiciones de diseño basadas en el diseño para la manufactura, diseño para el ensamble y el diseño para el medio ambiente.

Por último es importante mencionar que el curso está también contextualizado en la realidad local que se vive en Medellín, en donde el sector productivo presenta dos visiones yuxtapuestas que proporcionan al diseñador un campo de acción bastante amplio. Por un lado existen empresas productivas con niveles de tecnología relativamente altos; y por otro, se tiene acceso a un sinnúmero de pequeñas y medianas empresas que manejan tecnologías blandas generadas, muchas de ellas, a partir de procesos artesanales. A raíz de lo anterior, el diseñador tiene la posibilidad de abordar su proceso de diseño desde múltiples ópticas y sacar el mayor provecho de las situaciones sociales, políticas y económicas del país.

El método

La selección de los materiales y los procesos de manufactura puede enfocarse desde dos perspectivas diferentes. La primera está enfocada a que el resultado del proceso de selección aporte sólo funcionalidad al proyecto y todo el componente de innovación lo soporte la morfología, generando así que el material y el proceso se encarguen sólo de dar soporte físico al proyecto. De esta manera un profesional del área de los materiales y la manufactura podrá llevar a cabo la selección, casi sin conocer los detalles intrínsecos del proyecto y obviamente sin aportar nada más que su saber hacer al proceso. La segunda perspectiva se basa en la posibilidad de generar innovación radical o incremental a partir de una de las siguientes acciones: utilizar un material o proceso de manufactura “nuevo” (no usado) en una aplicación (forma y/o función) ya explorada o utilizar un material o proceso de manufactura no usado en una aplicación no explorada. En ambas estrategias se exige del diseñador una participación directa y propositiva en el proceso de selección en la medida en que se involucran tanto cuestiones físicas como metafísicas del proyecto, esto es, se aborda al material y al proceso de manufactura como algo más que soporte físico y se exploran condiciones sensoriales de los mismos.

Se propone entonces un esquema metodológico para la selección de un material y un proceso de manufactura, conformado a partir de la necesidad que tiene el proyectista de estar completamente consciente de cuáles son sus necesidades de diseño. En este camino secuencial se tiene a la definición de los requerimientos funcionales del proyecto como primera etapa. La organización, jerarquización y discriminación de los requerimientos, se propone como paso siguiente. Luego, es posible determinar los perfiles ideales tanto del material como de la morfología traduciendo los requerimientos en atributos y propiedades. Finalmente se define cuáles métodos de selección usar y se desarrolla un análisis de implicaciones final para determinar los ajustes que deben hacerse a los perfiles ideales o necesarios en la medida en que se comparen con los perfiles reales encontrados.

La definición de los requerimientos de diseño desde lo funcional se toma como se dijo, como punto de partida

del proceso de selección de los materiales y los procesos de manufactura. En esta actividad se plasma el marco general en el que el objeto (y con él su morfología y sus materiales actuando al unísono), deberán tener para el desempeño de su función. Para la definición acertada de los requisitos funcionales de diseño se siguen tres pasos secuenciales:

- Análisis del usuario, el contexto y los estilos de vida
- Tormenta de ideas de requisitos del objeto
- Edición de la lista de requisitos

La organización, jerarquización y discriminación de los requerimientos exige tener muy claras las tipologías funcionales (técnica, de relación hombre/objeto, estética y de utilidad), y la definición de lo que es un objetivo (requerimiento que debe ser maximizado o minimizado) y una restricción (requerimiento que no es negociable y debe ser cumplido de manera precisa y exacta). También se siguen una serie de pasos con los cuales se logran estos tres objetivos:

- Clasificación funcional de la lista de requisitos
- Relación de requisitos
- Priorización de requisitos
- Definición de objetivos y restricciones
- Caracterización de los requisitos en cualitativos y cuantitativos

La determinación de los perfiles ideales tanto del material como de la morfología traduciendo los requerimientos en atributos y propiedades, se basa en establecer para cada requerimiento un posible atributo o conjunto de atributos de un material que ayude al cumplimiento del perfil y de una característica medible y cuantificable de la morfología con la que también se soporte la función. Es posible que se encuentren requerimientos en los cuales sea complejo lograr relacionar un atributo material o una propiedad morfológica, sin embargo se debe hacer un esfuerzo por encontrar relaciones con ambos factores, ya que en la medida en que se tenga un mayor número de posibles caminos de solución, el nivel de innovación podrá ser también más alto.

El análisis de la información obtenida de la traducción de requerimientos permite no sólo plantear el perfil del material y de la morfología, sino también determinar elementos de juicio que faciliten la definición de si el objeto debe o puede tener varias partes o por el contrario podría ser monolítico. Esto último se da en el caso que se presente la necesidad de requerir un material o una forma que deba cumplir simultáneamente la misma condición funcional pero en niveles contrarios. Esto es por ejemplo, que se necesite un material con alta dureza para un determinado requerimiento funcional como la resistencia al desgaste y por otro lado se requiera que el material posea baja dureza para cumplir con una adaptación a las formas de un usuario. En este caso es obvio que un material no podría fácilmente llegar a tener dos durezas diferentes que permitan su utilización, por lo que se intuye la necesidad de tener dos piezas con dos materiales diferentes.

El perfil del material es una lista organizada y jerarquizada de los atributos que se requieren para que el objeto funcione desde todos los puntos de vista. Define además de qué manera será medido el atributo (cuantitativa o cualitativamente) para los fines del proyecto. Esta

lista deberá obtenerse luego de analizar la traducción de requerimientos y definir con base en cuál variable o combinación de variables se espera obtener el desempeño funcional. Esta lista es obviamente un ideal para el proyecto y será tarea del diseñador el lograr determinar cuál o cuáles materiales deben ser usados para que se ajusten de la manera más precisa posible al perfil ideal. El perfil de la morfología también se obtiene de la traducción, sin embargo es mucho más complejo llegar a éste que llegar al del material. La traducción aporta elementos medibles cuantitativa o cualitativamente con respecto a los cuales se podría evaluar un boceto o aproximación gráfica del objeto. Es definitivo en este punto llegar a determinar propiedades morfológicas puntuales como el espesor mínimo, la rugosidad superficial, las dimensiones generales, colores, simetrías, superficies, ya que la selección de los procesos de manufactura exigirá del proyecto este tipo de información cuantitativa.

Una vez determinados los perfiles de material y morfología, el diseñador tendrá la posibilidad de escoger entre 4 posibles métodos de selección para el material y el proceso. Metodologías basadas en análisis, síntesis, similitud e inspiración, serían los caminos posibles para el proyectista.

En el análisis se desarrollan procesos de selección numéricos a partir del manejo de índices de desempeño obtenidos del perfil del material y el manejo de cartas de selección gráficas para la evaluación de los índices. La síntesis se basa en una edición del perfil del material a partir de la priorización de los atributos con condiciones permisibles, rangos de trabajo para las variables y la identificación de aquellos que no serían medibles con un número; este perfil editado se somete a una comparación con perfiles reales de materiales y se establece un grado de concordancia entre ellos que define el conjunto de candidatos más acertado. La similitud por su parte, define como herramienta de trabajo a la lista de requerimientos antes de la traducción, buscando con ello, comparar soluciones de diseño existentes que funcionen de manera similar a la buscada y posteriormente identificar en ellas los materiales usados y extraer el perfil de los mismos para compararlo con el ideal. Por último la inspiración es una metodología basada en las experiencias pasadas que el diseñador ha tenido, tanto con los materiales y los procesos de manufactura, como con la disciplina y la práctica del diseño como tal; podría decirse que este método podrá ser aplicado de manera realmente constructiva luego de que el proyectista haya recorrido un camino en su profesión. El uso de imágenes y trabajos de reconocimiento de campo y su organización en mapas mentales innovadores permitirá a la inspiración general posibles candidatos para ser usados en los proyectos.

Cada metodología arroja como resultado un conjunto de candidatos, ninguna de ellas alcanzará a definir un sólo material y/o un sólo proceso; se obtendrán por ello conjuntos de materiales o procesos de manufactura, los cuales, en la medida en que se mezclen filtrarán el número de candidatos y permitirán llegar a dos, tres o máximo cuatro posibilidades finales.

En el desarrollo de las metodologías de selección se requiere el análisis de una gran cantidad de información.

Esta información puede llegar al proceso desde fuentes muy diversas, páginas de internet temáticas, (matweb.com, azom.com, materialconexion.com y materialexplorer.com); manuales o libros de diseño y materiales, como la serie de Chris Lefteri de materiales para un diseño creativo, los dos textos del profesor Ashby sobre selección de materiales para diseño mecánico y diseño industrial o el texto de Jim Lesko acerca de materiales y procesos de manufactura y hojas técnicas de producto (material o proceso) que son remitidas directamente por los fabricantes, son ejemplo de ellas. El diseñador debe siempre estar consciente de la confiabilidad de cada una de estas fuentes y ser capaz de filtrar el tipo de información que podría manejar de cada una de ellas y en que nivel de profundidad hacerlo para cada una de las etapas del proceso de diseño y selección. Por otro lado, el hecho de que las propiedades de los materiales sean rara vez descritas por un solo número hace que el manejo de rangos de valores sea una tarea bastante común para una persona interesada en seleccionar materiales, por lo que en este punto debe también el diseñador tener criterios fortalecidos para tomar las decisiones.

Las implicaciones finales consisten en una reevaluación de los perfiles ideales de forma y material con respecto a los perfiles reales arrojados por los métodos. Serán sometidos a este proceso final sólo los candidatos definidos luego de mezclar y relacionar los conjuntos de candidatos arrojados por cada método. Este proceso se puede llevar a cabo de diversas maneras, sin embargo existe un método denominado el método Dominic, que es una propuesta muy pertinente para el ámbito del diseño industrial, en la medida en que plantea parámetros finales de medición a partir de una escala cualitativa, que permite concluir que tan cerca de lo ideal está la solución real encontrada, o que elementos deberán repensarse en la propuesta para ajustarse al mundo real de una manera rápida y exenta de análisis numéricos complejos.

Experiencia exitosa

En el marco del curso de Selección de materiales, se propuso a los alumnos el desafío de analizar un objeto específico que podría ser una muleta, un bastón o una silla de ruedas y proponer diferentes elementos de innovación para él a partir de la utilización creativa e innovadora de los materiales y los procesos de manufactura bajo dos condiciones: reutilización (uso de materiales u objetos de desecho en buen estado) y recontextualización (uso de materiales u objetos en contextos diferentes a los que se manejan convencionalmente). Del anterior ejercicio se obtuvieron una serie de primeras aproximaciones innovadoras que fortalecieron la idea de presentar un proyecto de investigación para extrapolar los resultados a una escala productiva real en el ámbito de la asistencia a las personas en situación de discapacidad en la ciudad de Medellín.

La experiencia se contextualizó en lo local: una comunidad de bajos recursos con necesidades puntuales de ayudas técnicas para personas en situación de discapacidad, y con esto rescatar el diseño industrial como disciplina que permite aumentar o mejorar en nivel de vida de las personas a partir de objetos materiales.

Con el ejercicio se demostró que el diseñador industrial posee la capacidad mental para proponer soluciones de diseño que alcancen niveles de innovación reales en ámbitos diferentes a los puramente formales, utilizando el modelo de análisis planteado por la asignatura y siguiendo un proceso de diseño no restrictivo en el cual el material y el proceso de manufactura se convierten en una base para la innovación del producto. Algunos de los resultados del ejercicio son una muleta fabricada con bambú¹, una silla de ruedas proyectada en tubería de policloruro de vinilo (PVC)² y un bastón desarrollado también a partir de tubería de PVC³.

Conclusiones

Para el diseñador industrial es indispensable adquirir la competencia de seleccionar materiales y procesos de manufactura en la medida en que con ella puede no sólo aportar al desarrollo del proceso de diseño como tal, sino también abrir el espectro de posibilidades de innovación para los objetos que proyecte.

Los materiales y los procesos de manufactura pueden verse como herramientas de innovación para la disciplina del diseño. Para ello, se exige que el proyectista identifique nuevas visiones para el abordaje de estos temas, sea capaz de reorganizar el mundo material posible y vea en él aspectos no descubiertos hasta ese momento desde una perspectiva local que le permita optimizar los recursos con los que cuenta el medio que lo rodea.

La gran cantidad de materiales y variaciones de procesos de manufactura que se desarrollan en la actualidad exige del diseñador la capacidad para el manejo con criterio de las fuentes de información, brindando especial atención a la confiabilidad y profundidad de aquellas que consulta.

La selección de materiales y procesos de manufactura exige del diseñador una serie de etapas secuenciales de manejo de información y desarrollo del proceso para permitir obtener un resultado satisfactorio tanto desde la función como desde la innovación.

Notas

1. Proyecto de los estudiantes Aura María Zapata, Ana María Henao, Sebastián González y Marcos Vallejo.
2. Proyecto de los estudiantes Carolina Tavera, Jose Carvajal, Juan Camilo Cárdenas y Juan Camilo López.
3. Proyecto de la estudiante Ana María Lotero.

Referencias bibliográficas

- Ashby M y Johnson K. Materials and design, The art and science of material selection in product design. BH. 1^a edición. 2002.
- Manzini E. La materia de la invención. Ediciones CEAC. 1993.
- Ashby M. Materials selection in mechanical design. BH. Second edition. 1999.
- Lesko Jim. Materials and manufacturing guide for industrial design. Jhon Willey and sons, inc. 1999.
- Myer, Kuts. Handbook of materials selection. John Willey and sons, inc. 2002.
- Norton R. Diseño de máquinas. Prentice Hall. 1^a edición. 1999.
- Ashby M. y Jones D. Engineering materials 1, an introduction to their properties and applications. Pergamon press. 1986.

- Ashby M. y Jones D. *Engineering materials 2, an introduction to microstructures, processing and design*. Pergamon press. 1994.
- Grinyer C. *Diseño inteligente: Productos que cambian nuestra vida*. McGraw Hill. 2002.
- Lefteri C. *Plástico: Materiales para un diseño creativo*. McGraw Hill. 2002.
- Lefteri C. *Metals: Materials for inspirational design*. Rotovision. 2004.
- Lefteri C. *Ceramics: Materials for inspirational design*. Rotovision. 2004.
- Lefteri C. *Wood: Materials for inspirational design*. Rotovision. 2004.
- Lefteri C. *Glass: Materials for inspirational design*. Rotovision. 2004.
- ASM hadnbook. *materials selection and design*. Volume 20.
- Gordon J. *Estructuras o por qué no se caen las cosas*. Celeste ediciones. 1ª edición. 1999.
- Gordon J. *The new science of strong materials*. Princeton University press. 1976.
- Lefteri, Chris. *About: Materials*. www.designcouncil.org
- Ashby, Michael. *Drivers for material development in 21st century*. En: *Progress in material science*. No. 46. 2001. p. 191-199.
- Dowlatshahi, S. *Material selection and product safety: theory versus practice*. En: *Omega*. No. 28. 2000. p. 467-480.
- Ashby, Michael y Johnson, Kara. *The art of material selection*. En: *Materials today*. December 2003. p. 24-35.
- Ashby, Michael. Et al. *Selection strategies for materials and processes*. En: *Materials and design*. No. 25. 2004. p. 51-67.
- Bovea, María D. y Vidal, Rosario. *Materials selection for sustainable product design: a case study*. En: *Materials and design*. No. 25. 2004. p. 111-116.
- Ljungberg, Lennart y Edwards, Kevin. *Design, materials selection and marketing of successful products*. En: *Materials and design*. No. 24. 2003. p. 519-529.
- Brechet, Y. et al. *Challenges in materials and process selection*. En: *Progress in material science*. No. 46. 2001. p. 407-428.
- Shercliff, H. y Lovatt, A. *Selection of manufacturing processes in design and the role of the process modeling*. En: *Progress in material science*. No. 46. 2001. p. 429-459.
- Smith, Robert. *Concurrent design dreams*. En: *Innovation*. Winter 2003 (www.idsa.org). p. 16-18.
- Correa, Álvaro. *Do I have to do all those things? The reality of understanding what Industrial Design is all about*. www.idsa.org.
- Bedolla, Deyanira. *Diseño sensorial. Las nuevas pautas para la innovación, especialización y personalización del producto*. Barcelona, 2002, p. 353-376. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. Escuela Técnica superior de ingeniería industrial. Departamento de proyectos de ingeniería.
- Coulter, Patrick. *Rational selection of thermoplastics*. En: *Materials World*. Septiembre 2004. p. 23-25.
- Johnson, K., Langdon, P.M. y Ashby, M.F. *Grouping materials and processes for the designer: an application of cluster analysis*. En: *Materials and design*. No.23. 2002. p. 1-10.
- Westcott, Nancy y Callahan, Jane. *Back to basics: revisiting the revolution of thermoplastics*.
- Brownell, Blaine. *Transmaterial: A catalog of materials, products and processes that are redefining our physical environment*.
- Edwards, K.L. *Towards more strategic product design for manufacture and assembly: priorities for concurrent engineering*. En *Materials and design*. Nº 23. 2002. p.651-656.

Andrés Hernando Valencia Escobar. Ingeniero Mecánico. Candidato a Magister en Ingeniería con Énfasis en Materiales. Grupo de Estudios en Diseño –GED–. Línea de Investigación en Morfología Experimental. Escuela de Arquitectura y Diseño, Programa Diseño Industrial. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín-Colombia.