

**Procesos de producción de la forma y lenguaje y nuevas tecnologías:  
sistemas de producción de la forma no convencionales**



Guillermo Jorge Olgún, Moriana Abraham, María Paula Bourdichon, Raúl Calvimonte,  
Federico De la Fuente, Silvano Giurdanella, Teresita Hernández, Mónica Bibiana Scocco,

Existe consenso en que asistimos a una revolución tecnológica casi sin precedentes. Los avances tecnológicos son tan trascendentes que se dice que estamos atravesando la tercera revolución industrial, haciendo referencia al reemplazo de energías fósiles por otras 100% renovables, donde la instantaneidad, el poder extra territorial concentrado, el nomadismo, la profundización de las desigualdades y la crisis socio-ecológica son algunas de sus características. La primera revolución es la basada en la fuerza del vapor y la segunda basada en motores de combustión externa y combustibles fósiles.

Desde una mirada centrada en la morfología de Diseño Industrial, nos interesa cuestionarnos si determinada expresión morfológica se ve condicionada de alguna manera por los avances tecnológicos, generando así mercados totalmente homogéneos, o si el desarrollo de la ciencia y la tecnología producen materiales y sistemas productivos con nuevas posibilidades morfológicas, que son luego incorporadas al diseño de acuerdo a la particularidad de cada contexto. Para ello debemos hacer hincapié en objetos artificiales producidos por la cultura cuyo sentido esté dado por su uso social. Tanto el objeto artesanal como el industrial responden a esta

categorización ya que ambos están investidos de una específica “función operativa”, envueltos en un particular aspecto externo que debe resultar “estético”.

Nos incumben en particular los objetos de diseño industrial. Estos productos son generados a partir de procesos de transformación que involucran no sólo a la materia y a los materiales con sus diversas posibilidades de conformación, sino también a la técnica, que ofrece alternativas de transformación determinantes de diferentes configuraciones. Estos procesos determinan lenguajes propios, que han sido históricamente concretados a través de expresiones particulares y locales.

La incorporación de la ciencia moderna a la técnica, hasta ese momento definida como destreza, ha dado lugar a lo que conocemos como tecnología. La tecnología es el producto de una actividad de síntesis entre los conocimientos científicos y los procesos técnicos. Este término pone en conexión praxis y conocimiento.

El saber popular, tardó a la hora de ponerse al día con las innovaciones pero depositario de una gran memoria, probablemente siga pensando que la necesidad es la madre de la imaginación y que cuando hay voluntad, hay camino. La tecnología alguna vez consideró estar hecha a medida de esta frase pero hoy en día la sucesión parece haberse invertido y al parecer la imaginación es la madre de las necesidades y cuando se descubre un nuevo camino la voluntad no tarda en aparecer.

Las novedades tecnológicas buscan desesperadamente su aplicación en la práctica y desean convertirse en soluciones pero se encuentran pérdidas a la hora de buscar problemas a los que esas soluciones podrían adecuarse.

Jacques Ellul dice que la técnica no acepta ningún juicio que le venga desde afuera, ni acepta limitación alguna. Que al juzgarse a sí misma, se libera de manera manifiesta del principal obstáculo para la acción humana. El técnico no necesita justificarse, ya que como norma, la justificación viene después de que la acción ha sido consumada.

A la tecnología no la arrastran hacia adelante las necesidades insatisfechas, sino que la empujan desde atrás activos que reclaman que se los emplee de manera beneficiosa y que protestan porque hay recursos que no están siendo aprovechados como deberían.

Por ende, difícilmente parece concebible que la tecnología sea un proceso con alguna finalidad; que en algún punto cumpla su objetivo y se detenga una vez satisfechas todas las necesidades humanas y halladas las soluciones a todos los problemas. Como resultado del progreso tecnológico, el total de los problemas que necesitan solución en la actualidad, en lugar de disminuir crece. Imaginar nuevos problemas que hasta hoy nadie había imaginado es el verdadero sentido de la tecnología y es lo que gradual pero inevitablemente se está convirtiendo en su verdadera razón de ser.

Es de nuestro interés enfocar la mirada a los lenguajes característicos de las técnicas vinculadas a procesos de producción de la forma, tanto conceptuales como materiales. Esto determina el objetivo de abordar la tecnología con el fin de profundizar categorizaciones en relación con los

resultados formales de la misma y la potencialidad de los lenguajes formales para expresar ideas y valores a través del diseño.

### Categorías Técnicas

Es posible establecer una categorización genérica que diferencia cuatro diferentes tipos de acciones sobre la materia. Las tres primeras conforman, en principio, objetos de un solo componente, y son *descartar*, *formar*, y *moldear*. Descartar significa eliminar partes del material original, formar implica alterar la forma por medio de procesos físicos como la presión, el doblado y el estiramiento, y moldear es aplicar el material sobre una forma opuesta materializada previamente. La última categoría es *construir* y es característica de ésta la conexión de secciones o componentes, no necesariamente del mismo material, por medio de encastrados, juntas, vínculos, soldaduras, o materiales adherentes. Los objetos así generados son complejos, hechos a partir de diferentes piezas.

La proyección de estas categorías generales a procesos industriales marca ciertas características diferenciales.

El *descarte* de material se remonta a la creación del hombre de los primeros utensilios y herramientas. Hoy esta técnica se realiza a través de máquinas como tornos, fresadoras, taladradoras y molinillos. Son procesos flexibles y precisos que pueden producir formas complejas, especialmente si se emplean utilizando el control numérico por ordenador (CNC). El CNC puede programarse directamente para un diseño mediante una fabricación asistida por ordenador (CAM) o una programación paramétrica. Para la producción en serie, el maquinado tiende a considerarse una opción lenta, y los restos y limaduras que se producen lo convierten en un proceso que desperdicia mucho material y que, por consiguiente, resulta de alto costo.

El *formado* consiste en dar forma a materiales sólidos fríos o calientes. Incluye, tanto el tradicional forjado, como procesos más industrializados como el rolado, la extrusión, el formado de alta resistencia, el prensado y el troquelado. Este es un proceso de fácil automatización y de gran velocidad que requiere poca preparación e implica pocos residuos, lo que hace idóneo para la producción en serie.

Esta técnica ofrece diferentes ventajas ya que en el proceso de transformación se puede aplicar hasta 160mN de fuerza y producir piezas precisas, con secciones más delgadas, que con el moldeo. Mientras en el moldeo las moléculas se disponen en patrones aleatorios, los procesos de formado ofrecen cierta libertad para alinear las estructuras moleculares en direcciones específicas, con la posibilidad de reforzar algunas zonas clave.

Los procesos de *moldeo* dan a un material maleable la forma mediante un molde o un troquel. Estos procesos incluyen el moldeo con arena, el vaciado, el moldeo por inversión, la metalurgia de polvos (sinterización), el moldeo por inyección, por compresión, por soplado, rotacional y la formación en vacío. En cada caso, el material puede estar en estado líquido, granulado o en polvo y se moldea por gravedad o bajo presión dentro de moldes de metal o de cavidades formadas con cera, cerámica o arena. Tamaño, calidad, costo, precisión y el material a utilizar en los diferentes

tipos de moldeo varían, por lo que se debe escoger el proceso que mejor se adapte con las características del diseño.

El moldeo por inyección es uno de los procesos de fabricación más popular entre los diseñadores porque es relativamente económico y permite fabricar productos pequeños o grandes con precisión razonable. El moldeo por inyección a reacción (RIM) es un proceso similar, salvo que se utiliza una combinación de componentes que reaccionan dentro del propio molde. Una combinación puede ser un material con una estructura externa dura y una estructura interna tipo espuma rígida, que puede aportar ligereza y resistencia a un producto.

En la producción a la categoría de *construir* le corresponde al armado o montaje de diferentes piezas, y tiene una variedad de procesos a su disposición, como encajar a presión, atornillar, soldar y pegar. Cada proceso tiene sus ventajas y sus inconvenientes.

La cola por ejemplo, ofrece diferentes ventajas porque puede aplicarse rápidamente y permite un sellado impermeable y juntas invisibles con distribución de carga uniforme en el área de sellado. Los avances científicos en materiales, y la gama de adhesivos naturales y sintéticos tradicionales se ha ampliado con el desarrollo de adhesivos secantes, de contacto, termoplástico, reactivo, sensible a la presión y curado por luz ultravioleta. Estos avances proporcionan una mayor variedad de opciones y productos.

Sin embargo, pegar puede resultar tóxico, estar sujeto a degradación ambiental y complicar el reciclaje. Estos factores llevan a la búsqueda de otros procesos de fabricación.

El encaje a presión o el atornillado son más respetuosos con el medio ambiente, porque permiten separar los materiales de los productos y reutilizarlos o reciclarlos al final de su vida útil.

### **Nuevas técnicas**

Consideramos importante abordar los cambios en las técnicas de fabricación que determinan nuevas posibilidades y adaptaciones en las maneras de pensar el producto de diseño. Aunque los nuevos desarrollos crean oportunidades, muchos ecologistas y diseñadores sugieren que las técnicas de fabricación más artesanales y tradicionales representan una actividad más satisfactoria y un futuro más sostenible, pero consideramos pertinente incorporar en este trabajo el concepto de desarrollo sostenible. El informe Brundtland considera que el desarrollo sostenible es aquél que satisface las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las propias. Esta idea incorpora dos conceptos clave: el concepto de 'necesidades' y la idea de limitaciones impuestas por el estado de la tecnología y la organización social sobre la capacidad del medio ambiente para satisfacer las necesidades presentes y futuras.

En este contexto interesa profundizar en la idea de que el desarrollo de la ciencia y la tecnología producen materiales y sistemas productivos con nuevas posibilidades morfológicas que son luego incorporadas al diseño.

Ejemplo de esto es la incorporación de nuevas tecnologías como el corte láser, que permite disponer de matrices de corte de diversos materiales con un accionamiento robotizado, o el desarrollo y cada vez mayor posibilidad de acceso a impresoras 3D, que permiten construir modelos o prototipos a los desarrolladores de productos. Este tipo de avances son los que ofrecen un vasto campo de exploración para nuestro campo disciplinar.

Nos interesa abordar la tecnología para profundizar categorizaciones en relación con los resultados formales de la misma y a la vez vincularla con posibilidades concretas de aplicación en nuestro medio.

En realidad, algunas de estas técnicas experimentales ya son utilizadas, pero en aplicaciones a pequeña escala o específicas. Sin embargo en el futuro pueden convertirse en técnicas habituales. Una de las nuevas técnicas al alcance de la mano hoy es la del prototipado o fabricación rápida (PM o RM). Ésta se utiliza para crear maquetas y prototipos. Sin embargo, los dibujos en CAD y el proceso de modelado utilizado en el RP también pueden emplearse para fabricar los moldes necesarios para los productos finales.

Las maquetas fabricadas mediante esta técnica pueden estar compuestas por los materiales del diseño final o parecido. De este modo, se pueden fabricar productos finales en lugar de prototipos utilizando técnicas de prototipado rápido. Este proceso se conoce como “fabricación rápida” (RM). Esta técnica está limitada por el tamaño de las piezas que las máquinas pueden producir (aproximadamente 300 mm<sup>3</sup>) y por su velocidad, ya que pueden ser lentas en comparación con las técnicas de fabricación tradicionales.

Actualmente, la fabricación rápida se limita básicamente a la producción aeroespacial y médica, aunque su empleo va en aumento para la producción de pequeños lotes. Es posible que en el futuro se convierta en una de las principales técnicas de fabricación.

### **Técnica y lenguaje**

A partir de la hipótesis del trabajo que plantea que el abordaje de los lenguajes de los procesos desde el conocimiento de nuevas tecnologías de producción permite profundizar acerca de los límites y posibilidades de generación de formas, se elaboraron tablas síntesis de los procesos correspondientes a tecnologías convencionales en principio, para abordar a las no convencionales después de haberlas analizado.

En relación con las tecnologías no convencionales, se estableció un primer grupo es el de las técnicas aditivas, subdivididas de acuerdo a la manera en que generan las distintas capas de material en la conformación del producto. Estas tecnologías lo hacen básicamente de dos maneras, por adición (o inyección), y por compactación (o solidificación). El segundo grupo clasifica distintas técnicas de mecanizado según la manera como se conforma el material o pieza producida, ya sea por un principio térmico o por impacto, quedando un tercer grupo, el del Conformado 3D, donde se desarrollan técnicas de conformado libre de componentes metálicos.

Estas técnicas se perfeccionan día a día optimizando procesos, reduciendo costos, y se introducen en nuevas industrias o mercados, comenzando a tener gran impacto en aplicaciones domésticas y educativas. El auge que están teniendo estos procesos se debe a la automatización de técnicas y diseños antiguamente realizados a mano combinados con la robótica convencional, obteniéndose numerosas ventajas en la velocidad de fabricación y optimización de recursos (no se producen desechos, se optimiza el uso de materiales y energías y se eliminan los moldes).

De las relaciones que se pueden establecer entre las tipologías obtenibles, las diferentes escalas que abordan y los lenguajes productivos que posibilitan directamente cada una de ellas, sin depender de otros procesos, es posible determinar los límites y las posibilidades de generación de formas que cada una de estas técnicas nos ofrece, y establecer cuáles de ellas presentan mayor potencial para el diseño de productos.

Si bien se denominan tecnologías alternativas o no convencionales, algunas de éstas han sido creadas o vienen siendo desarrolladas desde hace más de cincuenta años, por lo que su alto grado de desarrollo en la actualidad permite "imprimir" y mecanizar todo tipo de productos, en una amplia gama de materiales. Su expansión posibilita abordar el diseño de materiales alternativos de acuerdo a la demanda de la industria o el mercado y su inmediata transferencia al campo de la producción de objetos en el diseño, que incluyen automóviles, indumentaria, viviendas, puentes, lentes fotográficas, bicicletas, mobiliario doméstico, alimentos, órganos y prótesis humanas, microcomponentes informáticos y herramientas mecánicas entre los más destacables.

### **Nuevos procesos y lenguajes**

Las técnicas no convencionales que presentan mayores posibilidades de exploración de formas para la generación de objetos en el diseño, son aquellas que nos permiten abordar la mayor cantidad y variedad de lenguajes. Así, el poder conocer, entender y manipular estos sistemas productivos permite ampliar las ofertas y demandas del medio.

Esta amplitud ha posibilitado manipular los sistemas productivos dando lugar a nuevos lenguajes. Uno de los más significativos y que desarrollaremos a continuación es el que hemos denominado fluido reticulado. Este lenguaje puede ser leído a partir de aspectos conformativos similares al del fluido: objetos de una sola pieza y una marcada continuidad. Es conformado a partir de sistemas generativos de superficies espaciales tanto en sus envolventes, como en las superficies del interior, con la particularidad de no ser generado por las acciones de descartar, formar o moldear, sino por la de adicionar, es decir ir añadiendo material capa tras capa.

Los objetos resultantes son percibidos como redes tridimensionales continuas, con un evidente y explícito orden geométrico, cuya concreción fluctúa entre los límites de la constitución sistemática y la construcción, abarcando desde reticulados geométricos estrictos hasta formas orgánicas en las que el patrón cambia su ritmo, controlando con precisión la fluidez de las formas que pueden evocar o replicar con gran facilidad a los patrones de diseño de la misma naturaleza.

En el fluido reticulado el diseñador se convierte en un artista que juega con el vacío que se manifiesta en la complejidad de las estructuras de esas superficies, una malla o reticulado

uniforme que varía sus niveles de opacidad para optimizando las relaciones estructurales funcionales de producto.

Todas estas nuevas posibilidades de producción, están generando nuevos lenguajes basados en reticulados de diferentes tipos, y con densidades diferentes, en las que la relación entre llenos y vacíos, como dijimos, varían de un sector a otro del producto, haciendo que el mismo se asemeje a los modelos digitales de simulación, las mallas de los componentes se adaptan a su geometría, hasta casi literalmente. En sectores donde debe ser de mayor resistencia o rigidez, las celdas de la retícula disminuyen de tamaño y/o simplifican su geometría, y aumentan en los sectores menos comprometidos.

Hoy se asocia el concepto de sistemas productivos no convencionales a la impresión 3D en cualquiera de sus variantes. El sentido de la expresión refiere al proceso de deposición secuencial de capas de material, (extruido, sinterizado o polimerizado de capas de espesores variables), hasta completar la forma completa. Esto, en la técnica se denomina sistema aditivo de manufactura.

Las técnicas aditivas permiten, a partir del desarrollo en softwares específicos, crear formas que antes eran imposibles de pensar o que sólo podían ser realizadas por artistas, mejorando significativamente la productividad y la calidad de los productos. La información generada a partir de modelos digitales se exporta a una impresora 3D. Es un proceso de diseño generativo, experimental, donde se definen reglas y los valores que construyen la geometría de la forma automáticamente, así la complejidad de las formas ya no es un límite.

Consideramos importante definir una serie de procesos innovadores posibilitantes de nuevas expresiones morfológicas que, una vez definidos, fueron sintetizados a partir de una mirada centrada en las características generales de los mismos que especifica las posibilidades en relación con materiales, aspectos conformativos a través de tipologías y escalas, colores y lenguajes como modo de expresión.

La oportunidad de explorar los materiales y de descubrir su potencial evoluciona constantemente. La concepción de los materiales como elementos con la que está o puede estar hecha una cosa ha ido mutando a un concepto en el que las ideas que se producen repentinamente en nuestra mente sirven de base para un trabajo proyectual que incorpora los procesos productivos como parte del proceso de diseño.

En la actualidad, las barreras entre diferentes disciplinas creativas se están desdibujando, ya que muchos materiales y técnicas de producción que antes se limitaban a ámbitos especializados ahora están siendo adoptados y adaptados por otros grupos disciplinares.

Al concebir los materiales alejados de sus aplicaciones y técnicas habituales y experimentar con ellos emergen propuestas interesantes que apuntan hacia nuevos mercados potenciales. El trabajo de investigación sobre los nuevos materiales y procesos no se basa solamente en descubrir un material nuevo, sino en el modo de considerar y/o de clasificar los materiales existentes. En general los procesos productivos como la fabricación, el moldeo y el conformado se relacionan exclusivamente con materiales específicos y así los resultados son en mayor medida previsible. Sin embargo, en la actualidad, estos métodos se aplican a una variedad de materiales alternativos,

muchas veces a partir de la aplicación de tecnologías innovadoras, desafiando las prácticas existentes, y obteniendo así resultados que suelen ser inspiradores y muy variados. La combinación de materiales, procesos y lenguajes generalmente no asociados entre sí brinda nuevas oportunidades de combinar y explorar.

Los límites de los materiales se están cuestionando, estos pueden trabajarse sencillamente, de manera intuitiva, ofreciendo la posibilidad de entender literalmente los conceptos de belleza, elegancia y estructura; pero también pueden trabajarse con una conexión real, sujetos a rigurosos controles para alcanzar lo supuestamente inalcanzable. Es importante abordar con coherencia las posibilidades del desarrollo tecnológico en relación al desarrollo sostenible de la sociedad contemporánea, promoviendo miradas relacionadas a la producción sostenible.

### **Transferencia a la enseñanza**

Este eje está determinado por la relación entre la Tecnología y el Lenguaje, entendiendo al primero como factor posibilitante de la generación de formas y al segundo, en un camino inverso, como “provocador” de desarrollos tecnológicos.

Esta experiencia pedagógica se concreta en el marco del aprendizaje de la Morfología y en la especificidad del Diseño Industrial. Es objetivo general de esta disciplina establecer relaciones entre los distintos campos que intervienen en el diseño a lo largo de los tres años de cursado de la misma. En este caso, la relación forma y técnica es la específica, y la que determina los aspectos conformativos, aislándola de otras como forma y función, limitando esta última a la expresión de potenciales acciones sobre el objeto propuesto.

Los objetivos de este ejercicio son el conocimiento y comprensión de la potencialidad de los lenguajes formales para expresar ideas y valores a través del diseño, y de las posibilidades formales de la transformación y configuración de materiales.

En relación con estos, son muchos los procesos técnicos que posibilitan aplicar atributos sensoriales a los productos durante su fabricación. Estos procesos van desde algunos muy sencillos a otros de mayor complejidad y posibilitan al diseñador industrial un campo más amplio, haciendo uso de las cualidades intrínsecas de los materiales acercando al hombre a la materia. En la experiencia pedagógica, se asocian técnicas con materiales, por lo que es importante considerar ciertos aspectos en relación con los mismos y sus características.

Cada uno de los materiales, de acuerdo a sus características físicas, presenta diversas posibilidades de conformación que dependerán de la resistencia, flexibilidad, ductilidad y plasticidad. Las manifestaciones expresivas de los mismos serán también a considerar.

Los materiales naturales poseen identidad capaz de despertar en el usuario distintas sensaciones visuales, olfativas, táctiles, auditivas y térmicas, por lo que se pueden potenciar estas cualidades comunicativas. Los artificiales en cambio, carecen de propiedades intrínsecas, y queda en manos



del diseñador dotarlos de significados, otorgarles a través de las técnicas de fabricación sus cualidades superficiales.

Cada material es parte de una familia matérica y posee características propias en relación a los sentidos. Así además de lo visual, relacionado con la luz y más evidente, se consideran característica auditivas como la absorción o reflexión del sonido, olfativas, como en las maderas, y táctiles. Estas últimas se relacionan con la textura, natural o artificial y tienen fuerte presencia en los objetos de diseño.

Los objetivos del trabajo son detectar los elementos característicos de los lenguajes derivados de las posibilidades morfogenéticas de los distintos procesos de producción, ejercitarse en la comunicación de categorías funcionales en productos de diseño industrial y experimentar sobre las capacidades de los distintos materiales y sus propiedades físicas y mecánicas.

### **Bibliografía**

Anderson, Jonathon, Jackson, Meg., (2014) international journal of interior architecture + spatial design: Applied Geometries (Volume 3) (ii journal) Paperback; Houston; ATRIUM Press at the University of Houston.

Arya, S. Malamatos, T. and Mount, D. M. Space-Efficient Approximate Voronoi Diagrams, Proc. 34th ACM Symp. on Theory of Computing (STOC 2002), pp. 721–730.

Bauman, Z. (2009). Múltiples culturas, una sola humanidad- Talleres Gráficos Nuevo Offset-Buenos Aires.

Bauman, Z. (2011). "Políticas de vida" en La sociedad sitiada- 1a ed. 6a reimp.-Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

Bryden, D. (2014) Cad and rapid Prototyping for Product Design. London; Laurence King Publishing Ltd. Informe Brundland. ONU, Nueva York, 1987.

ISBN 978-987-4415-32-5

