

**MATERIALES-DIY. UN ENFOQUE TECNOLÓGICO DE LOS
MATERIALES PARA EL DISEÑO**

**DIY-MATERIALS. TECHNOLOGICAL APPROACH OF MATERIALS
FOR DESIGN**

Dra.C. Valentina Rognoli
valentina.rognoli@polimi.it
ORCID: 0000-0001-7382-1211
Politecnico di Milano
Italia
Autor para la correspondencia

MSc. Camilo Ayala-García
c.ayala954@uniandes.co
ORCID: 0000-0001-6679-0605
Universidad de los Andes
Colombia

RESUMEN

En los últimos años ha surgido una nueva clase de materiales denominada, Materiales-DIY, basada en la experimentación directa llevada a cabo por los diseñadores. En el presente artículo, se analiza la clase específica de Materiales-DIY integrados con diferentes tecnologías, en un enfoque específico hacia las "mutaciones" inducidas del material. Se resaltan tres sub categorías de este tipo de materiales auto-producidos: Mutaciones Industriales, Mutaciones Interactivas y Mutaciones Materiales.

ABSTRACT

In recent years a new class of materials emerged, the DIY- materials, based on the direct experimentation carried out by the designers. In the present paper, the specific class of DIY-materials integrated with technology has been analyzed, with a specific focus on the induced "mutations". Three main categories have been distinguished: Industrial Mutations, Interactive Mutations and Material Mutations.

Palabras claves:

Materiales-DIY,
Tecnología,
Hibridación,
Nuevos
Escenarios,
Materiales para el
Diseño.

Keywords:

DIY-Materials,
Technology,
Hybridization,
New Scenarios,
Materials for
Design.

Fecha Recibido:

17 / 04 / 2020

Fecha Aceptación:

28 / 06 / 2020

Fecha Publicación:

20 / 07 / 2020

1. ANTECEDENTES

El desarrollo tecno-científico de los últimos años, junto con la democratización de la tecnología, ha llevado a los diseñadores a acercarse al mundo de los materiales a través de la investigación y la experimentación directa. Además, el fenómeno de la fertilización cruzada, que es la hibridación del conocimiento y la intersección de habilidades que también pertenecen a otros campos disciplinarios, ha contribuido a la generación de asociaciones sin precedentes entre materiales y tecnologías.

Las prácticas de autoproducción o Do-It-Yourself se han extendido de los productos hacia los materiales (Brownell, 2015); en este sentido, hablamos de Materiales-DIY y, por lo tanto, de materiales que se alejan de los procesos industriales y que se hacen a través de procesos más autónomos y con independencia tecnológica. Dependiendo del caso, estos materiales pueden mantener características artesanales, o el proceso artesanal puede limitarse a su fase de concepción. En fases posteriores de desarrollo e ingeniería, se pueden llevar a una escala de producción industrial. Sin embargo, los Materiales-DIY no tienen como propósito reemplazar materiales industriales tradicionales. Este proceso, podría ser largo, costoso e ineficiente.

Lo que nos interesa resaltar, es el surgimiento de este emocionante fenómeno, que introduce una nueva dimensión en la relación entre diseñadores, tecnologías, procesos de producción y materiales. Esta "nueva clase" de materiales recoge esos ejemplos concebidos y producidos por diseñadores, y su desarrollo se caracteriza por un enfoque de bajo costo tanto de los recursos como de los procesos de producción. (Rognoli et al., 2015).

En este tipo de materiales auto producidos, es posible encontrar algunos ejemplos en los que la hibridación entre la tecnología y la materia propone nuevas alternativas al consumo masivo actual de la sociedad. El papel de la tecnología, cuando se inserta en el material, mejora las interacciones activas, reactivas, analógicas o digitales del mismo (Parisi et al., 2018). Por lo tanto, la usabilidad del material mejora con el tiempo. La usabilidad del material, cuando se tiene en cuenta como parte integral en la configuración de cualquier artefacto o producto, aumenta la probabilidad de que su uso se expanda con el tiempo y no se vuelva desechable u obsoleto en poco tiempo.

Según Karana, Pedgley y Rognoli, la experiencia material es la experiencia que las personas tienen con y a través de los materiales de un producto (2014). Cuando un proyecto de diseño comienza a desde el material, aumentan las posibilidades de que las experiencias del material se intensifiquen a través del producto. Esto significa aún más cuando la tecnología integrada de material exalta cualquier experiencia o interacción performativa (Giaccardi & Karana, 2015).

La investigación en Materiales-DIY introduce nuevos paradigmas operativos que permiten un enfoque alternativo de la cultura del proyecto de diseño, en diferentes escalas que van desde la de la arquitectura hasta el producto industrial. Este enfoque centra en la colaboración e interacción de diferentes habilidades disciplinarias y configura una nueva cultura material que

optimiza el rendimiento y los sistemas en una perspectiva sostenible.

2. LOS REINOS DE LOS MATERIALES-DIY

Los Materiales-DIY se han clasificado en cinco categorías (Ayala-García et al., 2017), también llamadas reinos. Estas categorías se inspiran en las primeras clasificaciones biológicas del siglo XVII, como lo es el trabajo del botánico, zoólogo y médico sueco Carolo Linneo llamado *Systema Naturae* (Linnaeus, 1758). Linneo publicó lo que se convirtió durante muchos años en la clasificación biológica estándar de los elementos de la naturaleza, conocida como la taxonomía linneana. Como base de clasificación de los Materiales-DIY, dada su similitud con estos reinos y sus características, se optó por llamarlos de la misma manera y a su vez expandir su clasificación acorde a características contemporáneas de algunos materiales. Los reinos de los Materiales-DIY son:

(1) **Reino Vegetabile:** Cuando la fuente principal de un Material-DIY deriva de plantas y hongos, categorizamos el material bajo el Reino Vegetabile (téngase en cuenta que hemos mantenido la taxonomía linneana original donde los "hongos" fueron en entonces clasificados en la Clase XXIV Cryptogamia).

Los materiales bajo este reino difieren de los otros, principalmente porque se hacen a través de técnicas de cultivo o agricultura. Los diseñadores que crean materiales bajo esta categoría a menudo colaboran con otras disciplinas como la agricultura o la y biología.

(2) **Reino Animale:** Se refiere a todas las fuentes materiales derivadas de animales y bacterias. Téngase en cuenta que las bacterias no habían sido descubiertas cuando se publicó la taxonomía linneana, por consiguiente, debido a su comportamiento como organismos vivos, las incluimos en este reino. Esos materiales pueden desarrollarse ya sea colaborando con organismos vivos o utilizando partes de estos, como el pelo o los huesos.

(3) **Reino Lapideum:** Contiene todos los Materiales-DIY que están hechos de bases minerales: piedras, arena, cerámica, arcilla, etc. Muchos casos existentes combinan ingredientes de otros reinos, como telas de lana o algodón, pero en un porcentaje más bajo en comparación con el componente principal. Otra característica de este reino es su fuerte vínculo con la artesanía, probablemente porque este tipo de materiales tienen una larga tradición en nuestra cultura material.

(4) **Reino Recuperavit:** Incluye todas las fuentes que se consideran residuos, pero que pueden transformarse creativamente en un recurso valioso. A menudo provienen de plástico, metal, residuos orgánicos, o inclusive como residuos secundarios de la producción industrial.

(5) **Reino Mutantis:** Incluye los Materiales-DIY creados utilizando diversas tecnologías e hibridaciones de fuentes industriales, interactivas (con la ayuda de la electrónica de código abierto) o fuentes inteligentes [como el cambio de propiedades, el intercambio de energía o el intercambio de materia de algunos materiales (Ritter, 2007)]. También se incluyen mezclas de diferentes materiales que provienen de

otros reinos y evolucionan en un material específico con la ayuda de la tecnología. Esta hibridación representa un cambio significativo de paradigma en comparación con otros reinos.

3. REINO MUTANTIS

Este artículo se centra especialmente en la categoría clasificada como *Reino Mutantis*. Presenta una colección de casos en diferentes escalas de productos, desde prendas aumentadas tecnológicamente que representan una extensión de la dimensión corporal y emocional de los usuarios, hasta los del entorno construido, en los que los materiales actúan como interfaces urbanas. Por lo tanto, este reino incluye materiales de diferentes orígenes, algunas veces procedentes de otro reino, que han evolucionado mediante la adición de elementos tecnológicos.

Según el campo de la biología, las mutaciones juegan un papel en los procesos biológicos normales y anormales de la vida, incluida la evolución. Algunas mutaciones son hereditarias y se transmiten de un padre a su descendencia, mientras que otras mutaciones ocurren por la exposición a condiciones ambientales particulares. Es común ver en los campos de la biología y la genética cómo estas variaciones aparecen por errores o cambios de un código específico dentro de cualquier bloque genético de construcción natural. En el diseño, es probable que esto suceda a medida que los errores y los cambios de código son fuentes infinitas de innovación. Una de las características más reconocibles de la forma de pensar del diseñador es considerar los errores como parte del proceso. Aprender de ellos o mejorar algo que salió "mal" a veces podría conducir a resultados inesperados. Estos resultados difícilmente aparecerán siguiendo una cadena lineal de pensamientos y experimentos, típicos de los campos determinados STEM. La imperfección, el dinamismo y la autoproducción son tres estrategias para abordar una experiencia material (Rognoli et al., 2015). En la teoría de los Materiales-DIY y para este reino, en particular, esta combinación de estrategias evidencia resultados únicos.

Ya sea por transmisión hereditaria de características materiales o por la influencia de las condiciones ambientales, en esta sección, se presentan diferentes mutaciones que están dando lugar a resultados emocionantes de los Materiales-DIY.

El *Reino Mutantis* se divide en: mutaciones industriales, mutaciones interactivas y mutaciones materiales.

3.1 MUTACIONES INDUSTRIALES

Hacking, una palabra con sus orígenes en el alemán *Hacken*. Es una definición fantástica para explicar la forma de intervenir, desmontar o cortar en pedazos una estructura o sistema en particular. *Hacking* es una palabra malinterpretada por muchos, ya que se conecta con los comportamientos ilícitos de algunos programadores de software. En el dominio de los materiales, los *hackers* son los mismos artesanos y bricoleurs, que aprenden desmontando y transformando, cambiando el comportamiento central de una máquina o una herramienta en particular, para lograr un resultado. En palabras de Stefano Micelli (2011), el valor real de un artesano, en comparación con un trabajador de la industria, se centra en su capacidad para mejorar su técnica. Es el

resultado de constantes mejoras en sus herramientas y máquinas (p. 22). Los diseñadores que tienen acceso a herramientas y maquinaria de diferentes tipos, pueden crear mejoras y cambiar los comportamientos de los dispositivos mediante la introducción de nuevas técnicas. Este proceso conduce a la consecución de nuevos materiales y, posteriormente, productos originales con lenguajes particulares. Gaetano Pesce fue uno de los primeros diseñadores en aprovechar los errores de la máquina, y algunas de sus obras maestras son el resultado de *hackear* una máquina específica para obtener singularidad y novedad. Pesce presenta un escenario productivo en el que las fábricas están abiertas a la autoproducción y sirven a la creatividad (Martino, 2007 p. 31). Siguiendo sus pasos, algunos diseñadores contemporáneos transforman los procesos para obtener mutaciones inusuales de Materiales-DIY. Oskar Zieta crea objetos con un material metálico similar a un globo obtenido mediante la soldadura y soplado de láminas metálicas. El diseñador desarrolló una nueva tecnología llamada FIDU, que significa la alemana 'Freie Innen Druck Umformung', o deformación libre de presión interna. Para obtener una forma, primero se puede cortar un par de láminas de metal gruesas de un milímetro y luego soldarlas en los bordes. Con la ayuda de agua y presión de aire a aproximadamente 0,4 bar, la forma deseada comienza a crearse. Lo interesante de esta técnica es ver cómo un material sólido y robusto como el acero puede ser percibido de repente como algo ligero y arrugado similar a el papel (figura 1 inferior).

Mx3D es otro ejemplo de una mutación tecnológica. Desarrollada por Joris Laarman de los Países Bajos, esta tecnología híbrida combina un robot industrial de múltiples ejes con una máquina de soldadura. El material resultante es un metal 3D impreso que se puede moldear de diferentes maneras. Varios tipos de metales se pueden procesar con esta tecnología permitiendo a los diseñadores crear diferentes soluciones con un lenguaje estético particular (figura 1 derecha). Las impresoras de metal se originaron a partir del deseo de obtener formas más grandes a las que permite la caja de una impresora 3D estándar, y este impulso tecnológico está permitiendo al diseñador y al nuevo equipo de socios desarrollar proyectos a escala arquitectónica.

Sebastian Straatsma evoca el trabajo de Gaetano Pesce de la serie *diversificata* (op. cit.) con objetos compuestos por errores materiales y mezclas producidas por la alteración de una máquina llamada *abstracta* (figura 1 izquierda). La idea de Pesce de investigar las nuevas tipologías de construcción y nuevos instrumentos de producción donde las imperfecciones generan valor, ha sido un tema de inspiración para algunos diseñadores, especialmente cuando los errores proporcionan singularidad. Estas formas, colores y acabados únicos son difíciles de obtener con procesos de fabricación estándar controlados.



Figura 1. Izquierda, Sebastiaan Straatsma - Abstract; Derecha, Joris Laarman - Mx3D; Abajo, Oskar Zieta - FiDU.

3.2 MUTACIONES INTERACTIVAS

Gracias a la integración de disciplinas y teorías de las Ciencias de la Computación y el Diseño, mediante las contribuciones de Bill Moggridge y Bill Verplank en los años ochenta, el concepto de interacción se hizo relevante en el campo del Diseño, al resaltar la importancia de centrarse fundamentalmente en el comportamiento (Cooper et al. 2007 p.xxviii). Ezio Manzini conectó esta idea de comportamiento con los materiales también en la misma década (Manzini, 1986 p. 44). Sin embargo, igual a lo que sucedió con las teorías de Moggridge y Verplank, pasó casi una década antes de que sus conceptos fueran entendidos. El campo del diseño de interacción proporcionó herramientas esenciales para intervenir en el comportamiento de los materiales mediante la programación y el control de propiedades y cualidades. El advenimiento de las placas de circuitos de código abierto, que comenzó con Wiring, Arduino o Raspberry hace algunos años, permitió a los diseñadores controlar el comportamiento de los materiales y activar las interacciones entre las personas y el material. Si bien es un área con gran capacidad para el desarrollo material, sigue siendo un enfoque de diseño que se encuentra en una etapa embrionaria. Algunos avances tecnológicos deben ocurrir antes de que estos circuitos, y las capacidades computacionales puedan incrustarse en el material. Sin embargo, diferentes diseñadores están manipulando propiedades con la ayuda de estas herramientas y imaginando futuros alternativos.

Karmen Franinovič y su equipo de investigación experimentan en el umbral que existe entre la mecánica, química y electrónica. Los resultados son materiales que iluminan, suenan y se mueven cuando son estimulados por corrientes eléctricas. Las estructuras de membrana llamadas polímeros electroactivos sugieren un nuevo tipo de comportamiento responsivo gracias al movimiento suave y orgánico (figura 2 izquierda). Franinovič llama a estos materiales enactivos, como concepto que explora por completo las nociones de agencia, materialidad e interactividad.

Magnetic Fabrics es un proyecto realizado por la diseñadora Lilian Dedio. Organizando componentes magnéticos en varios patrones dentro de un textil, el material cobra vida con la ayuda de medios y electrónica (figura 2 inferior). Cuando el imán reacciona a un estímulo, el textil comienza a moverse para crear

un comportamiento dinámico. La parte visible de los imanes sobre la capa textil crea un lenguaje estético único que cambia una y otra vez cuando el material está en movimiento.

Anna Vallgård, Linnéa Nilsson, Mika Satomi y Linda Worbin experimentan con un tipo de materiales que denominan compuestos computacionales. Estos materiales son el resultado de mezclar cualquier material estándar con una capa computacional, evidenciando algunas propiedades que se pueden controlar mediante la unión de ambas fuentes del compuesto. En el proyecto IRE möbel footstool, Vallgård, y su equipo desarrollaron un hilo conductor incrustado en algodón tejido por un lado, y un pigmento de impresión a color con tinta termo-crómica por el otro (figura 2 derecha). Las fibras conductoras son lo suficientemente resistivas como para calentarse cuando se deja pasar la corriente, lo que permite un cambio de color en la impresión mediante el control de la corriente.

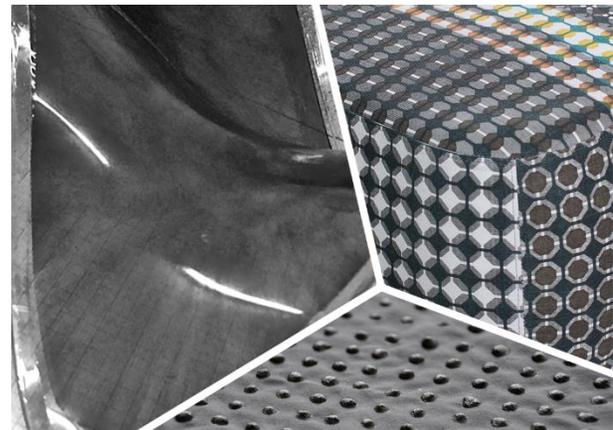


Figura 2. Izquierda, Karmen Franinovič - Polímeros Electroactivos; A la derecha, Anna Vallgård - Compuestos Computacionales; Abajo, Lilian Dedio - Magnetic Fabrics.

3.3 MUTACIONES MATERIALES

Los materiales híbridos y los compuestos son una de las cuatro categorías de los denominados materiales de ingeniería. Dentro de esta categoría, es posible encontrar todo un universo de materiales contruidos por dos elementos principales con propiedades o características específicas que se añaden al compuesto, conocidos como la matriz y los refuerzos. A veces pueden incluir un tercer elemento llamado núcleo. El desarrollo de compuestos tiene como objetivo obtener un material mejorado aumentando sus propiedades en comparación con el material matriz (Cornish, 1987 p. 135). Recientemente, los diseñadores se han embarcado en proyectos similares para hibridar y componer con dos o más elementos. Probablemente el objetivo no igual a el de los ingenieros que buscan un rendimiento excepcional del material, sino que también son motivados por la investigación para encontrar mejoras sensoriales. Estas mutaciones resultantes de la mezcla de dos o más materiales base, diferentes de los compuestos, evolucionan en nuevos lenguajes materiales capaces de imaginar futuras aplicaciones difíciles de concebir en el estado actual industrial.

Martin Pohlman, Julian Schwarze, y Johannes Wuhrlin han desarrollado durante sus estudios en el Instituto de Diseño de Materiales en Offenbach (IMD), un material llamado Paralightskin (figura 3 derecha). Este material híbrido combina las propiedades performativas de la silicona con las características hápticas y visualmente atractivas del cuero. Diseñado y cortado paramétricamente, el cuero se adapta a la forma del compuesto, y la silicona aparece en diferentes espacios abiertos para proporcionar retroalimentación visual como respuesta al tacto y la presión.

Elisa Strozzyk experimenta con una chapilla de madera de 0,6 mm, cortándola con láser y organizando manualmente las piezas obtenidas sobre un tejido de algodón de soporte. El resultado es una superficie de madera flexible con una estética atractiva y una experiencia táctil. Los textiles de madera ahondan en los límites entre lo duro y lo suave. Tienen la familiaridad y la apariencia de los materiales naturales, pero, al mismo tiempo, sorprenden, ya que la madera puede moverse y formarse de maneras inesperadas (figura 3 a la izquierda).



Figura 3. Izquierda, Elisa Strozzyk - Wooden Textiles; Derecha, Pohlman, Schwarze & Wuhrlin - Paralightskin.

4. EVALUACIÓN ESTÉTICA

En el *Reino Mutantis*, es observable cómo el comportamiento material presenta grados adicionales de inteligencia en comparación con los pertenecientes a los otros cuatro reinos. Estos grados de inteligencia son posibles gracias a la adición de capacidades computacionales, y la hibridación del diseño con la ciencia (Antonelli, 2008). Los avances tecnológicos, la miniaturización y la democratización de diferentes tecnologías ayudan a los diseñadores a proponer materiales novedosos e imaginar escenarios futuros. A diferencia de los materiales inteligentes convencionales (Ritter, 2007), los materiales de este reino muestran grados adicionales de interactividad y evolucionan en algo particular con la ayuda de cualquier tecnología. Gracias a este comportamiento, los materiales pertenecientes a el *Reino Mutantis* también pueden considerarse Materiales-ICS, cuyas siglas en inglés significan Materiales Interactivos, Conectados e Inteligentes (Parisi et al., 2018). Este comportamiento proporciona un cierto grado de apariencia estética que es particular de este Reino. En esta sección, presentamos parte de la investigación en curso de Materiales-DIY, donde se analiza y compone el valor estético a través de un

cuidadoso estudio de las cualidades materiales (Ayala-García y Rognoli, 2017).

El *Reino Mutantis* incluye los materiales de autoproducción creados a partir de diferentes mezclas tecnológicas e hibridación de fuentes industriales, interactivas o inteligentes. Las combinaciones de diversas fuentes materiales originarias de otro reino que evolucionan en algo particular con la ayuda de cualquier tecnología, también están presentes.

La convergencia de fuentes tecnológicas, industriales e inteligentes hace que el lenguaje estético sea más complejo. Sin embargo, después de evaluar los diferentes casos dentro de este reino, algunas similitudes comienzan a emerger (figura 4). Todos los materiales presentan cierta inteligencia, lo que significa mostrar en su interior y en su superficie, la capacidad de responder a estímulos particulares o invitar a un tipo específico de interacciones.

La modernidad, la artificialidad y la apariencia futurista se convierten en atributos que prevalecen en la evaluación de las muestras. Las superficies altamente reflectivas, las piezas luminiscentes o los componentes translúcidos hacen evidente la conexión con materiales de alta tecnología o inteligentes desarrollados por la ciencia. Este reino difiere de los otros cuatro, ya que estos materiales, para existir, dependen de tecnologías específicas. En otras palabras, para auto-producir cualquiera de estos materiales, se hace necesaria la ayuda industrial o el soporte de las últimas tecnologías disponibles. Aunque este reino puede ser percibido de modo similar a los materiales tecnológicos industriales de la ciencia y la ingeniería, el enfoque DIY proporciona un valor estético de la imperfección que permite a estas muestras materiales ser clasificadas dentro de los Materiales-DIY (tabla 1).

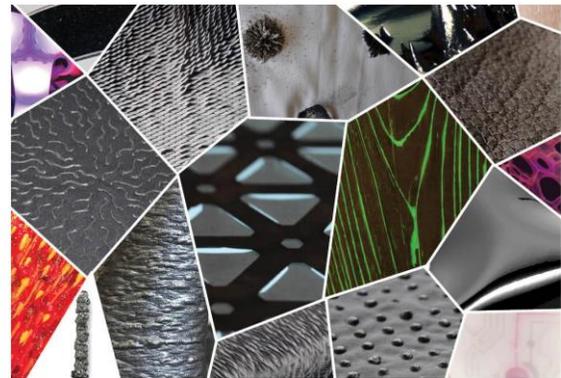


Figura 4. Tablero de Materiales del Reino Mutantis.

Atributos del Reino Mutantis							
Astuto	Corposo	Brillante	Lleno	Colores Frios	Industrial	Futurístico	Deseable
Costoso	Resistente	Fino	Colores Macizos	Tecnológico	Moderno	Fascinante	
Agresivo	Puntiagudo	Organizado	Colores Similares	Artificial			
Serio	Balaceado	Textura Desigual		Producción en Masa			
Exclusivo	Durable	Regular					
Seguro	Fuerte	Geométrico					
	Sin Olor	Consistente					
	Denso						
	Grueso						
	Frio						
	Pesado						

Tabla 1. Atributos estéticos del Reino Mutantis.

5. CONCLUSIONES

El enfoque DIY para la producción de materiales, junto con la integración tecnológica, permite a los diseñadores volver a apoderarse de las dimensiones culturales, sensoriales y comunicativas del material, intervenir en los procesos de fabricación y gestionar el aspecto tecnológico "inmaterial".

A través de la experimentación directa con materiales, se incentiva a los diseñadores a utilizar elementos tecnológicos, a integrarlos con diferentes tipos de fuentes y a prefigurar de esta manera nuevos escenarios, imposibles de imaginar siguiendo un método de diseño convencional.

La difusión de este tipo de enfoque y el crecimiento constante de este tipo de materiales está generando una nueva cultura material en la que el lenguaje se vuelve cada vez más complejo. En particular, los Materiales-DIY, pertenecientes a la categoría denominada *Reino Mutantis*, muestran una hibridación cada vez más fuerte entre la materia y la tecnología. La combinación y la integración tecnológica hacen que este tipo de materiales sean reactivos al medio ambiente y, por lo tanto, inteligentes.

Un material que incorpora tecnología es muy diferente a un producto tecnológico, creado específicamente para cumplir una tarea muy específica y cuyas piezas son fácilmente distinguibles.

El diseño de un Material-DIY perteneciente a la categoría *Reino Mutantis* amplía las posibilidades de diseñar y prefigurar nuevos mundos, con nuevos tipos de usos, interacciones y deseos.

Deseamos agradecer a Helga Aversa por su aporte y apoyo para la realización de esta actividad.

REFERENCIAS

Antonelli, P. (2008). Design and the elastic mind, Museum of Modern Art, New York.

Ayala-García, C., Rognoli V. (2017). The new materials aesthetics. DIY Materials as triggers of new sensorial experiences. In: The Design Journal, volume 20, 2017 - Issue sup1: Design for Next: Proceedings of the 12th European Academy of Design Conference, Sapienza University of Rome, 12-14 April 2017,

edited by Loredana Di Lucchio, Lorenzo Imbesi, Paul Atkinson, ISBN 978-1-138-09023-1, pp. S375-S389

Ayala-García, C., Rognoli, V., Karana, E. (2017). Five Kingdoms of DIY Materials for Design. In Alive. Active. Adaptive: Proceedings of International Conference on Experiential Knowledge and Emerging Materials (EKSIG 2017), June 19-20, Delft, the Netherlands, pp. 222-234.

Brownell, B. (2015). DIY Design Makers Are Taking on Materials. Retrieved from https://www.architectmagazine.com/technology/diy-design-makers-are-taking-on-materials_0

Cooper, A., Reimann, R., Cronin, D. (2007). About Face 3: The Essentials of Interaction Design. Indianapolis, Indiana: Wiley.

Cornish, E. H. (1987). Materials and the designer. Cambridge: Cambridge University Press.

Giaccardi, E., Karana, E. (2015). Foundations of Materials Experience: An Approach for HCI. CHI'15 Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 2447-2456).

Karana, E., Pedgley, O., Rognoli, V., (2014). Materials Experience: Fundamentals of Materials and Design. Amsterdam: Elsevier.

Linnaeus, C. (1758). Systema naturae per regna tria naturae: secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis (in Latin) (10th ed.). Stockholm: Laurentius Salvius.

Martino (2007). Gaetano Pesce. Materia e differenza [Gaetano Pesce. Matter and difference]. Milano. Marsilio.

Manzini, E. (1986). La materia dell'invenzione [The matter of invention]. Milano: Arcadia.

Micelli, S. (2011). Futuro artigiano: l'innovazione nelle mani degli italiani [Future artisan: Innovation in the hands of Italians]. Venezia: Marsilio.

Parisi S., Spallazzo D., Ferraro V., Ferrara M., Ceconello M., Ayala-García C., Rognoli V. (2018). Mapping ICS Materials: Interactive, Connected, and Smart Materials. In: Karwowski, Waldemar, Ahram, Tareq (Eds.). Intelligent Human Systems Integration, Proceedings of the 1st International Conference on Intelligent Human Systems Integration (IHSI 2018): Integrating People and Intelligent Systems, January 7-9, 2018, Dubai, United Arab Emirates, Volume 722 of the Advances in Intelligent Systems and Computing series, ISBN 978-3-319-73888-8. pp.1-7

Ritter, A. (2007). Smart materials in architecture, interior architecture and design. Basel: Birkhäuser.

Rognoli, V., Bianchini, M., Maffei, S., Karana, E., (2015). DIY Materials. Materials and Design, 86(2015), 692-702.