
DISEÑAR PARA UN ESCENARIO SOCIAL INCIERTO. EL VALOR DEL ENFOQUE MATERIALES DO-IT-YOURSELF Y ECONOMÍA CIRCULAR

Jimena Alarcón Castro, Valentina Rognoli y Andrea Llorens Vargas

RESUMEN

Esta comunicación está referida a una experiencia de enseñanza del diseño en pregrado, basada en la ideación de materiales Do-It-Yourself (DIY), a partir de la auto-producción y uso de residuos domiciliarios. El enfoque permite a los estudiantes una valoración positiva respecto de su entorno y la generación de soluciones innovadoras ante escenarios inciertos. La emergente crisis social en Latinoamérica en 2019 y la situación sanitaria de espectro mundial en 2020, hacen repensar soluciones para temas como el potencial desabastecimiento de insumos y deficiencia en las cadenas de distribución. El objetivo es elaborar prototipos de alta fidelidad respecto de dos nuevos materiales que puedan ser fabricados a nivel usuario. El diseño

es una herramienta que permite re-mirar el entorno y generar soluciones innovadoras para dar respuesta a necesidades presentes y proyectadas al futuro. La metodología Compass de INDEX es pertinente, porque ayuda a profesores y estudiantes a enfocarse en el uso de métodos y herramientas de diseño para mejorar la vida. Al mismo tiempo, fomenta la curiosidad, compromiso, creatividad y pensamiento innovador. Las conclusiones apuntan a las capacidades que la metodología potencia en los estudiantes para proponer nuevas soluciones DIY y valorar su hábitat en el proceso de ideación. Los resultados obtenidos son materiales DIY elaborados a partir de residuos domiciliarios, que representan potenciales sustitutos de productos existentes.

Introducción

La humanidad vive una profunda crisis, terminal y multidimensional (Lander, 2020). La crisis social en Latinoamérica supone cambios urgentes a los sistemas, poniendo al centro al ser humano (González, 2020). Mientras que la emergencia mundial sanitaria ha traído consigo, entre otras múltiples consecuencias, alteraciones en los flujos de proveedores de insumos, evidenciando deficiencias en las cadenas de distribución y generando crisis dentro de la crisis (Ramos, 2020; Riggiorozzi, 2020; Rocha, 2020). Se hace imprescindible buscar nuevas alternativas para un escenario diferente e incierto. En esta medida, el diseño industrial puede aportar como disciplina con soluciones innovadoras acotadas a la realidad.

El fenómeno *Do-It-Yourself* (DIY) se inicia con el diseño

de productos y se extiende hacia el diseño de materiales. Los materiales DIY generan nuevas experiencias, promueven la sustentabilidad y auto-producción (Rognoli y Ayala, 2016), impulsando el desarrollo del conocimiento, a través de la acción (Cameron, 2009). Por otra parte, reflejan la identidad local ya que son elaborados con materias primas, técnicas y recursos disponibles en el territorio donde se producen, reduciendo los costos, fomentando el reciclaje y el vínculo con la comunidad de origen. Según Johnson *et al.* (2002) las personas están buscando productos que son sostenibles y amables, y el trabajo de un diseñador es entregar respuestas coherentes a esos requerimientos. Los materiales influyen en esta valoración debido a sus cualidades sensoriales reconocibles en la respuesta afectiva del usuario (Karana *et*

al., 2009), fundamentalmente por sus atributos externos, inherentes al ámbito expresivo y formal (Lefteri, 2007). Este tipo de materiales son originados en base a la experimentación de auto-producción, por lo que sus rasgos referidos a la apariencia pueden asociarse a muy artesanal e imperfecto, mientras que la producción comúnmente es de baja tecnología (Rognoli *et al.*, 2016; Rognoli y Ayala, 2018). Para la generación de materiales DIY, todas las unidades que son calificadas como residuos se tornan en una apreciada fuente de recursos (Ayala *et al.*, 2017). Por lo general, estos residuos son desechados fuera de nuestras vistas y del alcance de nuestra mente, sin pensar en las implicancias de las gestiones asociadas a su destino (Hoornweg y Bhada-Tata, 2012, Hoornweg *et al.*, 2013). Todas las actividades

que realizan las personas en la vida diaria generan un impacto en el medio ambiente. Según McDonough y Braungart (2010), son necesarios una reducción del impacto sobre el medioambiente y un cierre completo de los ciclos de materiales, lo que se consigue diseñando productos con materiales que se reciclen en el mismo uso, o bien, que el siguiente uso tenga más valor que el actual. Parte de este planteamiento está relacionado con la fabricación, uso y eliminación de productos, los que, sin excepción, están hechos de materiales (Johnson *et al.*, 2002). La economía circular promueve la preservación y el valor económico del producto, procurando extender al máximo el ciclo de vida y el de sus componentes de la producción artificial (Den Hollander, 2018).

PALABRAS CLAVE / Diseño de Material / Educación / Materiales DIY / Metodologías de Diseño / Residuos /

Recibido: 02/05/2020. Modificado: 11/06/2020. Aceptado: 15/06/2020.

Jimena Alarcón Castro. Doctora en Gestión del Diseño, Universidad Politécnica de Valencia, España. Académica, Universidad de BioBio (UbioBio),

Chile. Dirección: Departamento de Arte y Tecnologías del Diseño, UBioBio. Dirección: Avda. Collao 1202, Concepción, Chile. e-mail: jimenaal@ubiobio.cl.

Valentina Rognoli. Master en Diseño y Ph.D. en Diseño y Comunicación Visual, Politecnico di Milano, Italia. Académica, Politecnico di Milano, Italia.

Andrea Llorens Vargas. Magister en Construcción en Madera, Universidad del Bío-Bío, Chile. Académica, UBioBio.

DESIGN FOR AN UNCERTAIN SOCIAL SCENARIO. THE VALUE OF THE DO-IT-YOURSELF MATERIALS APPROACH AND CIRCULAR ECONOMY

Jimena Alarcón Castro, Valentina Rognoli and Andrea Llorens Vargas

SUMMARY

The paper refers to an undergraduate design teaching experience, based on the ideation of Do-It-Yourself (DIY) materials, from self-production and use of household waste. The approach allows students a positive assessment of their environment and the generation of innovative solutions in uncertain scenarios. The emerging social crisis in Latin America in 2019 and the global health situation in 2020, calls for solutions to issues such as potential shortage of supplies and deficiency in distribution chains. The objective is to develop high-fidelity prototypes for two new materials that can be manufactured at user level. Design is a tool that allows us

to re-look at the environment and generate innovative solutions to respond to present and future projected needs. The INDEX Compass methodology is relevant because it helps teachers and students focus on using design methods and tools to improve life. At the same time, it encourages curiosity, commitment, creativity and innovative thinking. The conclusions point to the capacities that the methodology enhances in the students to propose new DIY solutions and value their habitat in the ideation process. The results obtained are DIY materials made from household waste, representing potential substitutes for existing products.

PROJETAR PARA UM CENÁRIO SOCIAL INCERTO. O VALOR DA PERSPECTIVA DE MATERIAIS DO-IT-YOURSELF E DA ECONOMIA CIRCULAR

Jimena Alarcón Castro, Valentina Rognoli e Andrea Llorens Vargas

RESUMO

Esta comunicação está relacionada a uma experiência de educação superior em design, baseada na ideia de materiais Do-It-Yourself (DIY), a partir da autoprodução e utilização de resíduos domiciliares. A abordagem permite aos estudantes uma avaliação positiva em relação ao seu entorno e a geração de soluções inovadoras diante de cenários incertos. A crise social emergente na América Latina em 2019 e a situação da saúde em nível global em 2020, leva a repensar soluções para temas como o potencial desabastecimento de suprimentos e deficiência nas cadeias de distribuição. O objetivo é desenvolver protótipos de alta fidelidade para os novos materiais que possam ser fabricados no nível do usuário. O design é uma ferramenta que

permite reavaliar o entorno e gerar soluções inovadoras para dar resposta às necessidades atuais e projetá-las para o futuro. A metodologia Compass da INDEX é apropriada, porque ajuda aos professores e estudantes a se concentrarem no uso de métodos e ferramentas de design para melhorar a vida. Ao mesmo tempo, promove a curiosidade, compromisso, criatividade e pensamento inovador. As conclusões apontam para as capacidades que a metodologia reforça nos estudantes para propor novas soluções DIY e valorizar seu habitat no processo de ideação. Os resultados obtidos são materiais DIY elaborados a partir de resíduos domiciliares, que representam potenciais substitutos de produtos existentes.

Por otra parte, en los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) que declara la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE; Barberis y Ródenas, 2017), se propone a los países limitar la producción de residuos antes de 2030, mediante su prevención, reducción, reciclado y reutilización. En este sentido, la vinculación estratégica y asociativa entre diseño y sustentabilidad, posibilita disminuir las consecuencias de una producción tradicional (Papanek, 2019), interviniendo sobre el paradigma 'de la cuna a la tumba' (Braungart y McDonough, 2005), para retardar y minimizar la llegada de materias primas valiosas a estado de desecho. En esta

medida, el desarrollo sostenible fomenta la economía circular orientando los flujos materiales hacia la reutilización de los recursos, promoviendo sinergias entre los sectores económicos y estimulando las cadenas de valor (McAF/IDEO, 2012). Sin duda, para impulsar un desarrollo sostenible también es indispensable diseñar productos óptimos (Van Hemel y Cramer, 2002), cambiar los patrones de consumo e incrementar la inversión en investigación e innovación científica (European Commission, 2015). En esta medida, el impacto de la economía circular puede llegar a ser significativo, dado que el enfoque aportado desde el diseño de materiales proporciona innovaciones que los

usuarios no esperan, pero que eventualmente percibirán como soluciones de alto valor en el futuro (Karana *et al.*, 2015; Bocken *et al.*, 2016). Los materiales DIY ofrecen la oportunidad de lograr un cambio social positivo (Rognoli *et al.*, 2015; Rognoli *et al.*, 2017; Drazin y Küchler 2015), ambiental, económico e incluso político (Karana *et al.*, 2018; Oncioiu *et al.*, 2018).

En el ámbito educativo universitario la integración temática del diseño de materiales DIY constituye un nuevo enfoque en la formación de estudiantes, promoviendo una mayor responsabilidad social asociada a la implementación de acciones favorables a su entorno inmediato, basadas en

principios de la economía circular. Las características de la producción industrial deben cambiar y, en este sentido, el rol de los materiales también lo debe hacer (Ashby, 2012). La formación de quienes estarán a cargo de las decisiones futuras relativas a diseño y producción es fundamental debido a la necesidad de implementar renovados e influyentes enfoques (Fishman *et al.*, 2003). En el ámbito de la educación profesional, metodologías como el *design-based learning* (DBL; Krajcik *et al.*, 1994) son favorables para vincular a los estudiantes con los recursos de su entorno y el logro de una valoración positiva del mismo. Esto permite potenciar la calidad de vida de quienes lo habitan,

además de mejorar la percepción del entorno y sus potencialidades (Murphy y Dweck, 2009). DBL es una forma de aprendizaje basado en proyectos, facilitando la realización de experiencias vinculadas a casos reales (Apedoe y Schunn, 2013). Existe una fuerte evidencia de que el aprendizaje basado en proyectos puede ser exitoso en sus resultados (Sandoval y Bell, 2004; Wang y Hannafin, 2005; Choi y Lee, 2009), así como en el ambiente que se genera en el aula (Merrell y Gueldner, 2010). En específico, el enfoque Compass (INDEX, 2012) ofrece la implementación de didácticas adecuadas al desarrollo de soluciones coherentes con la realidad del contexto en que se desarrollan, valorando el entorno y el trabajo en equipo para diseñar soluciones favorables a las comunidades que las generan. Compass permite la integración de tres competencias conceptuales fundamentales de los sistemas de enseñanza: diseño para mejorar la vida, enseñanza y facilitación de procesos. Está diseñada para ayudar a profesores y estudiantes a enfocarse en el proceso de diseño, ofreciendo una estructura clara de sus diversos niveles y elementos. Al mismo tiempo, fomenta la curiosidad, compromiso, creatividad y pensamiento innovador, constituyéndose en un proceso de ideación sostenible, centrado en recursos y oportunidades en lugar de problemas y limitaciones.

La integración del enfoque diseño de materiales DIY en la educación contribuye a la formación de diseñadores más conscientes respecto de la necesidad de generar ciclos de vida de productos coherentes con conceptos de economía circular (Wastling *et al.*, 2018, Santulli y Lucibello, 2018). Mientras que la metodología DBL promueve el trabajo en equipo, pensamiento positivo y una valoración hacia el entorno inmediato. Ambos, diseño de materiales DIY y DBL, se complementan para generar soluciones creativas, basadas en los recursos humanos y

contextuales, reinterpretando cada lugar acorde a una revisión de sus potencialidades.

Enfoque Metodológico

La metodología se basa en el enfoque Compass; es decir, en un aprendizaje basado en diseñar que permite vincular a los estudiantes con los recursos de su entorno, promoviendo la creatividad y el trabajo en equipo (Apedoe *et al.*, 2012). La experiencia se centra en el diseño de materiales DIY y su vinculación con la economía circular, atendiendo factores medioambientales referidos a la disminución de desechos mediante su aprovechamiento. Los materiales influyen en el diseño del producto a partir de una multidimensionalidad técnica, estética, emocional, sustentable y de significado. En consideración a esta complejidad pueden seleccionarse más responsablemente y considerando la perspectiva de la experiencia sensitiva, su fisonomía y el significado que irradian (Ayala y Patiño, 2015). Esta condición capacita a los futuros diseñadores para realizar funciones y asumir el rol de verdaderos motores de innovación, generadores de experiencias y exaltadores de emociones (Rognoli y Levi, 2005). Diseñar un material se transforma en un ejercicio de entendimiento y observación para conocer y comprender sus atributos, potencialidades y limitaciones con

respecto a otros materiales, de modo que los estudiantes puedan finalmente asombrarse con la experiencia material (Parisi *et al.*, 2017). Cuando las personas interactúan con productos surgen relaciones emocionales y, para crear productos significativos, los diseñadores deben ser conscientes de ellas (Karana *et al.*, 2015). Aspectos de la economía circular están referidos a la utilización de desechos locales y su gestión (Vogtländer y Mestre, 2009), observando una relación sistémica basada en un enfoque territorial que integra recursos locales para crear vínculos sinérgicos con el entorno (Ceschin y Gaziulusoy, 2016).

El objetivo es implementar una experiencia didáctica de enseñanza, integrando diseño de materiales DIY y economía circular para proponer nuevas soluciones en tiempos de crisis, pensando en las desfavorables variaciones de las cadenas de distribución y en la ideación de propuestas con una visión de futuro y autonomía para quienes las implementen. La metodología Compass es pertinente debido a que propone etapas estructuradas que permiten entregar una posición de valor al entorno y sus recursos.

Material y Métodos

En una asignatura del área creativa en pregrado, se implementan las cuatro fases establecidas por la metodología

Compass; estas son: Preparar, Percibir, Prototipar y Producir. Cada una de ellas propone desafíos, a los que se asignan herramientas que ayudan a la colaboración, recogida de datos y creatividad. En la fase 1, Preparar, los estudiantes son introducidos a la metodología Compass y se organizan en equipos, distribuyendo responsabilidades y roles, acorde a edad, género, experiencia y habilidades en diseño. La organización de recolección de residuos, queda definida por sus características de flexibilidad productiva y sostenibilidad, las que intervienen en la definición de las cualidades sensoriales y funcionales de los nuevos materiales (Figura 1). Las acciones realizadas son: a) Explorar. Los estudiantes distribuyen roles de acuerdo a una evaluación de las ventajas y desventajas de sus integrantes, acorde al desafío de diseñar nuevos materiales a partir de residuos. b) Organizar. Los equipos analizan el entorno geográfico determinado, observando si se trata de un contexto urbano o rural y sus implicancias en las potencialidades respecto de residuos útiles y disponibles. Se levanta información, mediante búsquedas en internet, consulta a entidades de gobierno y trabajo de campo, aplicando el método de fotos y videos diarios (Milton y Rodger, 2013). c) Elegir. Se establecen consideraciones específicas referidas al tipo de

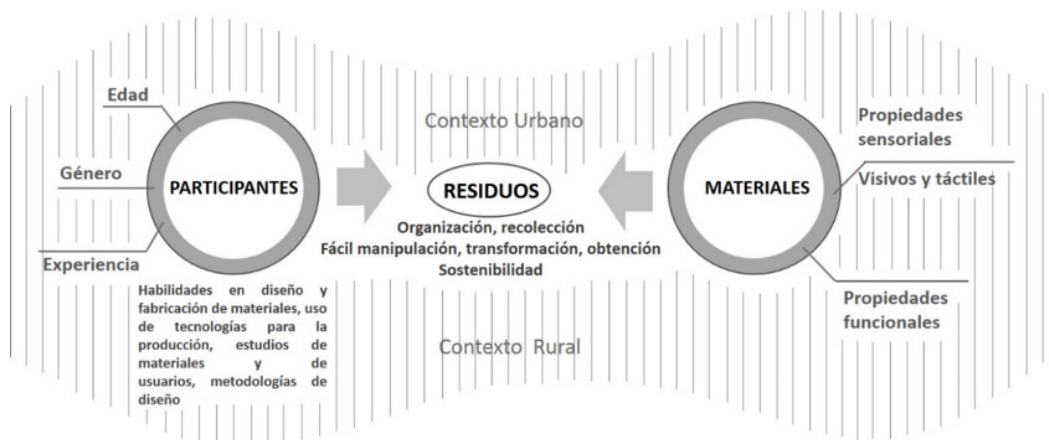


Figura 1. Síntesis de relaciones que definen un nuevo material.

residuos; en este caso se clasifican en orgánicos e inorgánicos, como criterio general; se eligen residuos inorgánicos, debido a su presencia transversal en entornos domésticos (Tabla I).

En la fase 2, Percibir, los estudiantes practican comprendiendo su desafío y potenciales usuarios, sus necesidades y deseos; definen cómo dar respuesta desde el diseño. Se centra en el parámetro de contexto y las personas beneficiadas por el desafío, observando aspectos tales como cultura, geografía e infraestructura. Las acciones son: a) Buscar. Los estudiantes determinan lo que saben, lo que creen que saben y lo que quieren saber; usan fuentes y hacen preguntas. b) Analizar. Los equipos examinan el conocimiento que han reunido hasta el momento y formulan una tarea concreta; para este caso, los estudiantes definen los residuos a emplear para diseñar un nuevo material, así como las gestiones y logísticas necesarias. c) Describir. Consiste en redactar

una descripción del proyecto que contiene el desafío preciso, considerando una idea conceptual, al usuario, el conocimiento relevante y a los colaboradores; el equipo redacta un cronograma de tiempo y trabajo para la realización del proceso.

En la fase 3, Prototipar, se obtienen muchas ideas sobre cómo se puede resolver el desafío y, luego, dar forma a estas soluciones. Se desarrollan prototipos de baja fidelidad para conseguir la solución de diseño que se expresará en un prototipo de alta fidelidad (Tabla II). Se realizan pruebas y evalúa en relación con el usuario. La acción considerada en esta fase es Desarrollar. Se trabaja en la evolución de ideas que son probadas y evaluadas; una de las herramientas utilizadas es *Rapid Prototyping - 1,000 Ideas* (Atkisson y Hatcher, 2001) que consistente en que los estudiantes visualicen rápidamente sus ideas de una manera simple a nivel de bocetos y maquetas. Después de construir las soluciones, presentan los resultados,

expresados en prototipos de baja fidelidad.

La fase 4, Producir, es concluyente, ya que se obtiene un producto para comunicar. Las acciones en la fase de producción son: a) Recolectar. El proceso realizado se recoge y clasifica de manera clara y coherente; los estudiantes consideran qué incluir y qué omitir, cuando comunican su solución de diseño. b) Comunicar. Cada equipo decide respecto de las mejores opciones para informar a la sociedad, respecto de los nuevos materiales y su proceso de fabricación a nivel usuario. c) Producir. Se concretan los medios de comunicación, los que en este caso consisten en fichas que contienen el proceso de elaboración de los materiales y su caracterización sensorial y funcional.

Resultados

Se experimenta desarrollando prototipos, para ayudar a los estudiantes a convertir sus ideas en soluciones tangibles.

TABLA I
CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SEGÚN SU ORIGEN

Residuos orgánicos		Residuos inorgánicos	
Reino vegetal	Reino animal	Naturales	Sintéticos
Semillas	Cáscaras de huevo	Piedras	Plásticos
Hojas, ramas	Pelos	Arcilla	Vidrio
Cáscaras de naranja	Huesos	Arena	Metales /Latas
Cáscaras de nuez	Lanas	Cerámica	Papel
Algodón	Piel	Sal	Fibras acrílicas
Conchas			Caucho
Madera			Cartón

TABLA II
CARACTERÍSTICAS DE PROTOTIPOS ALTA Y BAJA FIDELIDAD

Prototipos	Ventajas	Inconvenientes
Prototipos de baja fidelidad	Bajos costos de desarrollo	Limitado para la corrección de errores
	Rápida elaboración	
Prototipos de alta fidelidad	Usuarios se sienten cómodos opinando, ya que están conscientes de lo efímero	Especificaciones poco detalladas
	Útil para identificar requisitos de usabilidad	Elevados costos de desarrollo
	Interactivo	Mucho tiempo de implementación
	Similar al producto final	Mayor dificultad para realizar cambios
	Puede servir como herramienta de marketing y demostración	

Fuente: Rudd *et al.*, 1996.

Se realizan pruebas y ensayos asociadas a la búsqueda de formatos, compatibilidades técnicas y estéticas, procesos de elaboración a nivel usuario. Se definieron dos materiales. El material 1 (Figura 2), basado en la utilización de residuo domiciliario denominado cáscara de huevo de gallina (*Gallus gallus*), constituida, en su mayor parte, por una matriz cálcica con un entramado orgánico, en el que el calcio es el elemento más abundante y de mayor importancia (Instituto de Estudios del Huevo, 2009). Este residuo es sometido a un proceso de lavado con agua potable, teñido con tintes comerciales vegetales y secado a temperatura ambiente. Es triturado con métodos caseros hasta alcanzar la medida de partículas, las que se mezclan con aditivos en base a glicerol, vinagre, agua y almidón de papa. Se disponen en un molde de acrílico para luego prensar a 180°C en horno doméstico. El producto biocompuesto es una tesela decorativa de 150×150×15mm, cohesionada, áspera al tacto, antideslizante, pero sin desgranamiento superficial, colorida, sin aroma, que puede funcionar como un módulo conformador de tramas texturadas para paramentos verticales.

El material 2 (Figura 3), emplea cáscaras de naranja (*Citrus sinensis* o *C. aurantium*). Estas se trituran en una licuadora doméstica y secan en horno eléctrico doméstico a 150°C, para producir un secado lento y homogéneo. Para una terminación decorativa, se propone usar chapas de madera (*Pinus radiata*) residuales o cualquier material laminar de desecho. Se ejemplifica un material compuesto con un alma de cáscaras de naranjas tratadas y chapas de madera con uso de ligante natural realizado en base a fécula de maíz y agua. Elementos domésticos son empleados para generar peso y presión durante cinco horas, para lograr el efecto de prensado. El resultado es un material modular biodegradable decorativo de 200×200×5mm que emana esencia aromática de naranja, pudiendo utilizarse como

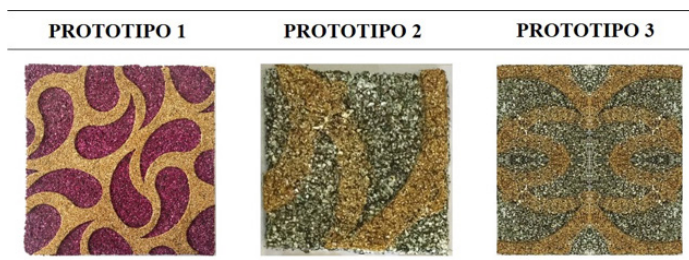


Figura 2. Prototipos de materiales con cáscara de huevo. Fuente: Autoras.

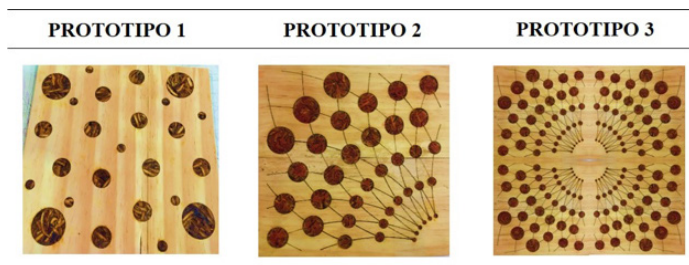


Figura 3. Prototipos de materiales con alma de cáscara de naranja.

revestimiento de paramentos verticales con cualidades de estimulación sensorial. En la etapa del método Compass denominada Test, enfocada a la recogida de datos respecto de la percepción de los usuarios, la solución de diseño se prueba y evalúa con personas, hasta que el producto cumpla con todos los criterios establecidos.

Se elabora una tabla de diferencial semántico y escala tipo Likert para recolectar información referida a la percepción visual y táctil de los usuarios respecto de los dos materiales (Tabla III). Se aplica el método de muestreo no probabilístico (Otzen y Manterola, 2017), donde la selección de los sujetos a estudiar depende de las características y criterios que el investigador determine. Se trata de 20 profesionales del sector diseño y arquitectura (nueve mujeres y 11 hombres). El promedio de edad de los encuestados es de 43 años (33-55 años; Desv. Est.= 6,53). La tabulación se realiza con software SPSS 19®. Los resultados, expresados en la Tabla IV, hacen referencia a las estimaciones obtenidas para los conceptos sensitivos, cuyo objetivo está centrado en la percepción de la expresión superficial del

material. La Tabla V presenta un resumen de los valores obtenidos por los conceptos sensoriales, ponderados según las frecuencias obtenidas en las escalas de valoración y que permiten organizar estas variables en orden de preferencia.

Percepción de los usuarios

Los resultados vinculados a la experiencia de los estudiantes están orientados a la valoración relativa a nuevos materiales y la implementación de la metodología INDEX. Se diseñan y caracterizan perceptual y funcionalmente dos materiales sustentables, con un proceso de elaboración a nivel usuario. La ausencia de equipos tecnológicos, abre la posibilidad a la creación de emprendimientos con una nueva oferta

de productos y a bajo costo. Se espera que los participantes de esta experiencia reaccionen positivamente ante las proyecciones de oportunidades de negocio y posibilidades de integrar nuevos enfoques para la concepción del diseño industrial, basados en esta posibilidad productiva y económica. Por otra parte, la implementación de un cuestionario para conocer el nivel de impacto de la metodología Compass en la formación de los estudiantes, permitió conocer valoraciones en esta dimensión.

Las preguntas se ordenaron según la propuesta de Compass para responder asuntos relativos a percepción, participación y colaboración. La percepción de los estudiantes respecto a la experiencia realizada tiene una valoración positiva respecto de

TABLA III
DIFERENCIAL SEMÁNTICO EN BASE A CONCEPTOS SENSORIALES

Concepto Sensorial	Elija según importancia en su apreciación				Concepto sensorial
	Mucho	Suficiente	Poco	Neutro	
Mate					Brillante
Ecológico					Artificial
Cálido					Frío
Sencillo					Sofisticado
Suave					Áspero

TABLA IV
PERCEPCIÓN SENSORIAL BASADA EN LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Concepto Sensorial	Elija según importancia en su apreciación				Concepto sensorial
	Mucho	Suficiente	Poco	Neutro	
Mate	18	2	0	2	Brillante
Ecológico	17	2	0	1	Artificial
Cálido	19	0	1	0	Frío
Sencillo	15	3	1	1	Sofisticado
Suave	12	4	4	0	Áspero

TABLA V
FRECUENCIA Y PORCENTAJES RESULTANTES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

	Concepto	Frecuencias	Orden preferencias	Porcentaje
1	Mate	18	2	90
2	Ecológico	17	3	85
3	Cálido	19	1	95
4	Sencillo	15	4	75
5	Suave	12	5	60

sentirse más conscientes y seguros de sus capacidades para detectar problemas reales de su entorno. Piensan que el aprendizaje logrado en términos metodológicos y temáticos basado en materiales DIY podría llegar a ser una herramienta de desarrollo relevante en su futuro profesional. La autoproducción con residuos es percibida como una oportunidad para contribuir a una sociedad escasamente organizada en relación al control de la producción y gestión de residuos. Desde el punto de vista de la participación en la experiencia, los estudiantes declararon que aprender a recoger información sistemáticamente constituye un aporte para la ejecución del proceso de diseño. La aplicación de instrumentos adecuados a cada etapa, así como los medios empleados para la tabulación de resultados, constituyen herramientas que fortalecen su aprendizaje. Respecto del tercer aspecto, colaborar, se tiene una percepción positiva en la medida que fortalece las capacidades de trabajo en equipo, gestión y emprender mejor considerando la opinión de todos. La importancia de la metodología Compass facilita un acercamiento a la realidad con métodos y herramientas que estimulan la investigación, generación de ideas y creatividad para proponer soluciones innovadoras para una realidad inmediata. El uso de herramientas cognitivas, el ejercicio reflexivo y propositivo acotado a la realidad, es favorable a la resolución de problemas y el aprendizaje en equipo.

Discusión

Los actuales enfoques referidos a diseño de nuevos materiales dicen relación con la existencia de una mayor conciencia mundial sobre la dependencia energética y las consecuencias desfavorables para una economía circular y estilo de vida. La sostenibilidad y el uso eficiente de los recursos, es un motor importante para su desarrollo y aplicación. La posibilidad de una implementación satisfactoria tendría que

promocionar una cultura de valorización de residuos, ofreciendo productos con alto contenido sensorial y funcional; aumentar la conciencia pública sobre los beneficios y potenciales costos del suministro de materias primas; y observar la aceptación usuaria y confianza en los productos elaborados con residuos. Los materiales diseñados presentan una posibilidad para abrir oportunidades hacia nuevos emprendimientos y colaboraciones, así como enfoques en la concepción del diseño con una visión más amplia de la tradicional centrada en la elaboración de un producto final con proyección de mercado. El momento histórico que vive la humanidad impulsa a idear posibilidades inexploradas para ampliar los rangos de actuación de la disciplina, basada en enfoques tales como la economía circular, autoproducción y autonomía de los territorios en un escenario diferente e incierto. En esta medida, el diseño de materiales puede aportar con soluciones innovadoras acotadas a la realidad. La aplicación de la metodología Compass permite a los estudiantes comprender y desarrollar un proceso de ideación de materiales con sentido para su entorno; además de ejercitar un dominio para proyectar nuevos enfoques en ecosistemas urbanos o rurales. La integración sistemática de los enfoques señalados, podrá motivar experiencias significativas de emprendimiento o innovación social, surgidas en instancias de crisis pero con proyecciones hacia escenarios futuros.

Conclusiones

La metodología Compass posibilita la obtención de información de manera sistemática debido a que posee fases claramente definidas. Esto ayuda a los estudiantes a experimentar un proceso de diseño ordenado, progresivo y a la vez creativo, debido a que deben elaborar un plan de trabajo basado en la elección de las didácticas a implementar para conseguir los objetivos por etapas. La

construcción colaborativa de conocimiento y la generación de espacios de reflexión facilitan las etapas resolutivas de toma de decisiones y desafíos asociados a un contexto. Esta metodología promueve una conciencia optimista respecto del entorno construido. Los espacios formativos deben inspirar, transformar y aportar valor a los sistemas educativos y las comunidades en las que se desenvuelven. La experiencia pedagógica de educación respecto del diseño de materiales DIY en pregrado ha demostrado que los estudiantes desarrollan habilidades para comprender los beneficios ambientales, económicos y sociales de un fenómeno emergente. Los materiales autoproducidos con aprovechamiento de residuos contribuyen a la necesidad de generar conciencia medioambiental y, además, proveen beneficios debido al menor impacto en el gasto que implica producir materiales altamente tecnificados. Al mismo tiempo, existen razones elocuentes para dar una segunda vida a los residuos, ya que se minimiza el uso de recursos no renovables, se reduce la dependencia de los países desarrollados a las importaciones de materias primas, y se reduce la demanda de energía para producir, así como las emisiones causadas por producción y uso de materiales. Los profesionales de áreas creativas deben dominar estas definiciones, consecuentes con la aparición de los materiales DIY, reciclaje de residuos, utilización de materiales no convencionales para su autoproducción y adaptación a entornos cambiantes. De esta manera, los enfoques surgidos desde la crisis se ven potenciados con la instalación de acciones inicialmente emergentes, pero con amplio potencial de desarrollo futuro

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen al proyecto CONICYT REDII70581 (2017/2020) y a los estudiantes de Taller 5, 2018, que co-diseñaron los materiales junto a los docentes Jimena Alarcón,

Andrea Llorens y Gino Ormeño.

REFERENCIAS

- Apedoe XS, Schunn CD (2013) Strategies for success: uncovering what makes students successful in design and learning. *Instruct. Sci.* 41: 773-791.
- Apedoe XS, Ellefson MR, Schunn CD (2012) Learning together while designing: Does group size make a difference? *J. Sci. Educ. Technol.* 21: 83-94.
- Ashby MF (2012) *Materials and the Environment: Eco-Informed Material Choice*. Butterworth-Heinemann. Oxford, RU. 628 pp.
- Atkisson A, Hatcher RL (2001) The compass index of sustainability: Prototype for a comprehensive sustainability information system. *J. Environ. Assess. Policy Manag.* 3: 509-532
- Ayala C, Patiño L (2015) Estrategias para mejorar las prácticas de la enseñanza y el aprendizaje de los materiales y los procesos para el diseño de productos en Colombia. *MasD Rev. Dig. Diseño* 8(15): 1-9.
- Ayala C, Rognoli V, Karana E (2017) Five kingdoms of DIY materials for design. *Proc. Int. Conf. Design Research Society*. Special Interest Group on Experiential Knowledge (EKSIG). Delft, Holanda. 378 pp.
- Barberis G, Ródenas M (2017) Análisis Multicriterio del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la OCDE para 2030. *Anales ASEPUMA* 25: 1-22.
- Braungart M, McDonough W (2005) *Cradle to Cradle: Rediseñando la Forma en que Hacemos las Cosas*. McGraw-Hill. Madrid, España. 190 pp.
- Bocken N, De Pauw I, Bakker C, van der Grinten B (2016) Product design and business model strategies for a circular economy. *J. Indust. Prod. Eng.* 33: 308-320.
- Cameron M (2009) Review essays: Donald A. Schön, the reflective practitioner: How professionals think in action. *Qualit. Soc. Work* 8: 124-129.
- Ceschin F, Gaziulusoy I (2016) Evolution of design for sustainability: From product design to design for system innovations and transitions. *Design Stud* 47: 118-163.
- Choi I, Lee K (2009) Designing and implementing a case-based learning environment for enhancing ill-structured problem solving: Classroom management

- problems for prospective teachers. *Educ. Technol. Res. Devel.* 57: 99-129.
- Drazin A, Küchler S (2015) *The Social Life of Materials: Studies in Materials and Society*. Routledge. Londres, RU. 336 pp.
- Den Hollander M (2018) *Design for Managing Obsolescence: A Design Methodology for Preserving Product Integrity in a Circular Economy*. Tesis. Delft University of Technology. Holanda. 160 pp. <https://doi.org/10.4233/urid:3f2b2c52-7774-4384-a2fd-7201688237af>.
- European Commission (2015) *Closing the Loop: Commission Adopts Ambitious New Circular Economy Package to Boost Competitiveness, Create Jobs and Generate Sustainable Growth*. Briefing Document. http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-6203_es.htm (Cons. 20/04/2020).
- Fishman B, Marx R, Best S, Tal R (2003) A design approach to professional development: Linking teacher and student learning in systemic reform. *Teach. Teach. Educ.* 19: 643-658.
- González A (2020) En tiempo de crisis. *Perseitas* 8: 13-17. DOI: <https://doi.org/10.21501/23461780.3576>
- Hoornweg D, Bhada-Tata P (2012) *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*. World Bank. Washington, DC, EEUU. 116 pp.
- Hoornweg D, Bhada-Tata, P, Kennedy C (2013) Environment: Waste production must peak this century. *Nature News* 502: 615-617.
- INDEX (2012) *Design to Improve Life Education. Teacher's Guide*. INDEX. Copenhagen, Dinamarca. 180 pp.
- Instituto de Estudios del Huevo (2009) *El Gran Libro del Huevo*. Madrid, España. <http://instituto-huevo.com/wp-content/uploads/2017/07/EL-GRAN-LIBRO-DEL-HUEVO.pdf> (Cons. 20/05/2020).
- Johnson K, Langdon P, Ashby M (2002) Grouping materials and processes for the designer: an application of cluster analysis. *Materials Design* 23: 1-10.
- Karana E, Hekkert P, Kandachar P (2009) Assessing material properties on sensorial scales. *Proc. ASME 2009 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*. Vol. 2. pp. 911-916. <https://doi.org/10.1115/DETC2009-86756>
- Karana E, Barati B, Rognoli V, Zeeuw Van Der Laan A (2015) Material driven design (MDD): A method to design for material experiences. *Int. J. Design* 19(2): 35-54.
- Karana E, Fisher T, Kane F, Giaccardi E (2018) Editorial: Material-enabled changes in design research and 348 practice. *Proc. DRS 2018*. Vol. 4. pp. 1682-1684. doi: 10.21606/drs.2018.024
- Krajcik J, Blumenfeld P, Marx R, Soloway E (1994) A collaborative model for helping middle grade science teachers learn project-based instruction. *Elem. Sch. J.* 94: 483-497.
- Lander E (2020) *Crisis Civilizatoria: Experiencias de los Gobiernos Progresistas y Debates en la Izquierda Latinoamericana*. Majuskel. Wetzlar, Alemania. 177 pp.
- Lefteri C (2007) *Materials for Inspirational Design*. Roto Vision. East Sussex, RU. 256 pp.
- McAF/IDEO (2012). *Smart Material Choices*. The Circular Design Guide. MacArthur Foundation and IDEO. <https://www.circular-designguide.com/post/materials> (Cons. 19/08/2018).
- McDonough W, Braungart M (2010) *Cradle to Cradle: Remaking the Way we Make Things*. North Point. Nueva York, EEUU. 208 pp.
- Merrell K, Gueldner B (2010) *Social and Emotional Learning in the Classroom: Promoting Mental Health and Academic Success*. Guilford. Nueva York, EEUU. 174 pp.
- Milton A, Rodgers P (2013) *Métodos de Investigación para el Diseño de Producto*. Blume. Barcelona, España. 193 pp.
- Murphy M, Dweck (2010) A culture of genius: How an organization's lay theory shapes people's cognition, affect, and behavior. *Personal. Soc. Psychol. Bull.* 36: 283-296.
- Oncioiu I, Căpușneanu S, Türkeş M, Topor D, Constantin D, Marin-Pantelescu A, Ștefan Hint M (2018) The sustainability of Romanian SMEs and their involvement in the circular economy. *Sustainability* 10: 2761.
- Otzen T, Manterola C (2017) Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *Int. J. Morphol.* 35: 227-232.
- Papanek V (2019) *Design for the Real World*. 3ª ed. Thames and Hudson. London, RU. 418 pp.
- Parisi S, Rognoli V, Sonneveld M (2017) Material tinkering. An inspirational approach for experiential learning and envisioning in product design education. *Design J.* 20: S1167-S1184.
- Ramos C (2020) Covid-19: la nueva enfermedad causada por un coronavirus. *Salud Públ. Méx.* 62: 225-227.
- Riggirozzi P (2020) Coronavirus y el desafío para la gobernanza regional en América Latina. *Análisis Carolina* 12: 2-13. https://doi.org/10.33960/AC_12.2020
- Rocha A (2020) Crisis en el manejo de la crisis: coronavirus e incertidumbre. <http://saeeg.org/index.php/2020/03/25/crisis-en-el-manejo-de-la-crisis-coronavirus-incertidumbre/> (Cons. 05/05/2020).
- Rognoli V, Ayala C (2016) The material experiences as DIY-Materials: Self production of wool filled starch based composite (NeWool). *Making Futures* 4: 1-9.
- Rognoli V, Ayala C (2018) Materia emocional. Los materiales en nuestra relación emocional con los objetos. *RChD: Creación y Pensamiento* 3(4):1-12. doi:10.5354/0719-837X.2018.50297
- Rognoli V, Levi M (2005) *Materiali per il Design: Espressività e Sensorialità*. Polipress. Milán, Italia. 192 pp.
- Rognoli V, Bianchini M, Maffei S, Karana E (2015) DIY Materials. *Materials Design* 86: 692-702. DOI 10.1016/j.matdes.2015.07.020
- Rognoli V, Ayala C, Parisi S (2016) The emotional value of Do-it-yourself materials. *Proc. 10th Int. Conf. on Design & Emotion*. pp. 233-241.
- Rognoli V, Ayala C, Bengo I (2017) DIY- Materials as enabling agents of innovative social practices and future social business. En *Forma 2017*. CUB. pp.1-9.
- Rudd J, Stern K, Isensee S (1996) Low vs. high-fidelity prototyping debate. *Interactions* 3: 76-85.
- Sandoval W, Bell P (2004) Design-based research methods for studying learning in context: Introduction. *Educ. Psychol.* 39: 199-201.
- Santulli C, Lucibello S (2018) Experience of material tinkering from waste in the year 3-year 5 primary school age range as an introduction to design and sustainability. *J. Educ. Pract.* 9(18): 115-126.
- Van Hemel C, Cramer J (2002) Barriers and stimuli for ecodesign in SMEs. *J. Cleaner Prod.* 10: 439-453.
- Vogtländer J, Mestre A (2009) The eco-costs/value ratio for quantitative, LCA based, assessment of sustainability. *Proc. II Int. Conf. on Sustainability Measurement and Modelling ICSMM*. 9:1-18.
- Wastling T, Charnley F, Moreno M (2018) Design for circular behaviour: considering users in a circular economy. *Sustainability* 10: 1743-1775. <https://doi.org/10.3390/su10061743>
- Wang F, Hannafin M (2005) Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educ. Technol. Res. Devel.* 53(4): 5-23.