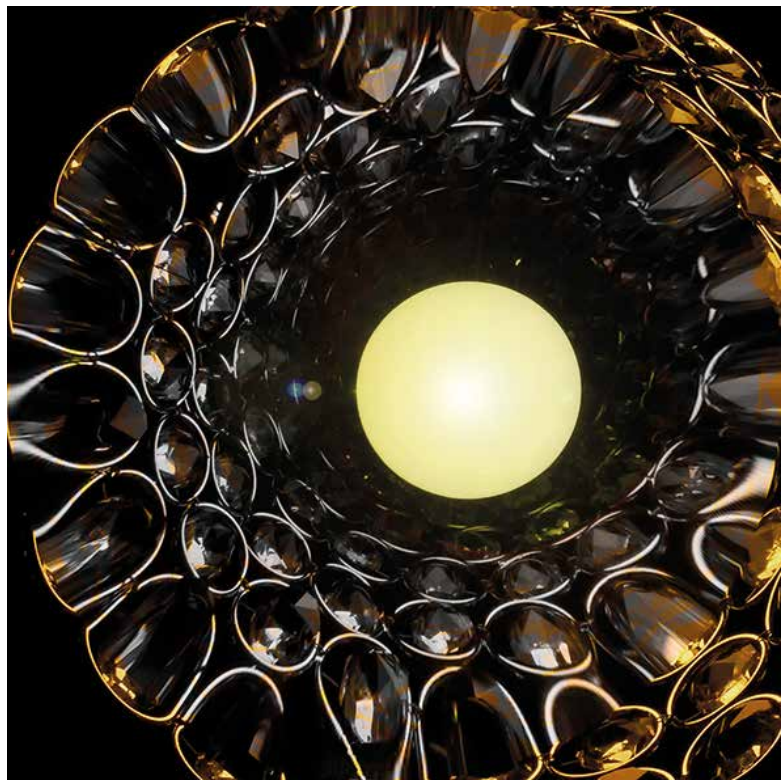
ISSN 2594-0341

Tecnología & diseño

Publicación Semestral de Investigación del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización
Año 10 • núm. 16 • julio - diciembre 2021.



Validación del diseño de un producto: análisis de la manufacturabilidad de un producto de grifería

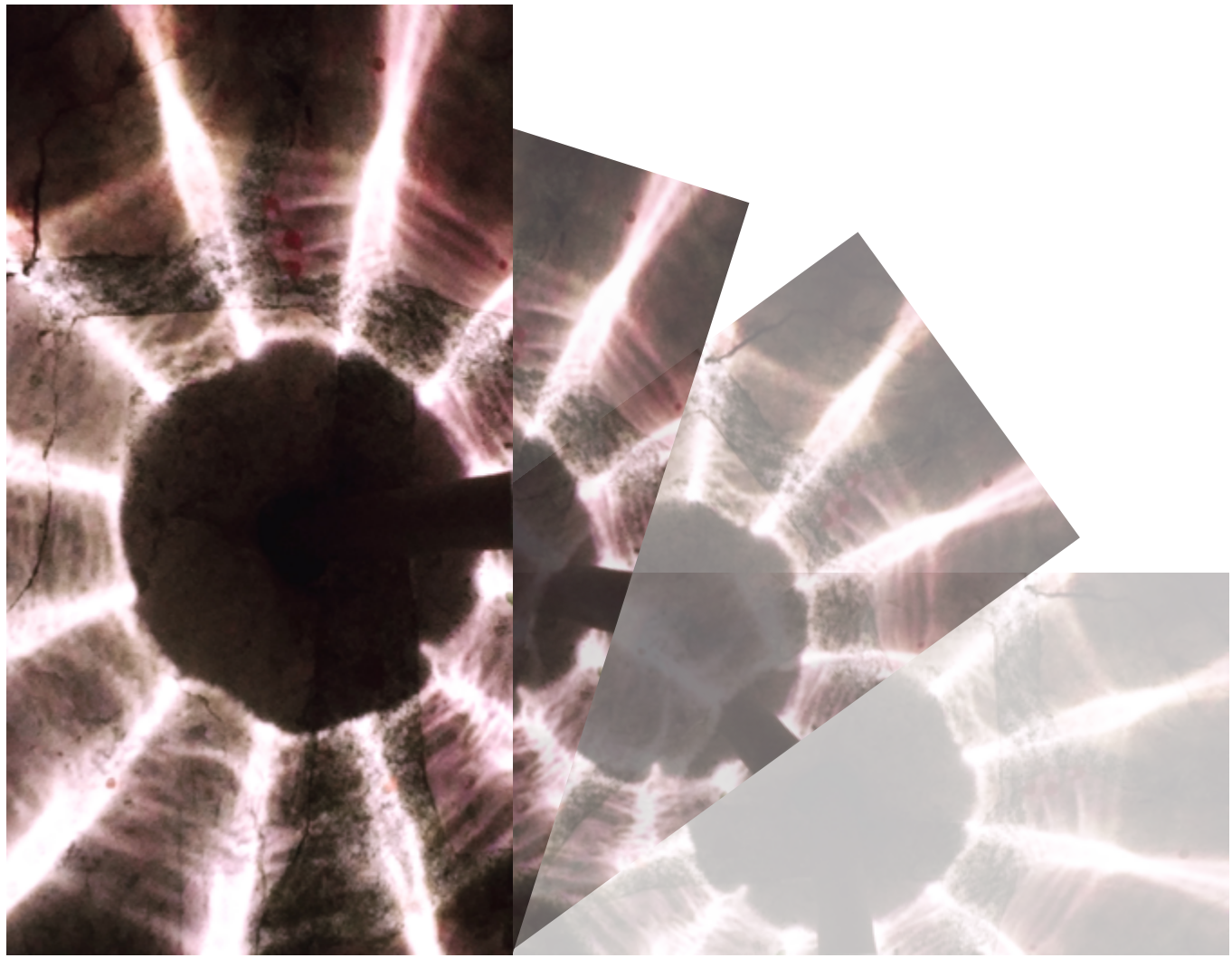
Simulación de la sensación y percepción de un espacio arquitectónico a través de la acústica virtual

Uso de *Luffa cylindrica* para aplicaciones en el diseño a base de fibras naturales

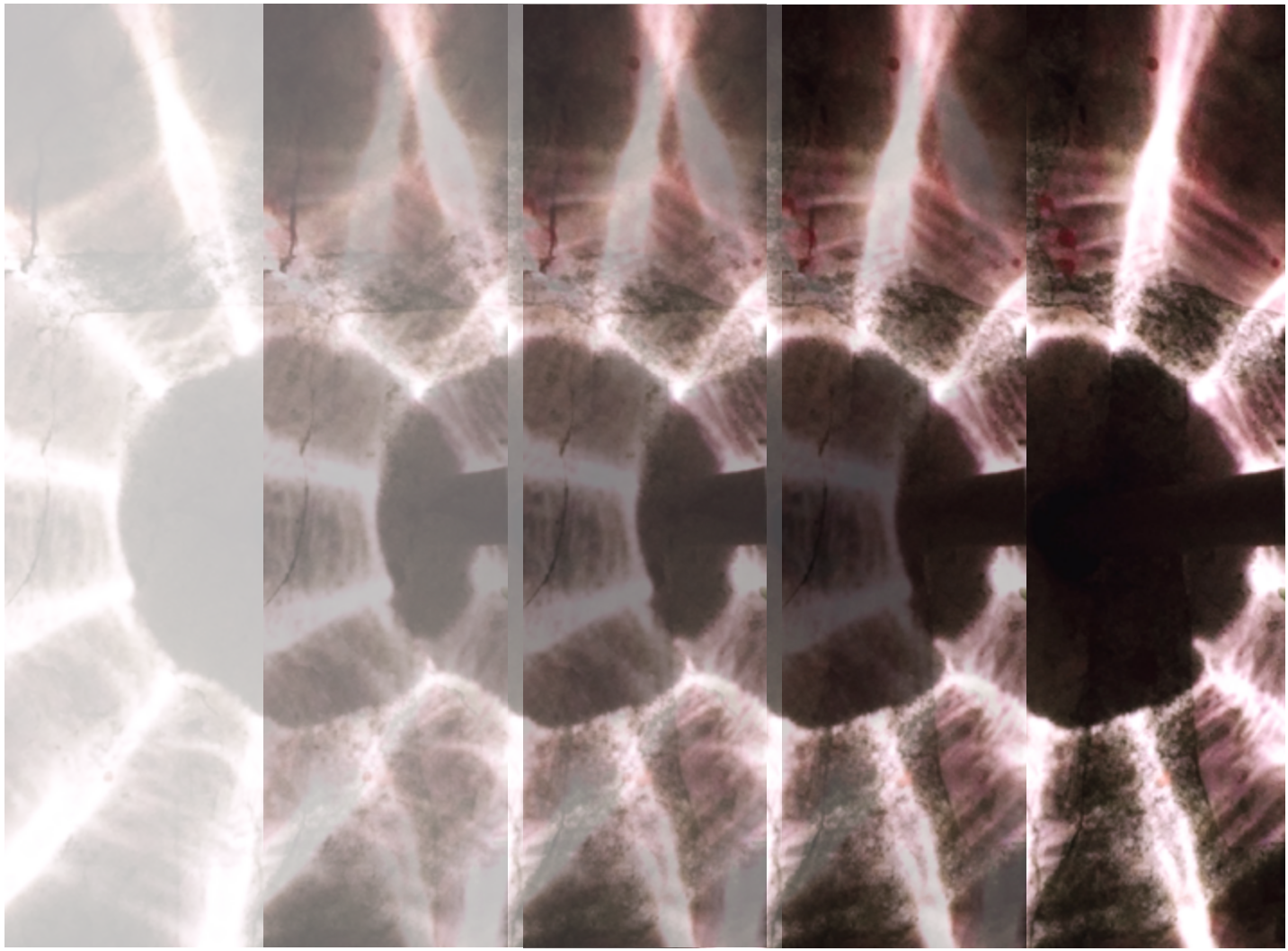
El papel social del diseño y el aporte de la tecnología. Formas de aproximación multidisciplinar para los problemas actuales

Apropiación del método patentado para construir prendas por parte de los estudiantes de diseño del CUN

16



Imágenes: Linda Espinosa Gutiérrez



contenido

Presentación 7

Validación del diseño de un producto: análisis de la manufacturabilidad de un producto de grifería 11
Patricio Jácome-Monar | Carlos Santiago Buenaño Armas

Simulación de la sensación y percepción de un espacio arquitectónico a través de acústica virtual 31
Laura Angélica Lancón Rivera | Silvia Gabriela García Martínez

Uso de *Luffa cylindrica* para aplicaciones en el diseño a base de fibras naturales 43
David Molina Mora | Erick Iroel Heredia Carrillo | Claudia Garduño García | María del Carmen Monroy Dosta

El papel social del diseño y el aporte de la tecnología. Formas de aproximación multidisciplinar para los problemas actuales 55
Leobardo Armando Ceja Bravo | Rafael Martínez Peláez

Apropiación del método patentado para construir prendas por parte de los estudiantes de diseño del CUN 69
Lidia Esperanza Alvira Gómez

Revista Tecnología & Diseño

CONVOCATORIA

Postulación de artículos para ser publicados en el núm. 17

La revista ***Tecnología & Diseño*** –publicación de la UAM-A, **indexada** por el Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal (**LATINDEX**) convoca a la comunidad académico-científica vinculada a las diversas áreas del diseño (gráfico, industrial, arquitectónico y/o afines) y su relación con la tecnología a publicar artículos originales, artículos de revisión, informes técnicos, comunicaciones en congresos, comunicaciones cortas, estados del arte, reseñas de libros, entre otros documentos de contenido científico-académico resultado de la investigación y la práctica de dichas disciplinas.

Instructivo sobre el envío de originales y resúmenes

A fin de ser publicados, los artículos deben reunir los siguientes requisitos

1. Las colaboraciones deberán ser, en todos los casos, trabajos de investigación o comunicación científica originales, no publicados previamente –de manera total o parcialmente– en otros medios de comunicación y difusión.
2. Los documentos se estructurarán conforme al tipo de contribución elegido, haciendo evidente la metodología científica que rige su desarrollo. Sin embargo, todos deberán presentar el título, palabras clave y el resumen (100 palabras) en idioma español e inglés. Deberá incluir, además, referencias bibliográficas que sustenten el documento de acuerdo con el estándar APA (Ver: Normas para la elaboración de referencias bibliográficas).
3. La extensión de los textos deberá ser de 10 a 20 cuartillas –incluyendo gráficos– con tipografía Times New Roman de 12 pts. a 1.5 de interlineado y márgenes normales, limitando el empleo de imágenes y gráficos a un 20% del trabajo como máximo.
4. Las notas se indicarán con números arábigos y en superíndice en orden consecutivo al pie de página.
5. Todos los cuadros, ilustraciones y gráficas deberán estar numerados progresivamente, con los pies de cada gráfico ubicados en el sitio correspondiente dentro del cuerpo del texto.
6. Las colaboraciones deberán ser enviadas al e-mail revistatd@azc.uam.mx en formato Word, en dos versiones: una que incluya los gráficos y otra con sólo el texto sin ningún formato e incluyendo sólo la ubicación de los mismos. Además, se deberá enviar en formato PDF la primera hoja del artículo firmada por cada uno de los autores.
7. Se entregarán los gráficos en un archivo por separado, con una resolución mínima de 300 ppi en formato TIFF o PDF, nombrados con la numeración dispuesta de acuerdo con su ubicación dentro del texto.
8. Se anexará un archivo con los siguientes datos: nombre del autor/es, profesión o grado académico, institución donde labora, domicilio, teléfonos, dirección electrónica y fax.

Normas para la elaboración de referencias bibliográficas

De acuerdo con las Normas APA [http://www.apastyle.org/manual/], los documentos deberán incluir las fuentes empleadas para sustentar los argumentos o los hechos mencionados en el documento. Éstas deberán elaborarse con base en dicho estándar, citando la referencia en el texto y adicionalmente agregarla en la lista de referencias.

Se pueden emplear citas tanto de tipo textual como parafraseadas (ver ejemplos), utilizando paréntesis dentro del texto en lugar de notas al pie de página o al final del texto de acuerdo con las siguientes reglas:

Citas textuales

- Cita textual de menos de 40 palabras: se inserta dentro del texto entre comillas. 1) Apellido del autor (año del texto citado) vínculo "cita" (página) 2) "cita" (Apellido del autor, año del texto citado, página).
- Cita textual de más de 40 palabras: se inserta aparte del texto, a bando y sin comillas. 1) Apellido del autor (año de la publicación) vínculo cita textual sin comillas. (página). 2) Cita textual sin comillas (Apellido del autor, año de la publicación, página citada).

Citas parafraseadas

- Basadas en el autor: Apellido del autor (año del texto citado) vínculo "cita" (página).
- Basadas en el texto: Cita (Apellido del autor, año de la publicación).

Reglas según cantidad de autores

- Dos autores: Cita textual: Autor (Año) y Cita parafraseada: (Autor, año).
- Tres a cinco autores: Si es la primera cita se deben escribir los apellidos de todos los autores, después sólo se cita al primer autor agregando "*et al.*": Cita textual: Autor, Autor y Autor (año). (...) Autor *et al*. (año) y Cita parafraseada: (Autor, Autor y Autor, año). (....) (Autor *et al*., año).
- Seis o más autores: Cita textual: Autor *et al*. (año) y Cita parafraseada: (Autor *et al*., año).
- Anónimo: Cita textual: Anónimo (año) y Cita parafraseada: (Anónimo, año).
- Autor corporativo. Si es la primera cita se debe escribir el nombre completo de la institución seguido de su sigla, después sólo se citan las siglas: Cita textual: Universidad Autónoma Metropolitana [UAM] (año). (....) UAM (año) y Cita parafraseada: (Universidad Autónoma Metropolitana [UAM], año). (....) (UAM, año).

Después de haber citado en el texto, la referencia se debe agregar en la lista de referencias, de acuerdo con los siguientes ejemplos:

- Publicaciones no periódicas impresas: Autor, A. A. (Año de publicación). Título del trabajo, Localidad, Editorial.
- Parte de una publicación no periódica impresa: Autor, A. A. (Año de publicación). Título del capítulo. Título del trabajo (pp xx-xx). Localidad, Editorial.
- Publicaciones no periódicas electrónicas: Autor, A. A. (Año). Título del trabajo. Recuperado día, mes y año, de la fuente: http://www.xxxxxx.xxx
- Publicaciones periódicas impresas: Autor, A. A. (Año de publicación). Título del artículo. Título de la publicación. xx, xxx-xxx. Recuperado día, mes y año, de la fuente: http://www.xxxxxx.xxx
- Publicaciones no periódicas electrónicas: Autor, A. A. (Año de publicación). Título del trabajo. Recuperado día, mes y año, de la fuente: http://www.xxxxxx.xxx
- Informes técnicos y de investigación: Autor, A. A. (Año de publicación). Título del informe. Información de la publicación.
- Disertaciones doctorales y tesis de maestría no publicadas: Autor, A. A. (Año de publicación). Título del informe. Información de la publicación.

Para mayor información consultar la página de las Normas APA en: *APA Publication Manual of the American Psychological Association* [https://apastyle.apa.org/products/publication-manual-7th-edition]

Sistema de arbitraje

Las colaboraciones que se ajusten a los lineamientos editoriales antes descritos serán consideradas por el Comité Editorial de la Publicación para someterse a un proceso de arbitraje por pares –especialistas en el tema abordado– que se guardará en un estricto anonimato.

Los dictaminadores decidirán sobre su publicación sin modificaciones, si requiere de algún tipo de ajuste o si no es apta para su publicación y cuya resolución será remitida por el Comité Editorial a los autores por escrito.

El Comité Editorial de la Publicación se reserva el derecho de realizar la corrección de estilo y los cambios editoriales que considere necesarios para mejorar el trabajo.

Entrega de colaboraciones

Fecha límite de recepción de colaboraciones para el núm. 17 (enero a junio de 2022): 30 de marzo de 2022.
Nota: Si se entregan las colaboraciones fuera de la fecha límite, los artículos serán considerados para siguientes números de la publicación.

Los contribuciones deberán ser enviadas al e-mail revistatd@azc.uam.mx o directamente al Departamento de Procesos y Técnicas de Realización de la UAM-A (Av. San Pablo núm. 180, edificio H, planta baja, Col. Reynosa Tamaulipas, C.P. 02200, Alcaldía Azcapotzalco, Ciudad de México, México.), en un disco compacto debidamente rotulado.

Los materiales originales no serán devueltos. En caso de ser aceptados, los autores autorizan la publicación tanto impresa como electrónica de sus colaboraciones firmando una carta de cesión de derechos y originalidad y comprometiéndose a ser dictaminadores en números posteriores de la revista.

Informes: Mtra. Mónica E. Gómez Ochoa.
E-mail: revistatd@azc.uam.mx. Tels. 53189181 y 53189480
Departamento de Procesos y Técnicas de Realización, Universidad Autónoma Metropolitana,
Av. San Pablo núm. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, C.P. 02200, Alcaldía Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

Universidad Autónoma Metropolitana
Dr. José Antonio de los Reyes Heredia
Rector General

Dra. Norma Rondero López
Secretaria General

Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Azcapotzalco

Dr. Oscar Lozano Carrillo
Rector de Unidad

Dra. Yadira Zavala Osorio
Secretaria de Unidad

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas
Director

Mtra. Areli García González
Secretaria Académica

Dr. Edwing Antonio Almeida Calderón
Jefe del Departamento de Procesos
y Técnicas de Realización

Cuerpo Editorial
Mtra. Mónica E. Gómez Ochoa
Editora Responsable de la Publicación

Dra. Marcela E. Buitrón de la Torre
Directora de la Publicación

Mtra. Gabriela García Armenta
Coordinadora de Diseño y Producción

Dra. Marcela E. Buitrón de la Torre
Mtra. Gabriela García Armenta
Mtra. Mónica Elvira Gómez Ochoa
Dulce Carolina De la O Cordero
Cintya Elizabeth Reyes Bonilla
Diseño y Formación

Mtra. Mónica E. Gómez Ochoa
Diseño de Portada

Tinta Negra Editores
Corrección de Estilo

Mtra. Linda Espinosa Gutiérrez
Imágenes de portada, portadilla y colofón

Comité Editorial de la Publicación

Dr. Miguel Ángel Herrera Batista
Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco (México)

Dr. Víctor Guijosa Fragoso
Universidad Anáhuac, Norte (México)

Mtro. José Luis Cárdenas Pérez
Universidad Autónoma de Yucatán (México)

Dra. Carolina Magaña Fajardo
Facultad de Arquitectura, UNAM (México)

Dra. Selene Marisol Martínez Ramírez
Universidad Nacional Autónoma de México (México)

Mtra. Tere Cuevas Cáceres
Despacho Cárdenas y Cuevas Arquitectos (México)

Dra. Verónica Paola Rossado Espinoza
Universidad Ricardo Palma (Perú)

TECNOLOGÍA & DISEÑO, Año 10, núm. 16, julio-diciembre de 2021, es una publicación semestral de la Universidad Autónoma Metropolitana, a través de la unidad Azcapotzalco, División de Ciencias y Artes para el Diseño, Departamento de Procesos y Técnicas de Realización, Av. San Pablo núm. 180, edificio H planta baja, colonia Reynosa Tamaulipas, Alcaldía Azcapotzalco, C.P. 02200, Ciudad de México, México; Tel. 53189181; y Prolongación Canal de Miramontes núm. 3855, colonia Exhacienda de San Juan de Dios, Alcaldía Tlalpan, C.P. 14387, Ciudad de México, México. Página electrónica de la revista: http://revistatd.azc.uam.mx y correo electrónico: revistatd@azc.uam.mx. Editor responsable: Mónica Elvira Gómez Ochoa, profesora investigadora del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título Núm. 04-2016-112310321100-203, ISSN 2594-0341. Ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Mónica Elvira Gómez Ochoa, Departamento de Procesos y Técnicas de Realización, División de Ciencias y Artes para el Diseño, unidad Azcapotzalco, Av. San Pablo núm. 180, colonia Reynosa Tamaulipas, Alcaldía Azcapotzalco, C.P. 02200, Ciudad de México, México. Fecha de publicación 30 de diciembre de 2021; fecha de última modificación 27 de enero de 2022 . Tamaño de archivo 9.6 MB.

Publicación indexada por el Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (LATINDEX).

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación ni de la Universidad Autónoma Metropolitana.
Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización expresa y por escrito de la Universidad Autónoma Metropolitana.
Salvo convenio o indicación individual en contrario, se presume que nuestros colaboradores autorizan la libre reproducción de sus obras por el sólo hecho de entregarlas voluntariamente, siempre que se citen el nombre del autor y de la fuente, y que dichas obras no sean empleadas por terceros para fines de lucro sin el consentimiento expreso por escrito del autor.

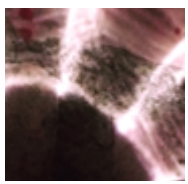
presentación

Concluimos satisfactoriamente el año 10 con nuestro número 16 de Tecnología & Diseño y estamos regresando a lo que es llamado como "nueva normalidad". Desde la investigación y docencia hemos seguido trabajando, y la academia no para.

Este número está integrado por una rica diversidad de áreas temáticas; el Mtro. Patricio Jácome-Monar y el Mtro. Carlos Santiago Buenaño Armas relatan y describen las diversas metodologías desde dos perspectivas: la descriptiva y la prescriptiva, con esta última utilizan criterios paramétricos que permiten la validación digital del análisis de manufacturabilidad; su artículo titulado "Validación del diseño de un producto: análisis de la manufacturabilidad de un producto de grifería" parte de un proyecto académico que sintetiza y compila su complejidad, muestra que es posible, mediante el uso de *software* CAD, anticipar dificultades ensamblaje y de desmoldamiento.

Por otro lado, las Mtras. Laura Angélica Lancón Rivera y Silvia Gabriela García Martínez abordan el campo de la acústica arquitectónica en su artículo "Simulación de la sensación y percepción de un espacio arquitectónico a través de acústica virtual", intentan describir y predecir el comportamiento de sonidos dentro de los recintos, mediante la simulación virtual emplean programas especializados que permite obtener información de cómo el usuario percibirá los sonidos, aun cuando el espacio no esté construido o ya no exista. Para realizar estas simulaciones es necesario el empleo de señales anecoicas de fuentes sonoras naturales o artificiales.

"Uso de *Luffa cylindrica* para aplicaciones en el diseño a base de fibras naturales" es el resultado de la investigación llevada a cabo por dos de las más importantes casas de estudio de la Ciudad de México, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), sus autores los maestros David Molina Mora y Erick Iroel Heredia Carrillo, y las maestras Claudia Garduño García y María del Carmen Monroy Dosta estudian las posibilidades de la fibra de *Luffa cylíndrica* en un proceso de biofabricación digital para conocer sus posibles aplicaciones de materiales orgánicas en la búsqueda de sustituir materiales derivados del petróleo. La biomanufactura digital permite al biodiseño determinar la geometría de frutos de fibra y así proveer alternativas al uso de materiales sintéticos.



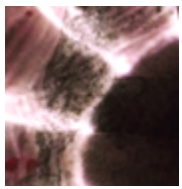
El Dr. Leobardo Armando Ceja Bravo en su trabajo "El papel social del diseño y el aporte de la tecnología. Formas de aproximación multidisciplinar para los problemas actuales", menciona que el binomio tecnología-diseño puede reorientar las creencias, saberes, comportamientos y acciones de las personas en cualquier ámbito social; mediante procesos investigativos con el fin de mejorar la calidad de vida de las personas. El uso eficiente de este binomio puede contribuir a la reducción de las desigualdades sociales y al mismo tiempo provoca una interacción multidisciplinaria para afrontar las problemáticas actuales. Nos invita a reflexionar acerca de las implicaciones de la tecnología como una forma de apropiación en función del contexto de cada grupo humano.

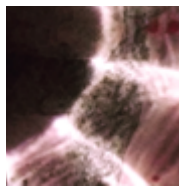
El artículo "Apropiación del método patentado para construir prendas por parte de estudiantes de Diseño CUN", la Mtra. Lidia Esperanza Alvira Gómez establece como objetivo: Desarrollar una ruta que permita a los estudiantes y docentes de Modas de la CUN (Corporación Unificada Nacional de Educación Superior [Bogotá, Colombia]), la apropiación del método para construir prendas de vestir modeladas sobre el maniquí sin generar residuo textil. Esta ruta de apropiación del método patentado en 2019 es una manera de llevar a los estudiantes del programa, y a sus docentes, para aprender y aplicar el proceso, en uno de los resultados de su investigación indica que los estudiantes manifestaron apropiación y entendimiento de la ruta del método y que permite evitar errores y aporta en el manejo de residuos textiles.

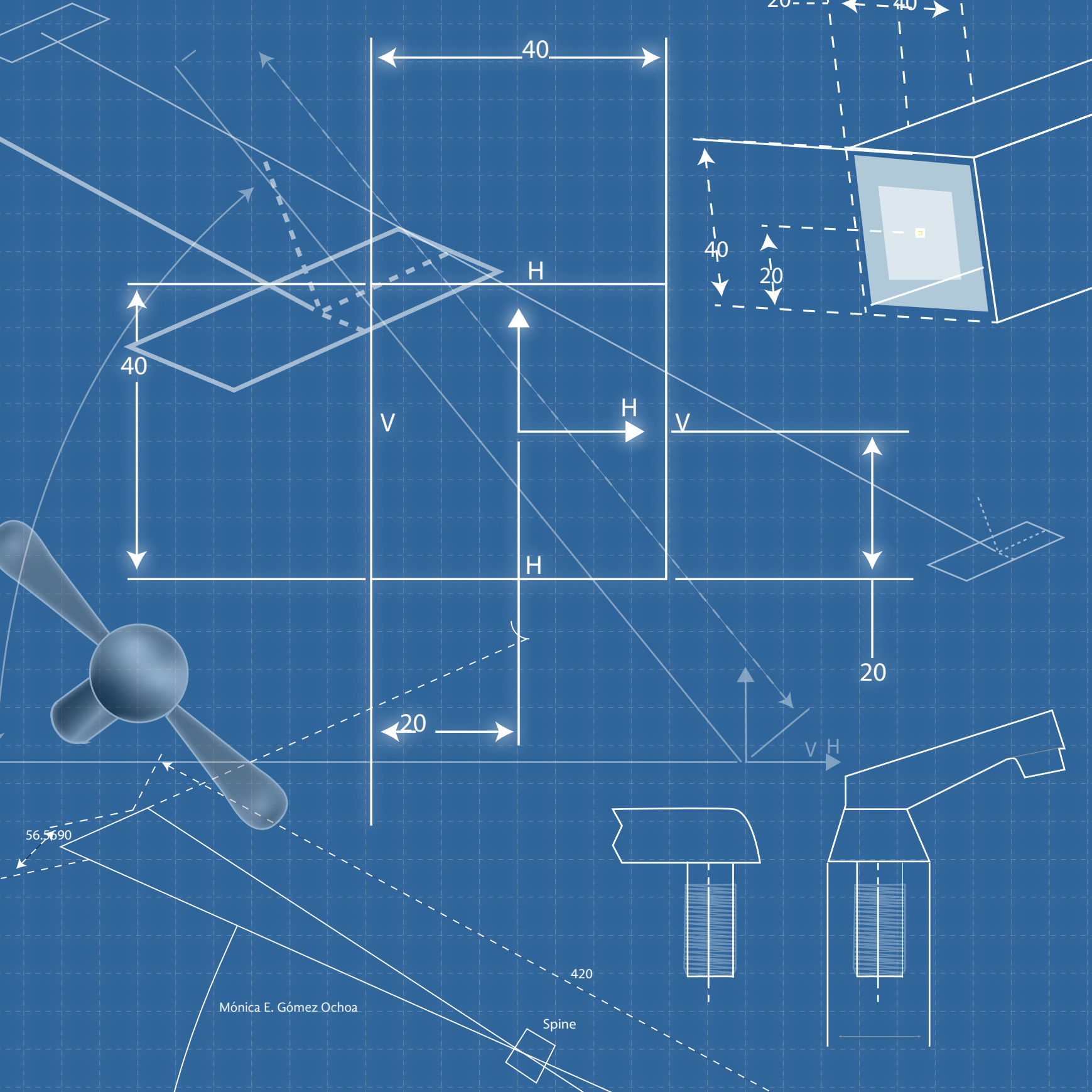
Agradecemos a todos los participantes investigadores por difundir en este medio el resultado de su trabajo, que permite ser el inicio o la continuidad de productos de investigación abriendo múltiples oportunidades en la solución de problemas sociales, o como apoyo docente dentro de las diferentes área del diseño y la tecnología.

Diciembre, 2021

Mónica Elvira Gómez Ochoa
Editora de la publicación






40
H
40
V
H
V
H
20
20
V H
56.5690
420
Mónica E. Gómez Ochoa
Spine

Artículo Externo
Universidad Central del Ecuador

Recibido: 18/03/21
Aceptado: 02/09/21
Publicado: 30/12/21

Validación del diseño de un producto: análisis de la manufacturabilidad de un producto de grifería

Validation of a product design: analysis of the manufacturability of a faucet product

Patricio Jácome-Monar* es Ingeniero Mecánico y Maestro en Ingeniería Industrial por la Escuela Politécnica Nacional de Quito, Ecuador. Su tesis de Pregrado: Diseño por método convencional y verificación mediante elementos finitos (ALGOR®) de un elevador articulado accionado por un sistema hidráulico. Tesis de Postgrado: Estudio y definición del grado de factibilidad para la instalación de una planta procesadora de tapas, envases y otros artículos de plástico.
Durante 16 años hizo diseño de producto en la oficina técnica de Franz Viegener Área Andina S. A., en Quito. Desde el 2012 ha ejercido la docencia en diferentes universidades para distintos niveles académicos en las siguientes asignaturas: Dibujo Técnico, Modelado Digital en 3D, Procesos y Materiales de Manufactura, Análisis y Evaluación de Proyectos, Síntesis de Mecanismos, Matemática para Ingeniería, Simulación de Prototipos, Diseño de partes de autos, Planificación de la Producción y Comercialización. Actualmente trabaja en la Carrera de Ingeniería en Diseño Industrial de la Universidad Central del Ecuador.
Proyecto de Investigación en ejecución: Elaboración de una metodología de aplicación de conceptos de diseño y arquitectura contemporáneos, mediante el uso de herramientas de tecnología digital pertinentes.
Normativa en elaboración: Código de Dibujo Técnico para Ingenieros en Diseño Industrial.

Carlos Santiago Buenaño Armas** es Ingeniero Mecánico y Maestro en Ingeniería Industrial por la Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Fue Gerente Industrial en la ensambladora automotriz Omnibus BB General Motors y en la autopartista Elasto, Quito. Experto en desarrollo de autopartes utilizando metodologías Operation Readines, APQP, FMAS y Planes de Control. Líder de la implementación de sistemas de gestión ISO 9001/ Sistema Global de Manufactura (propio de General Motors) / BIQ (Built in Quality) ISO TS 1694 (sistema de autopartistas), aplicación de herramientas Lean Manufacturing en la formación de equipos de trabajo altamente efectivos basados en la cultura de mejoramiento continuo. En la actualidad se desempeña como profesor auxiliar en la carrera de Ingeniería en Diseño Industrial, Facultad de Ingeniería Ciencias Física y Matemáticas de la Universidad Central del Ecuador. Sus asignaturas han sido: Ergonomía, Simulación de procesos, Normalización, Estadística, Física, Metodología de la Investigación, Gestión de Proyectos, Desarrollo de la Personalidad y Valores.

*Universidad Central del Ecuador (UCE), Ingeniería en Diseño Industrial, Av. Universitaria, Calle Río Santiago y Av. Río Coca. San Gabriel del Valle. Quito.
epjacomem@uce.edu.ec

**Universidad Central del Ecuador (UCE), Ingeniería en Diseño Industrial, Av. Universitaria, C.A y Riofrío, Sangolquí, Pichincha, Ecuador.
sbuenanio@uce.edu.ec

Resumen

Con el fin de implementar el diseño de un producto se tiene la opción de recurrir a los requerimientos de diversas metodologías que pueden ser agrupadas desde dos perspectivas: la descriptiva y la prescriptiva. En cualquiera de estas categorías se contemplan actividades de validación del prototipo. La validación utilizada en este artículo se basa en modelos digitales que corresponden tanto al producto en sí mismo como al molde que permite su fabricación. Esto es posible porque dentro de la arquitectura de los *software* CAD se presentan herramientas que permiten prever dificultades de desmoldamiento durante la manufactura y/o de posterior ensamblaje entre las partes que lo constituyen. Además, cuando el diseño es respaldado por un equipo multidisciplinario, ciertas tareas de validación sobre un prototipo físico pueden ser anticipadas o incluso prescindibles debido a que se conjuga la experiencia en producción con aquellas ayudas.

En este artículo se presenta un ejercicio de diseño de producto, que es netamente teórico y que inició como un proyecto académico para graduación que, sin embargo, sintetiza y compila toda la complejidad de dicho oficio, así como una metodología prescriptiva donde se hace uso de criterios paramétricos y que incluye la validación digital sobre el análisis de manufacturabilidad y el diseño para modularidad.

Palabras clave: Manufacturabilidad, CAD, prototipado digital, diseño de producto.

Abstract

In order to implement the design of a product it can resort to the requirements of various methodologies that can be grouped from two perspectives: the descriptive and the prescriptive. In either category, prototype validation activities are contemplated. The validation that will be used for this article is based on digital models that correspond to both the product itself and the mold that allows its manufacture. This is possible because within the architecture of CAD software presents tools that make it possible to foresee difficulties in unmolding during manufacturing and / or in subsequent assembly between the parts that make it up. In addition, when the design is supported by the know-how of the designers, certain validation tasks on a physical prototype can be anticipated or even dispensed with due to the fact that experience in production is combined with the aids presented by these softwares.

This article presents a purely theoretical product design exercise that began as an academic project for graduation, which nevertheless synthesizes all the complexity of job as well as a prescriptive methodology where parametric criteria are used and that includes validation on the manufacturability analysis and design for modularity.

Keywords: Manufacturability, CAD, digital prototype, product design.

Introducción

El proceso de diseño de un producto se puede conducir entre los requerimientos de diversas metodologías que pueden categorizarse a través de dos visiones epistemológicas: descriptivas y prescriptivas.[1] En cualquiera de esas metodologías que se escoja existen recomendaciones de actividades de validación del prototipo. Debido al bagaje de conocimiento personal de los autores, se sigue un tipo de metodología prescriptivo, puesto que en esta metodología aparecen parámetros de diseño y de manufactura que están relacionados indirectamente con el análisis de los procesos.[2]

Posteriormente, la validación que será utilizada en este ejercicio teórico se basará sobre prototipos digitales que corresponden a la representación tanto del producto en sí mismo como al molde que permite su fabricación. Esto es posible porque los *software* CAD presentan herramientas que permiten anticipar dificultades de ensamblaje y de desmoldamiento. Además, como ya se ha escrito, el proceso de diseño es respaldado por la experiencia y el conocimiento de los diseñadores, lo que permite conjugar ese bagaje con las utilidades digitales.

Con el uso de herramientas informáticas realizada sobre archivos desarrollados en un *software* CAD se sintetiza toda la complejidad del diseño de producto, así como una metodología donde se hace uso de criterios de diseño paramétrico[3] y que concluye con la validación sobre el análisis de manufacturabilidad y de modularidad del producto.[4]

El estudio del producto escogido constituye una ampliación y profundización de un ejercicio académico de diseño de producto realizado en 2018, y en este artículo se exterioriza la normativa que secunda los procesos de producción para lograr productos intercambiables, así como la filosofía subyacente para la producción en serie que en última instancia determina la factibilidad técnica y económica.

Metodología de análisis y validación del producto

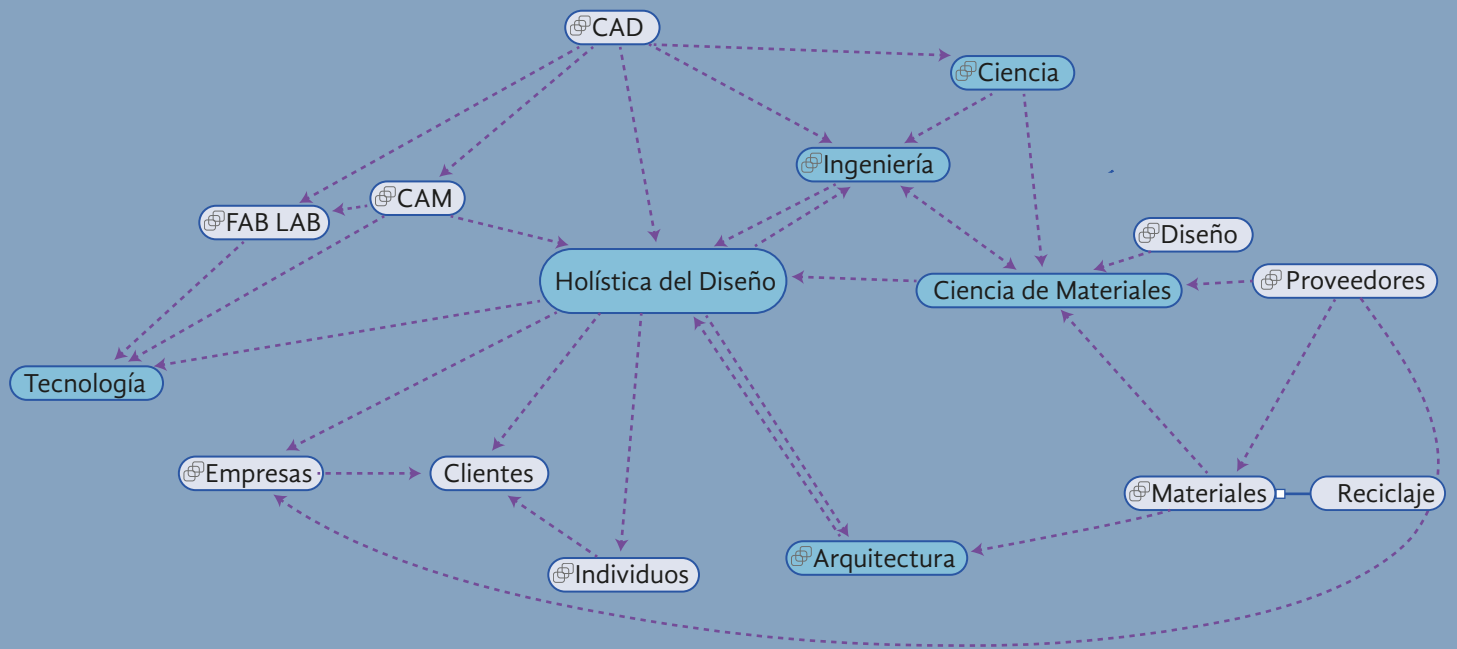


Figura 1. Holística del diseño de producto.[5]

El diseño de producto es entendido dentro del sistema económico actual como una profesión interdisciplinaria cuyas coincidencias se presentan tanto con otras profesiones de tipo técnico, como la ingeniería y la arquitectura, como con una profesión humanística como es el diseño.[6] Esta visión incluso puede plasmarse en un flujo caótico de ideas, conocimientos, recursos y profesionales según se grafica en la figura 1, que constituye un recordatorio de la teoría del caos.[7] Es así que existe un sinnúmero de metodologías de diseño de producto propuestas desde sus vertientes teóricas[8] que, sin embargo, se sintetizan en las siguientes operaciones fundamentales: concepto, desarrollo y validación.[9]

Dentro del concepto se empieza con la definición de los parámetros principales del producto y con base en ellos se buscará la forma de la llave. Se entiende por llave un adminículo de metal, polímero o madera que permita la circulación de agua cuyo flujo se controla a través de una válvula. Para el desarrollo del producto se apoya en el análisis de operaciones de fabricación.

Esta parte del estudio se fundamenta en el análisis de la geometría de la forma y mientras se desarrolla se evidencian algunas características que configuran el diseño de detalle.

A lo largo del texto se muestra una secuencia gráfica del proceso de diseño y desarrollo digital de la llave.

Finalmente, se analizará una de las tareas de validación y es la que se basa en las posibilidades de fabricación en el molde y en el posterior mecanizado del producto obtenido, es decir, la manufacturabilidad. Se debe notar en este caso que las metodologías que se aplican al diseño de producto se representan de manera lineal, pero su realización no es necesariamente así. Algunas actividades se pueden llevar a cabo en paralelo, a veces convergen, a veces divergen y no es raro que se produzcan lazos de retroalimentación, tal como se observa en la figura 2.

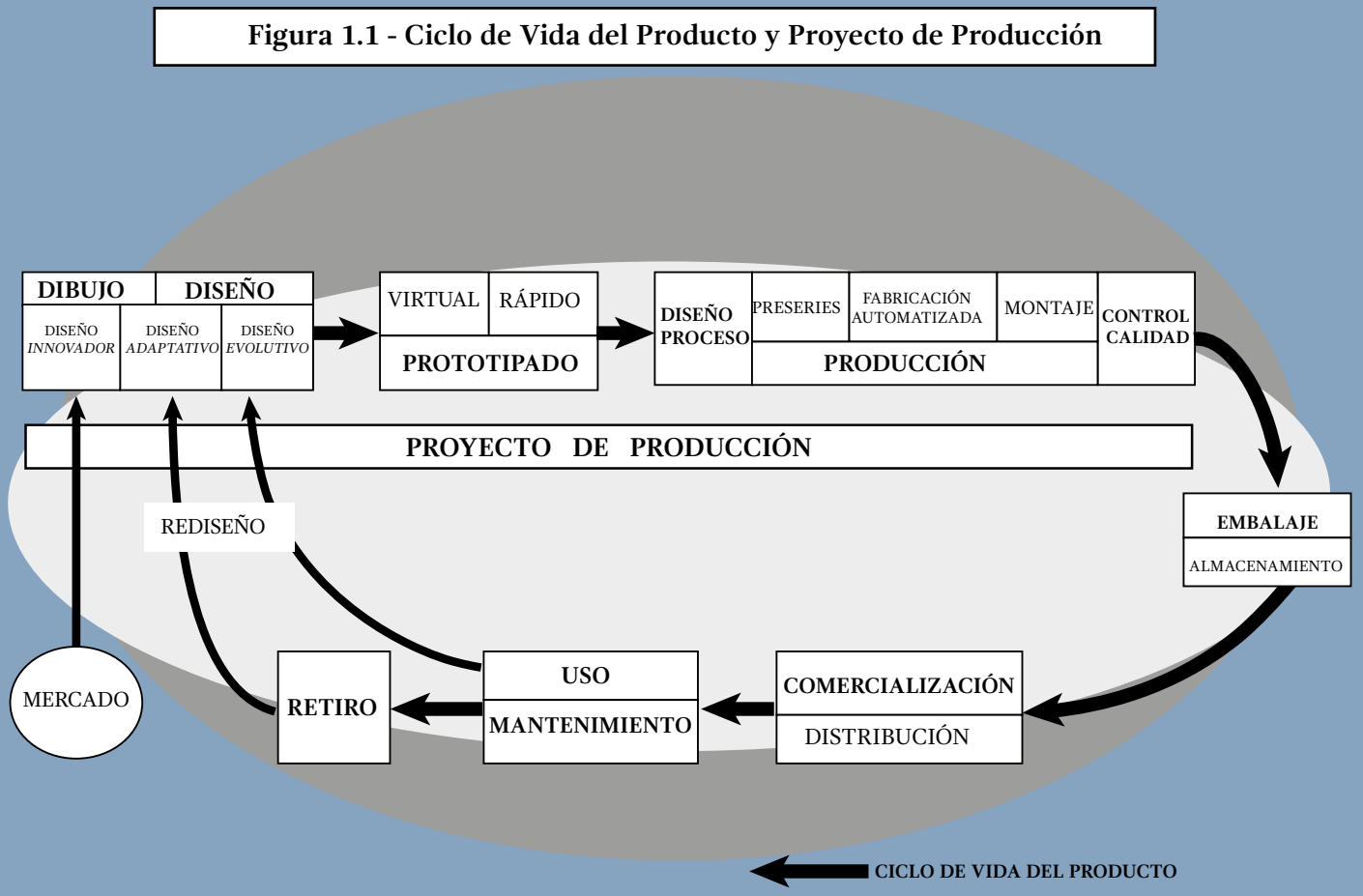


Figura 2. Metodología de diseño de producto según Capuz.[10]

Sin pretender establecer una nueva metodología de diseño, y más bien, en el sentido de mejorar el impacto de comprensión del estudio de caso escogido, se plantean las siguientes tareas operativas[11] hasta obtener el concepto de la forma que permita definir la geometría de la llave para lavatorio:

- Definición de atributos de diseño,
- Acoplamiento de la geometría de la forma a los parámetros dimensionales del producto.
- Selección de material del producto.[12]
- Selección de proceso de manufactura que permita modificar el material seleccionado.
- Análisis de manufacturabilidad dentro del proceso de manufactura.
- Validación del diseño del molde.[13]

A continuación se detallan las implicaciones de cada una de estas operaciones.

Definición de los parámetros principales de la llave

Básicamente una llave de grifería es un tubo: un sólido geométrico que permite el flujo de agua, el cual es controlado por medio de una válvula emplazada en el correspondiente diseño interno del grifo, más otros accesorios como sellos, cortachorro (*aerator* en la figura 3), neplos (niples o mangueras) y manijas de accionamiento. Con el fin de lograr su funcionamiento como un sistema sus parámetros son definidos mediante la norma técnica NTE INEN 968:2013 (Norma Técnica Ecuatoriana Instituto Ecuatoriano de Normalización), que a su vez está referenciada en la norma ASME A112.18.1-2005.[14]

Para adaptarse a los objetivos de este ejercicio teórico se prescindirá del modelamiento completo del grifo en cuanto a sus secciones internas, sus alojamientos de válvulas y sellos, y sus conexiones a la alimentación principal (a través de los neplos). De las recomendaciones de ASME sólo se tomará el parámetro E y se hará inferencia del parámetro C.

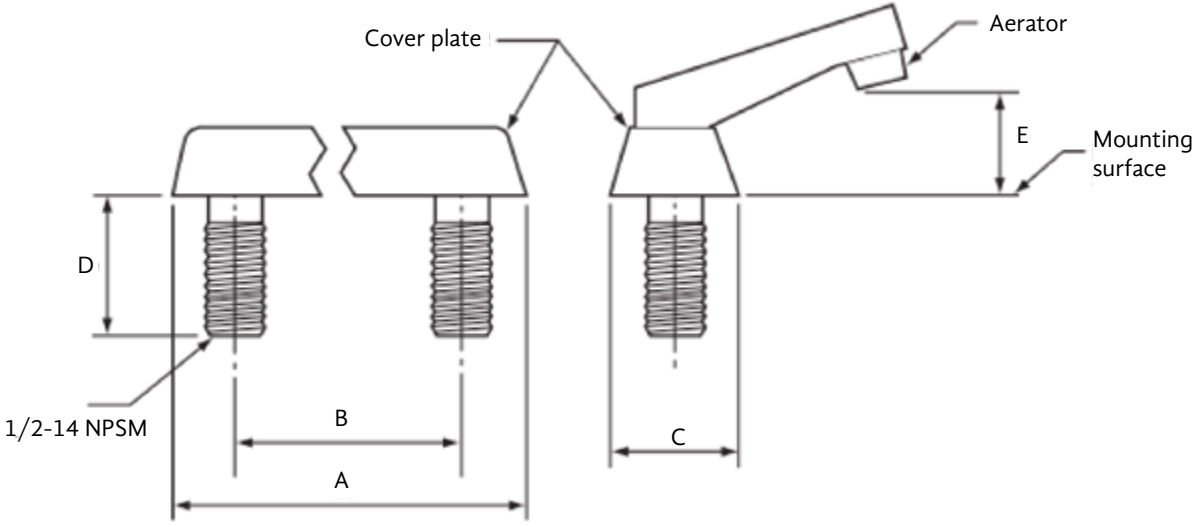


Figura 3. Parámetros para diseño de grifería (llaves) según ASME y CSA.[15]

Búsqueda de la forma de la llave de grifería

Como se lo había anticipado en este artículo el estudio de caso se especifica solamente en la llave de grifería. Sin embargo, para asegurar su funcionalidad y su ensamblaje se consideran las dimensiones de acuerdo con esas necesidades. En la figura siguiente se pueden observar los componentes de este producto.[16]

Una vez que se establecen las definiciones de normalización y funcionalidad de la llave se la genera a partir de una sección transversal cuadrangular. Enmarcados en las restricciones que sugieren las normativas citadas se infieren las dos dimensiones básicas E y C. Debido a que todo el modelado está hecho bajo preceptos paramétricos la corrección y actualización de estas dimensiones permite ajustar las medidas definitivas de la llave durante cualquier tiempo del proceso de diseño.

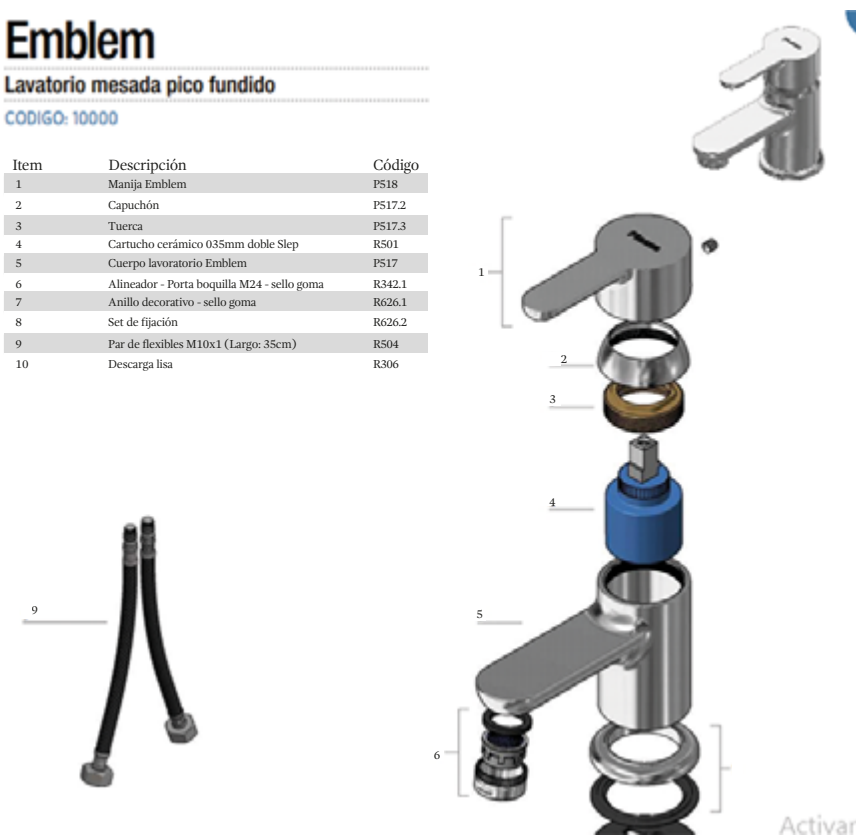


Figura 4. Componentes de una llave de grifería.

Por otra parte, si se usara una sección transversal circular, no se podría lograr la composición visual en el *software* que muestre el efecto de torsión en el tubo como si se logra con la llave de sección transversal cuadrangular.

Con el fin de lograr la definición de la forma se debe usar *software*. Los *software* CAD se pueden dividir en dos categorías. Una corresponde a las de tipo no paramétrico entre las que se puede nombrar a Rhinoceros y a Blender. La otra categoría es la de los *software* de arquitectura e interfaz paramétrica, de amplio uso en ingeniería: CATIA,[17] Inventor,[18] Solid Works, Fusion. Para diferenciar entre estas dos categorías se hará un análisis simplificado: se puede adaptar una metodología de diseño paramétrico para obtener con Rhinoceros un producto de ese concepto, o si no, con una aplicación (*plug and play*) que contenga un algoritmo de parametrización, como puede ser Grasshopper.

Para este documento se utilizan CATIAV5r21[19] e Inventor debido a la experticia personal en cuanto a su aplicación y porque en esos *software* se plasmó la búsqueda de forma innovadora del producto llave.

Aplicación del diseño paramétrico para el diseño de la llave

La propia arquitectura de programación e interfaz de los *software* CATIA e Inventor induce a un diseño de tipo paramétrico[21] donde el modelador proyecta los parámetros planteados en los atributos de diseño y regulados por las normas de estandarización. Es lo que se denomina "captura de la intención del diseño" dentro de la filosofía de los tipos de *software* utilizados.[22] (figuras 5 y 6, página siguiente).

Aunque la interfaz con el usuario puede presentar sutiles diferencias entre los *software*, la forma de ejecutar y los resultados que se obtienen son similares. Por ello las gráficas que ilustran la metodología para obtener la forma son de CATIA, porque la geometría que se muestre será similar a la que se obtenga en Inventor (figura 7, página siguiente).

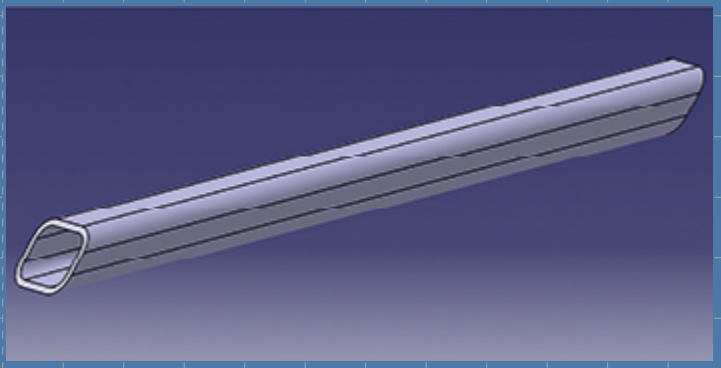


Figura 5. Búsqueda de la forma, desarrollado por Patricio Jácome en CATIA.[20]

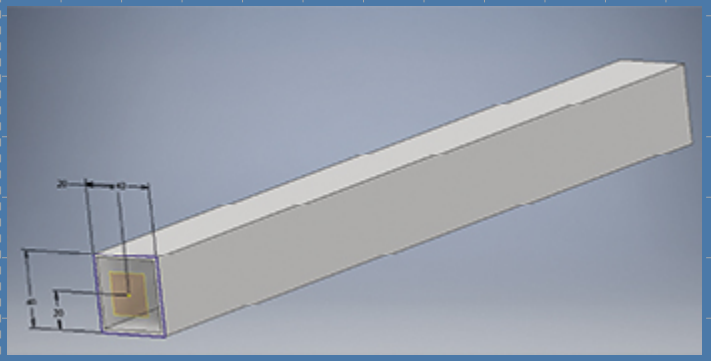


Figura 6. Búsqueda de la forma, desarrollado por Patricio Jácome en Inventor.

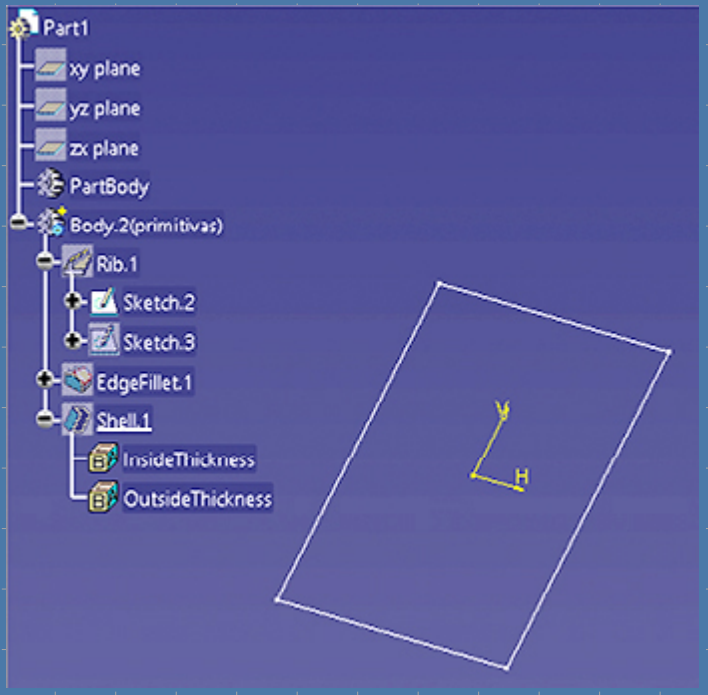


Figura 7. Base cuadrangular en el *sketch* 2.[23]

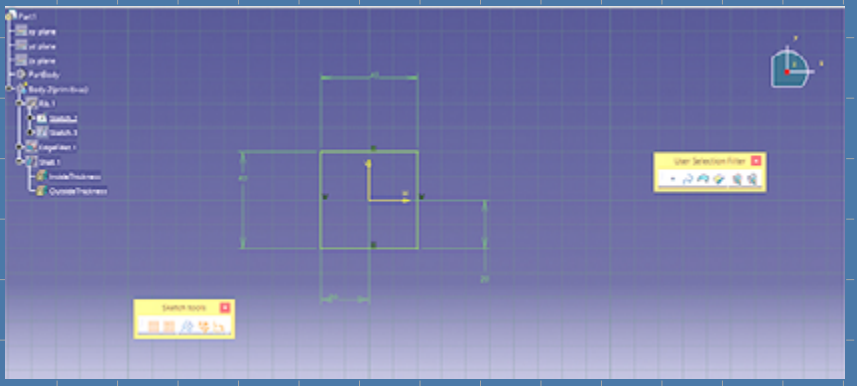


Figura 8. Parametrización en el *sketch* 2.[25]

En la figura 7 se muestra la parametrización del perfil cuadrangular que restringirá[24] la sección transversal de la llave que en este artículo se denominará No. 1.

A continuación se trazan las características geométricas del eje longitudinal de la llave. Este eje se usará como la espina (*spine*) y es el elemento que guía la proyección de la base cuadrangular graficada en el *sketch* 2. Esta secuenciación de planos se realiza con una herramienta denominada extrusión. La fundamentación teórica de la extrusión digital se refiere a planos seriados según Wucius Wong[26] (figura 9, página siguiente).

En seguida se muestra el conjunto de las curvas primitivas que en inglés se llaman *wireframe* (estructura de alambre) y que son fundamentales en los resultados de parametrización que se obtendrán al final de esta metodología, (figura 10, página siguiente).

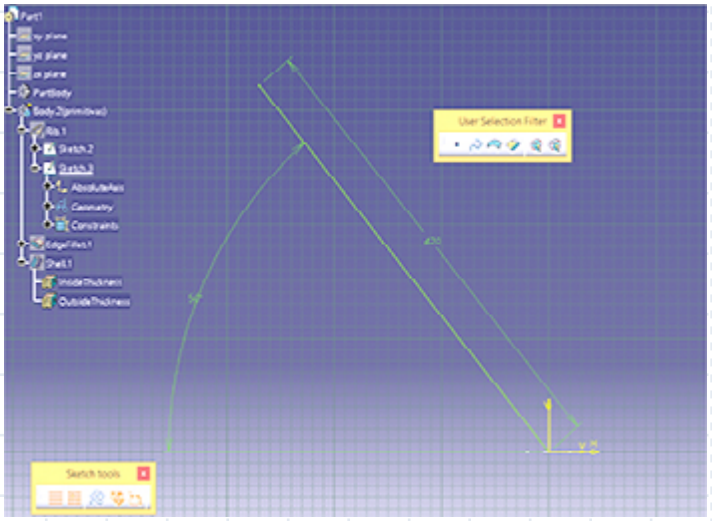


Figura 9. Trazo de la espina en el *sketch* 3.[27]

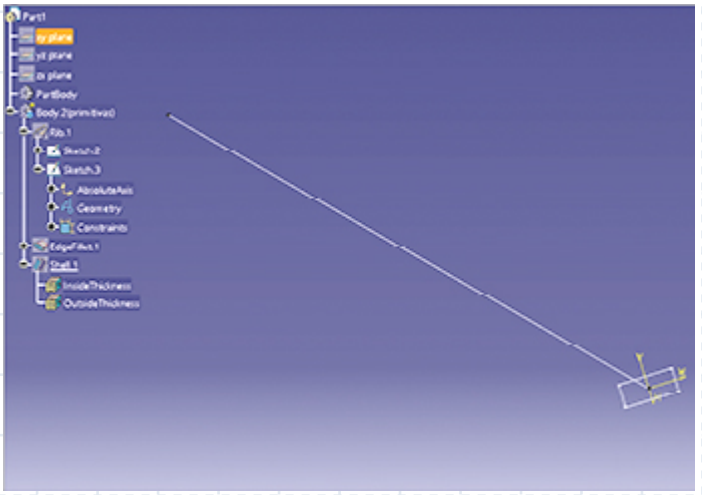


Figura 10. Sistema de curvas primitivas.[28]

En este punto es necesario una digresión respecto a un objetivo de los *software* de tipo paramétrico, los cuales buscan elaborar un modelo digital con características de sólido sin la necesidad de realizar previamente un modelo con superficies. Sin embargo, esta situación puede resultar más complicada cuando se hace diseño con formas orgánicas, por lo que podría ser necesario primero conseguir la convergencia del trazo de las superficies. Para el análisis de este texto se tiene un diseño de la llave con formas minimalistas, es decir, geométricas, por lo tanto, es un producto con características de sólido para el archivo.

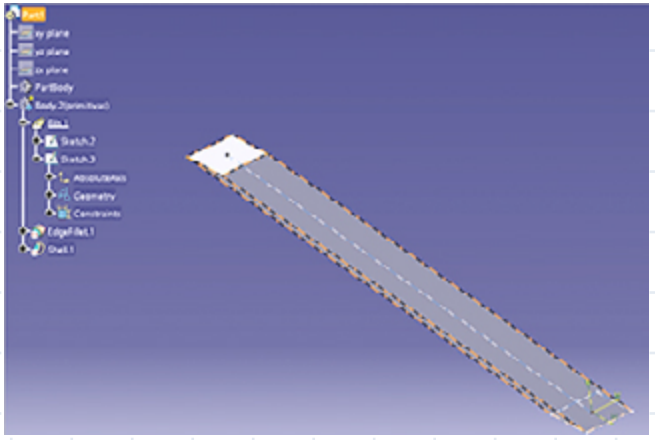


Figura 11. Extrusión.[29]

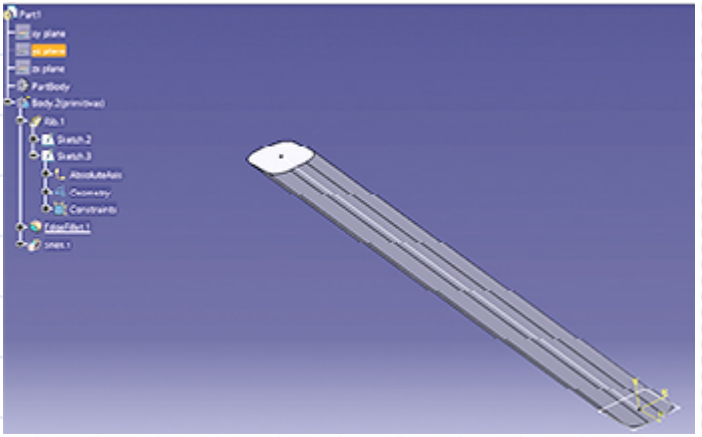


Figura 12. Generación de redondeces.[30]

"...puede resultar más complicada cuando se hace diseño con formas orgánicas..."

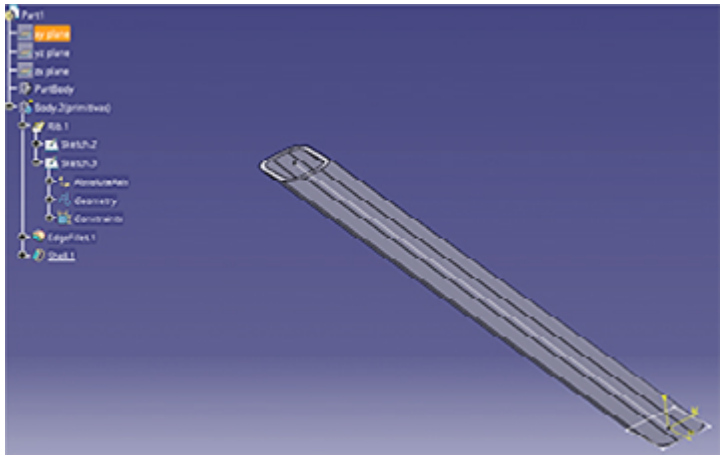


Figura 13. Geometría básica para la llave No. 1.[31]

Para hacer una transformación paramétrica sobre la llave No. 1 se incluye una nueva sección transversal en el *sketch* 4, y para ello se genera un plano más, es decir, se tienen dos planos normales a la espina en los extremos de la misma.

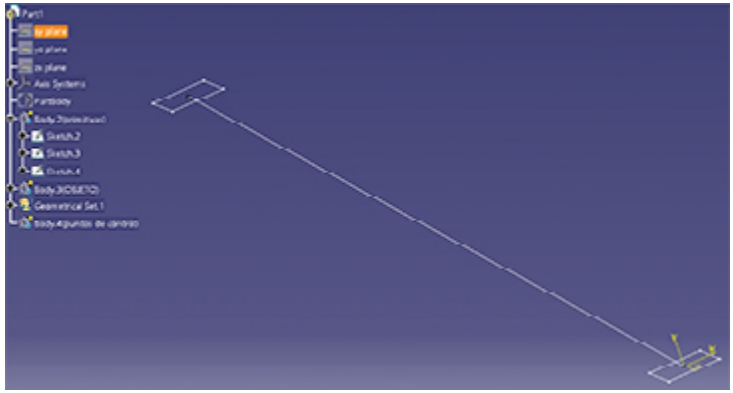


Figura 14. Generación de geometría en el *sketch* 4.[32]

Además, se agrega el punto 3 sobre el cual actuará una tensión de tipo geométrico, en este caso es análogo a la fuerza que generará la posterior torsión alrededor de la espina de todo el sólido que se obtenga. Esta tensión se aplica al momento de aplicar la herramienta MULTISECTION (*Closing Point 2* sobre la sección representada en el *sketch* 4), (figura 15).

La figura 16 es el resultado obtenido con CATIA. Y la siguiente figura se logró con Inventor. En el caso de CATIA se

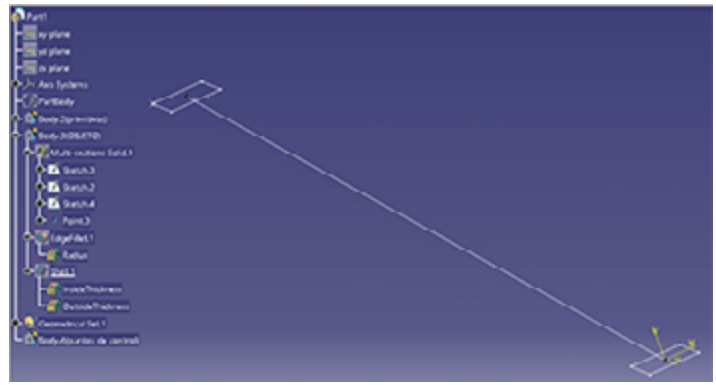


Figura 15. Geometría para la llave No. 2.[33]

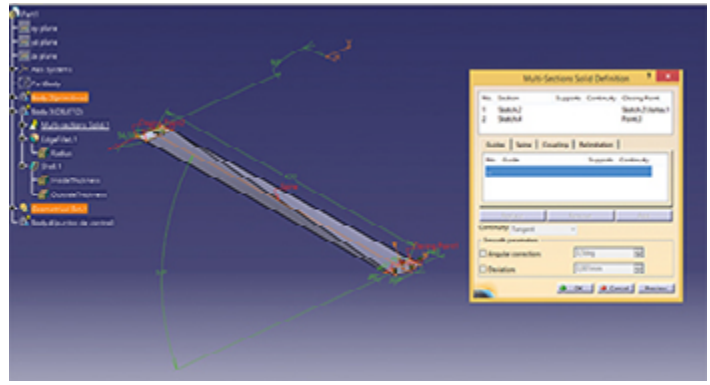


Figura 16. *Closing point* de la extrusión.

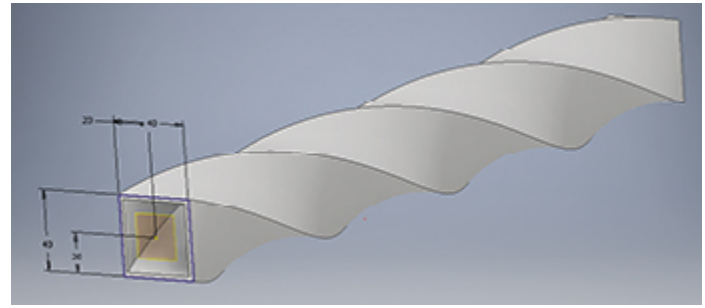


Figura 17. Aplicación del parámetro TWIST de la herramienta SHELL.

usaron herramientas en que el diseño se va estructurando paso a paso. Mientras que en Inventor se escogieron parámetros dentro de una sola herramienta.

A continuación, una visión ampliada de la imagen de la figura 16, con el objetivo de mostrar las propiedades geométricas que se están implementando para obtener la extrusión, luego de aplicar una carga de torsión.

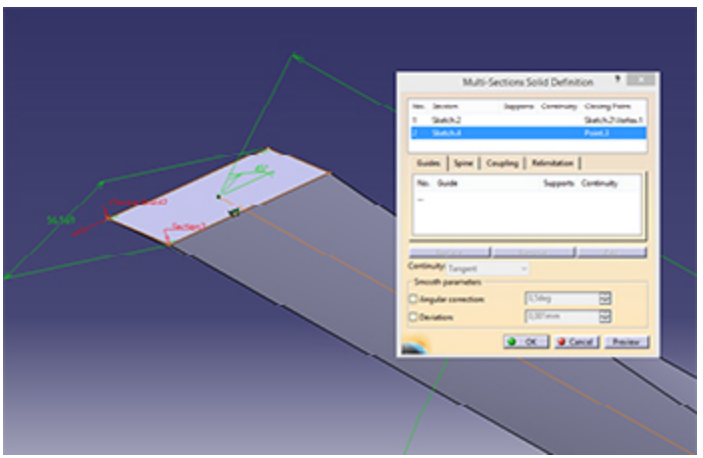


Figura 18. Ampliación que muestra el *closing point* (*Closing Point* 2) que genera la *torsión*.[34]

Como se observa en la figura 18, en el *software* se produce la torsión solamente debido a aplicaciones geométricas directamente durante el modelado digital, esto se debe a que esta transformación es el resultado del algoritmo que es parte de la arquitectura de programación del *software*, soportado en C++, que es el lenguaje base en el caso de CATIA. Este algoritmo es conocido como *script* dentro de la jerga de los métodos numéricos.

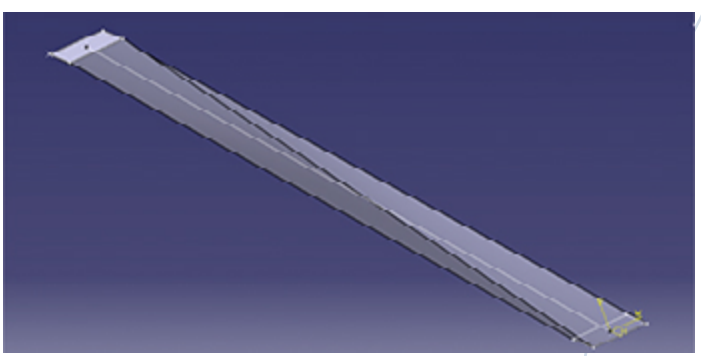


Figura 19. Sólido para la llave No. 2.[39]

Luego, para cualquier *software* de tipo paramétrico se aplican las mismas herramientas que se usaron para obtener las definiciones de la llave No. 1: *fillet* y *shell*. Con *fillet* se redondea la superficie principal del sólido obtenido, es decir, se le dá continuidad a la superficie. Y con *shell* se vacía el interior para producir la forma deseada del tubo propuesto.

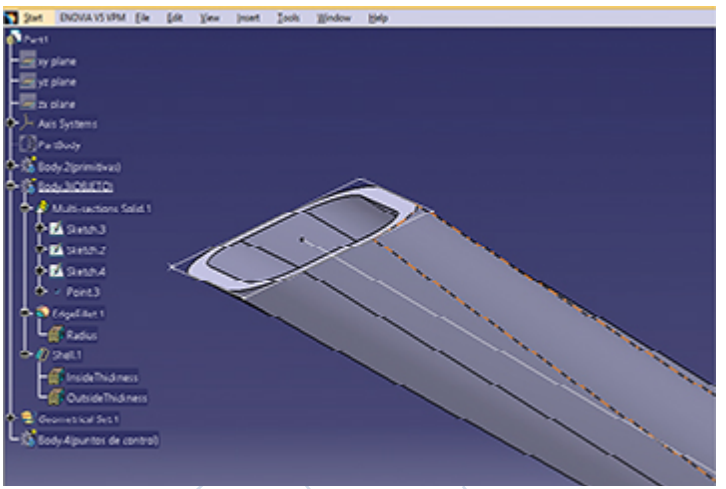


Figura 20. Visión ampliada del sólido de la llave No. 2.[36]

A continuación, se siguen actualizando los parámetros del sólido obtenido con el objetivo de obtener una superficie cuya topología no tiene convergencia. Es decir, si se aplica el *closing point* en el punto inmediato siguiente se obtiene una torsión de la llave cuya producción digital se hace imposible, según se muestra en la figura 21.

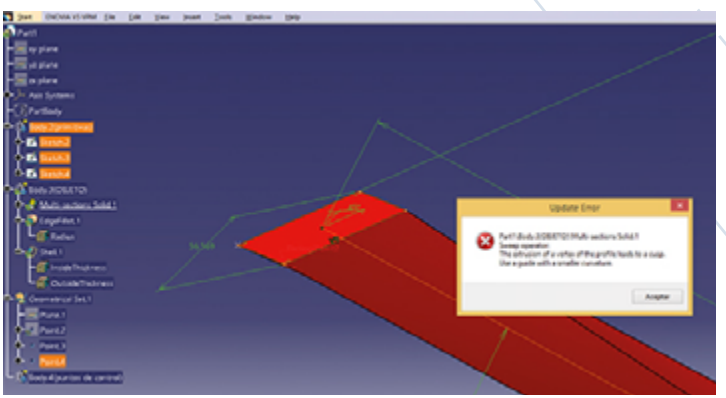


Figura 21. Ampliación del resultado.[37]

La topología deseada es imposible desde el punto de vista matemático, puesto que la torsión de este sólido no puede ser representada al nivel de tensión planteado, porque en el plano transversal ubicado en la mitad del eje longitudinal de la llave (*spine*), el sólido se transforma en un punto, es decir, las tres dimensiones se convierten en una sola.[38]

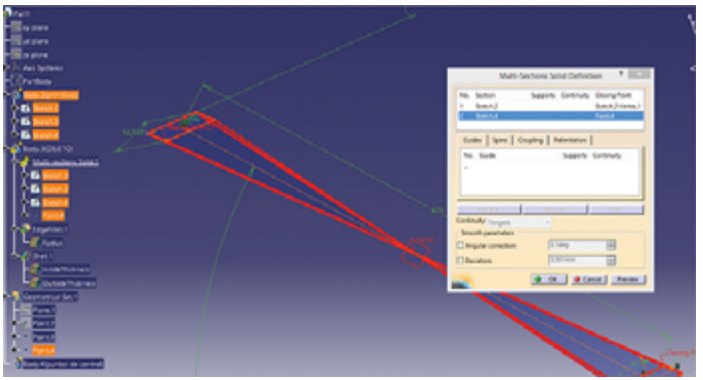


Figura 22. Resultado exagerado de la torsión.[39]

De esta manera se demuestra cómo las herramientas digitales muestran los límites que la parametrización tiene, justamente por el origen matemático de la metodología paramétrica y del *software* que se ha utilizado para plasmar la búsqueda de la forma.

Comentarios respecto a la búsqueda de la forma de la llave de grifería

Este artículo es una ampliación de la tesina de Valeria León y Michelle Meneses,[40] y se muestra la metodología de diseño de la llave de grifería solamente hasta el nivel de búsqueda de la forma, eso sí, considerando parámetros de funcionalidad final. La definición de su forma definitiva considerando sus componentes, es decir, el ensamble completo puede ser motivo de otra publicación. Aquí el objetivo es presentar la validación de la forma por medio de un análisis de su fabricación o manufacturabilidad, así como del ensamble posterior de los accesorios.

Validación a partir de la manufacturabilidad

Los sistemas de manufactura contemporáneos influencian directamente la posibilidad de diseño del producto, y el objetivo de este artículo es sustentar este aserto. Por tal razón se mostrará primeramente los pormenores de la manufactura de llaves de grifería.

Producción de grifería

En primera instancia, la decisión para escoger el proceso de producción de una llave de grifería está sustentada preeminentemente en el mercado potencial de usuarios y clientes que pueden adquirir ese producto dentro de una línea de grifería determinada. Esto quiere decir que ya ha sido decidido el nombre de la familia de productos, sus acabados y los productos que la componen y que podrían ser: lavatorio, ducha, llave bidet, llave tina, llave para cocina y accesorios, entre otros. Dentro de este marco de decisiones signado por el departamento de *marketing* también ya se ha seleccionado el mercado objetivo, los pronósticos de venta, su sistema de mercadeo y, por ende, el precio de venta al público.

Bajo la consideración de los atributos de diseño anteriores se determina el proceso de manufactura para la llave de lavatorio.

Continuando con este análisis, de manera inferencial y considerando el mercado de Ecuador y su tamaño (partiendo del potencial de un millón de compradores de clase media), y además sustentado en la experiencia de manufactura de moldes, se puede establecer que la línea base para la manufactura de un molde para producir una llave mediante fundición por colado está en mil unidades (0.1% del mercado potencial). Esta línea base marca el origen donde es atractiva la producción de una llave de grifería desde el punto de vista financiero para planificar la elaboración de un lote de producción piloto o de prueba. Esta línea base se establece en función de una serie de indicadores donde se interrelacionan la manufactura y las finanzas, entre los cuales se puede mencionar: punto de equilibrio, costo del molde como activo, hora de producción del molde, lucro cesante debido a postergar una producción ya programada de llaves de grifería, lucro cesante por postergar el mantenimiento o la fabricación de un nuevo molde, costos de promoción del nuevo producto.[41]

Aquí ya se puede indicar que se ha elegido el proceso de fundición por colado en un molde permanente para obtener la llave que se está analizando. Entre las razones para aplicar este proceso de manufactura se tiene que:

- El mercado de clase media de Ecuador no tiene la tendencia de adquirir grifería fabricada con polímeros.

- El proceso de producción de grifería por medio de forja[42] (estampado de latón) aún no está desarrollado para que produzca la ganancia programada para una fábrica de producción.
- El costo de fabricación de un molde para pruebas de fundición es relativamente bajo respecto a otros procesos.

Para sustentar estos asertos, a continuación se comenta sobre datos obtenidos de sondeos de mercado que se han venido realizando desde el 2013 en Ecuador y Sudamérica. Así, un molde de pruebas para fundición por colado manual no llega a costar más de 300 dólares incluido el protocolo de pruebas hasta optimizar sus oportunidades de mejora y obtener el número de productos buenos para producción arriba de 90% por cada lote. Un molde ya optimizado y para el mismo proceso de producción puede llegar a costar máximo 500 dólares. En ambos casos se usa acero A36 y su manufactura se hace en una máquina CNC de 3 ejes.[43] Si se ha decidido usar el proceso de fundición automatizada, es decir, el movimiento de los moldes y su llenado de metal fundido se controla por automatización industrial (en este caso, el proceso de fundición a baja presión), llega a fabricarse el molde por un total de 3 000 dólares considerando el material utilizado: aleación de cobre-berilio, fabricación con CNC de 3 ejes y costo de hora/hombre para operaciones de matricería.

Simulación del proceso de inyección

Con el objetivo de comparar estos costos de fabricación de matricería para fundición respecto al costo de un molde para inyección de plástico[44] (para estas llaves se debe considerar como materia prima el ABS, acrilo-butadieno estireno, por las posibilidades de recubrimiento de cromo)[45] que en el país se puede llegar a fabricar por 20 000 dólares y en Portugal e Italia pueden llegar a costar 50 000 dólares para un molde de dos cavidades, considerando que la cavidad para el caso de esta grifería de plástico serían 300 gramos aproximadamente por cada llave.

Se debe comentar que en el caso del diseño y desarrollo de moldes para inyección de plástico no es posible hacer moldes de prueba con la tecnología disponible actualmente en el Ecuador, debido a que alcanzaría precios prohibitivos no acordes a su realidad macroeconómica. Por ello, si se hiciera un análisis de costos apropiado (análisis basado en costos o ABC, que implica un análisis metodológico de procesos), los costos involucrados en la validación digital de un producto, incluido el análisis de manufacturabilidad, son muchísimo más bajos que una validación de un proceso *in situ* o de campo, es decir, fabricando un molde de pruebas. Aun considerando los costos de curva de aprendizaje de un *software* y del proceso sometido a análisis, así como los honorarios profesionales de los expertos en producción y modelos digitales (precios internacionales entre 50 y 100 dólares la hora, dependiendo de la experticia buscada), el análisis digital sigue siendo más barato. Pero como se dijo anteriormente, para el caso de la inyección de plástico, su matricería (diseño, desarrollo, manufactura y validación) adquiere precios elevadísimos en relación con cualquier otra matricería debido a los activos involucrados: CNC (Computer Numerical Control) de 4 y 5 ejes, metrología con CMM (Coordinating Measurement Machine), aceros especiales (aleaciones de cromo, molibdeno, vanadio), herramientas de mecanizado (tungsteno), partes y piezas del moldeo, la máquina de inyección.

TECNOLOGÍA & DISEÑO
AÑO 10 • NÚM. 16 • JUL. - DIC. 2021
pp 11 - 29

Por otra parte, existe la posibilidad de manera alternativa utilizar la simulación del llenado basada en elementos finitos. Por el lado de la simulación de procesos de manufactura, el producto con mayor cantidad de licencias en Ecuador es el *software* Moldflow de Autodesk. En el país no ha habido interés por parte de la empresa privada de adquirir un producto similar para algún proceso de fundición de metal.

Posibilidad de manufacturabilidad

Planteado el contexto de manufacturabilidad se puede realizar la comparación entre la llave No. 1 y la llave No. 2. La siguiente imagen muestra la llave No. 1:

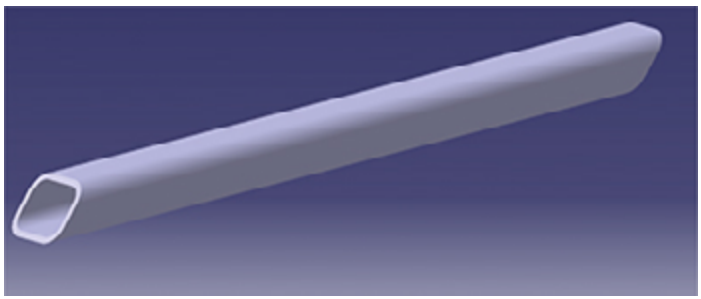


Figura 23. Llave No. 1.[46]

Debido a que se ha decidido realizar la llave de grifería en molde es importante manifestar las siguientes condiciones:

- Se ha establecido el plano de partición considerando la simetría longitudinal del objeto.
- Para el análisis de desmolde sólo es necesaria su forma externa,,por lo cual se desactiva la opción de *shell*.
- No se incluyen accesorios para lograr la fundición en el molde: canales de alimentación, mazarotas (puntos de absorción de rechupes, poros y gasificación), vertederos, salidas de gases.
- Por la hipótesis propuesta dentro de este proyecto de documentación, aquí no es relevante incorporar el factor de contracción en este caso del latón,[47] ni sobremedidas para desmolde ni para mecanizados de ensamble.
- Debido a las características del análisis (es decir, de análisis de forma), tampoco se consideran las dimensiones para transferencia de calor debido a la conducción de agua caliente.[48]

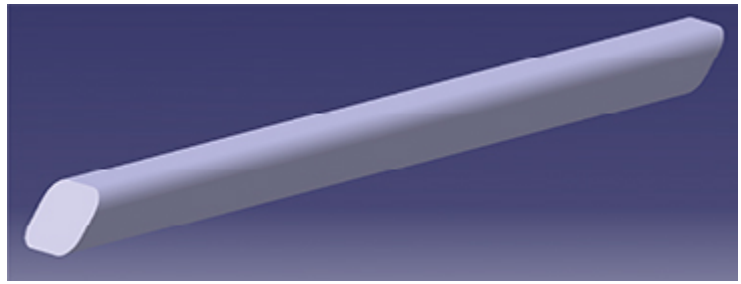


Figura 24. Simplificación de geometría.

Dada la forma del modelo que se obtiene luego de someter a una transformación paramétrica la llave, no es relevante para propósitos de análisis de desmolde la consideración de sus extremos. Es decir, aunque uno de sus extremos presenta retención en el molde, se analizará la retención en el resto de la superficie.

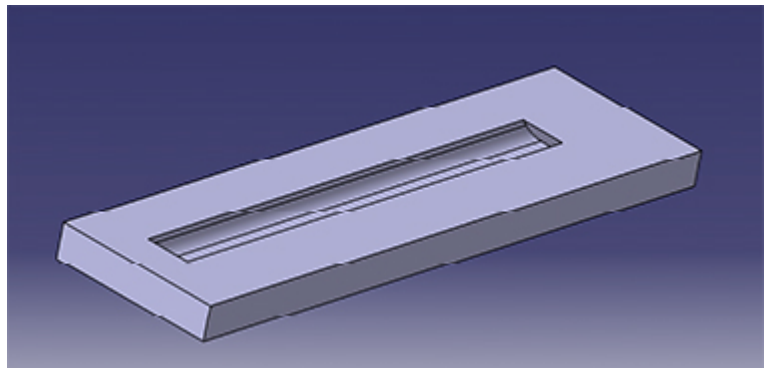


Figura 25. Molde de la llave No.1.[49]

"En el país no ha habido interés por parte de la empresa privada de adquirir un producto similar para algún proceso de fundición de metal."

En el *software* CATIA se aplica la herramienta *DRAFT*, es decir, de desmolde, la cual permite analizar de forma visual e intuitiva las zonas de retención o el ángulo negativo que impedirá el desmolde del objeto. Para la llave No. 1 se obtiene esta imagen:

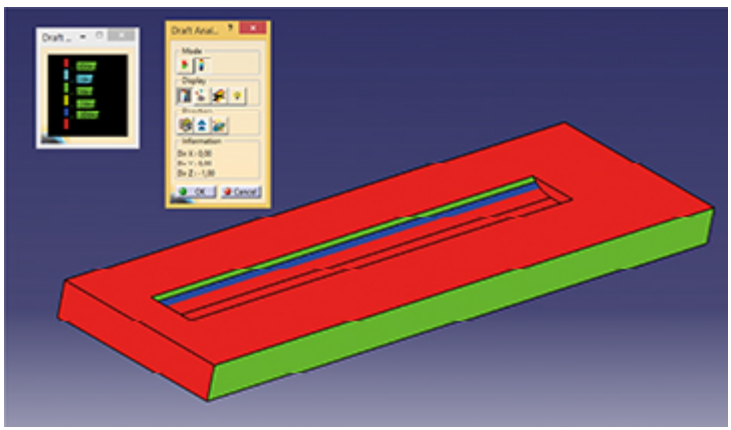


Figura 26. Análisis de retenciones en el molde de la llave No. 1.

Se habla de presentación intuitiva puesto que a través de una métrica acompañada de una escala de colores se analiza el desmolde de un objeto. En este caso los datos presentan valores positivos y negativos para indicar las retenciones positivas y negativas respectivamente.

La franja azul y la verde adyacente (dentro de la forma de la llave) indican una zona de retención, la cual es previsible a partir del diseño de la llave, puesto que es perpendicular al plano de partición. Esta situación se resuelve a partir de las recomendaciones de ingeniería de manufactura, lo cual lleva a agregar un bisel con una inclinación a decidir entre 3 y 5 grados en las dos caras laterales de la llave. Una vez fundido el objeto, éste es mecanizado en una máquina de revolución normal a estas caras con el fin de extraer el material extra y lograr la perpendicularidad entre las cuatro caras del mismo.

Hasta aquí se ha realizado el análisis de desmolde de la llave No. 1. La segunda opción se enmarca también dentro del criterio de búsqueda de forma, y como se vio en párrafos anteriores, si de manera digital a la llave No. 1 se le somete a un sistema externo que incluya una carga de torsión en uno de sus extremos, mientras el otro permanece fijo, es decir, con un anclaje de grado de libertad cero, se obtiene la llave torsionada que presenta su estrangulamiento mayor en el plano transversal ubicado en el medio de su eje longitudinal.

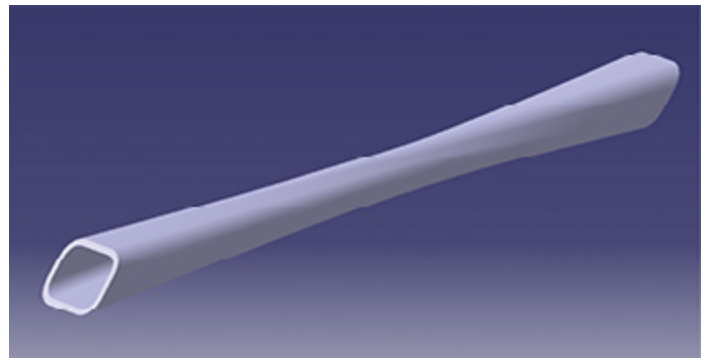


Figura 27. Prototipo digital de la llave No. 2 obtenido a partir de una torsión.

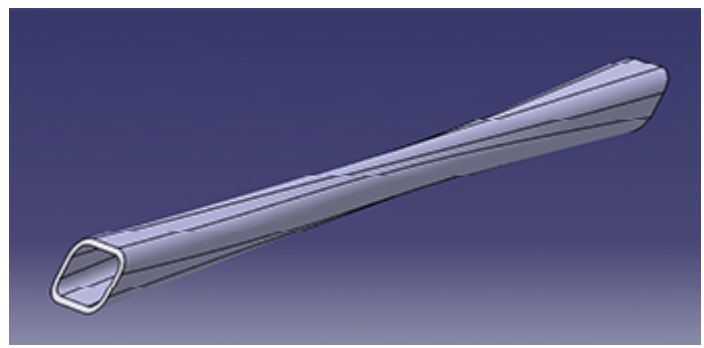


Figura 28. Prototipo digital de la llave No. 2 con isoparamétricas.

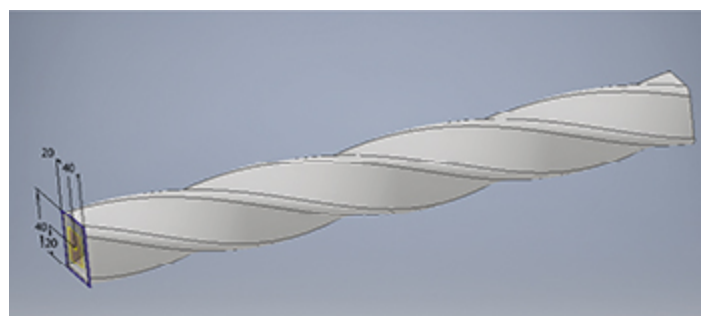


Figura 29. Prototipo digital de la llave No. 2 con isoparamétricas.

El resultado obtenido en la forma de la llave de grifería es la misma que si se le aplicara una carga de torsión al objeto físico.

Por motivos de visualización se le añaden algunas curvas isoparamétricas de tipo longitudinal (figuras 28 y 29).

Bajo las mismas consideraciones que la llave No. 1 se modela el molde de la llave No. 2 y el resultado se muestra en la siguiente imagen:

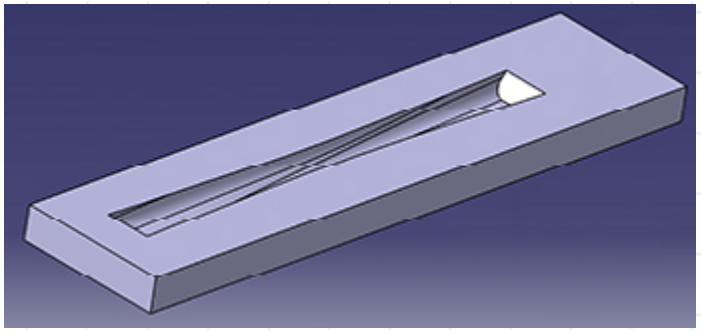


Figura 30. Molde para la llave No. 2.

Si al modelo anterior se le aplica el análisis *DRAFT* de CATIA se obtiene la siguiente imagen:

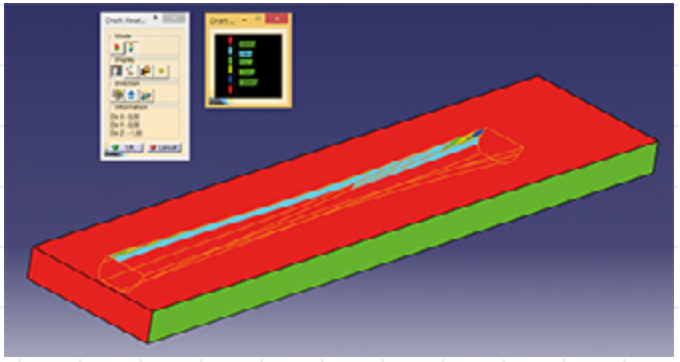


Figura 31. Análisis de retenciones de la llave en el molde.

En la figura 31, la zona de retención se presenta mucho menor y son las pequeñas zonas pintadas de amarillo y azul. Sin embargo, su incidencia es mayor porque son retenciones negativas. El valor más alto es para la pequeña franja azul que indica menos 20 grados, y a continuación una banda amarilla de menos dos grados y finalmente una retención neutra señalada con color verde. Igual que para la llave No. 2 se pueden agregar biseles para compensar estas retenciones y así lograr el desmolde usando un molde rígido. Desde el punto de vista de producción en serie, la solución de agregar biseles para permitir el desmolde de la llave No. 1 es improcedente para la llave No. 2, puesto que no es funcional aplicar una sucesión de biseles en una llave sólo para lograr su desmolde. Esto por un lado y siempre basados en el análisis de manufacturabilidad.[50]

Por el otro, eliminar esos biseles de desmolde a través del mecanizado implica usar máquinas CNC de 5 ejes o brazos robóticos, lo cual aumenta considerablemente los costos de producción por hora. Para ambos casos el problema más complicado y por ende más costoso se encuentra en la sujeción individual de las llaves con el fin de mecanizar con fresa los excesos de material. Dentro de la sujeción debe haber una operación de preparación extra para sujetar la llave por un extremo y luego por el otro. Aquí cabe señalar que la producción de llaves de estas características implica producciones individuales de alto costo, lo que ubica al producto en el mercado de clase media alta. Para tener una percepción visual de este aserto se hace referencia a la llave con forma de cisne que se muestra en la figura 32.

Figura 32.

En la producción de llaves de grifería de este tipología no sólo se encuentra el problema del mecanizado (la llave No. 2 incluye el problema de desmolde), sino también de pulido y del posterior recubrimiento. El proceso de manufactura de pulido sólo sería posible ser aplicado de manera manual, es decir, no sería posible usar algún sistema de automatización y menos de robotización.

Por otra parte, el recubrimiento no se puede hacer en tina de galvanoplastia, sino en forma individual, pues tiene zonas de sombra[51] (las mismas retenciones que en el desmolde). Además, algo que normalmente no se toma en cuenta es el mantenimiento posterior y, una vez más, son complicadas las zonas de retención pues acumulan grasas, detergentes y agua, y por ende, bacterias y otros patógenos.

Discusión final

En este artículo se han planteado operaciones de validación del diseño de producto, así como dentro del propio desarrollo del producto. A futuro se las puede utilizar para ir creando una metodología sistémica del diseño de producto.

Como estudio de caso se analiza una llave de grifería con el fin de mostrar que la interacción entre actividades creativas y las operaciones de manufactura, estructura una metodología de validación del diseño de producto que ahorra recursos, entre ellos: tiempo de diseño, tiempo de desarrollo, materiales para prototipado físico, cantidad de energía para producir cambios en los materiales.

Es decir, se plantea ejecutar de manera transversalizada cualquier metodología de diseño que se escoja, una filosofía de ingeniería concurrente multidisciplinaria que permita detectar en fases tempranas la factibilidad técnica, y a través de ella la factibilidad económica de la ejecución de un proyecto de diseño.

Con el planteamiento anterior es posible incluir dentro de los equipos de diseño a expertos en procesos de manufactura y con ellos, criterios muy propios de la manufactura y de una complejidad elevada. Esa visión transdisciplinaria acorta los tiempos de diseño y desarrollo, por un lado, y como ya se dijo, permite la optimización de recursos en forma de materia prima, energía, tiempo y conocimiento de mano de obra. Finalmente, estas mejoras se traducen en la disminución del tiempo de lanzamiento al mercado de los nuevos productos y, sobre todo, en la creación de productos que cumplan con los cada vez más exigentes criterios de calidad de clientes y usuarios.

Por otra parte, se muestra la necesidad de implantar de manera sistémica la transferencia tecnológica, que para el caso tratado aquí incluye: la adquisición de *software*, la selección de materiales especiales para moldes, la selección de materiales del producto final, la determinación de acabados y revestimientos para el producto, la experticia desarrollada para procesos de manufactura, la selección de normas de estandarización, la definición del segmento de mercado, el incremento de la pendiente de la curva de aprendizaje de los profesionales respecto a la tecnología de la Industria 4.0.

Además, una llave de grifería como la que en este artículo se llama No. 2, que es resultado de un nivel básico de parametrización, sólo es posible de manufacturar bajo los preceptos de la producción individual o *craftmanship*, es decir, con procesos de manufactura aditiva. Con esto se quiere manifestar que si se tuviera que diseñar productos de tipo paramétrico lo más probable es que la única opción pueda ser un proceso de manufactura aditiva, como por ejemplo: la impresión 3D o la electrodepositación por láser.[52] En este caso se debe a que ciertas curvaturas de superficie tienen ángulos de trabamiento que no pueden desmoldarse.

Finalmente, se demuestra que en el estadio del diseño de producto se pueden hacer previsiones para no incurrir en la realización de prototipos, de moldes, de maquetas y demás ítems que aumentan costos y desperdicio de material.

Notas bibliográficas

1 Salvador Capuz Rizo (1999). *Introducción al Proyecto de Producción. Ingeniería Concurrente para el Diseño de Producto.* España: Universidad Politécnica de Valencia/Alfaomega.

2 Lluís Cuatrecasas (2017). *Ingeniería de procesos y de planta, Ingeniería Lean*. España: Profit Editorial.

3 V. León, M. Meneses y P. Jácome (2018). *Propuesta de una metodología de diseño paramétrico como aporte innovador para el proceso de diseño de productos*. Ecuador, Quito: Universidad de Las Américas.

4 Ulrich, K., Tung K. *Fundamentals of Product Modularity Proceedings of American Society of Mechanical Engineers.*

5 Tomado de: P. Jácome y C. Valverde. "La Autopoiesis de la Arquitectura como marco teórico para sustentar el uso eficaz de la tecnología en el Diseño de Producto", en Revista *Latindex Tecnología & Diseño*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.

6 UNESCO. *Áreas y Subáreas de conocimiento de acuerdo a la* UNESCO.

7 P. Senge (2010). *La Quinta Disciplina*. Argentina, Buenos Aires: Ediciones Granica.

8 Salvador Capuz Rizo (1999). *Introducción al Proyecto de Producción. Ingeniería Concurrente para el Diseño de Producto.* Universidad Politécnica de Valencia/Alfaomega.

9 Ulrich (2012). *Product Design and Development*. Nueva York: McGraw-Hill.

10 Tomado de: Salvador Capuz Rizo, *op. cit*.

11 <https://www.youtube.com/watch?v=cWUB-eXis4U>. EL PRODUCTO Grifería.

12 ASM HANDBOOK (2000). ASM International. Estados Unidos, vol. 20, Materials Selection and Design.

13 Ibid. (1997). International. Estados Unidos, vol. 17: Nondestructive Evaluation and Quality Control.

14 ASME A112.18.1-2005/CSA B125.1-05. Plumbing supply fittings. Estados Unidos: ASME, CSA.

15 Tomado de: ASME A112.18.1-2005/CSA B125.1-05. Plumbing supply fittings. Estados Unidos: ASME, CSA.

16 Disponible en <https://www.piazzagriferia.com/uploads/c094c77759aa804d97ae78768795ea6b.pdf>.

17 Eduardo Torrecilla Insagurbe (2013). *El gran libro de CATIA*. España: Editorial Marcombo.

18 Wasim Younis (2012). *Inventor y su simulación con ejercicios prácticos*. Marcombo.

19 M. Michaud (2012). *CATIA Core Tools: Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application*. EUA: McGraw-Hill Professional.

20 Tomado de: V. León, M. Meneses y P. Jácome (2018). *Propuesta de una metodología de diseño paramétrico como aporte innovador para el proceso de diseño de productos*. Quito, Ecuador: Universidad de Las Américas..

21 P. Schumacher (2012). *The Autopoiesis of Architecture,* vol. 1 y 2. UK, West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.

22 María Gloria de Río Cidoncha (2011). El libro de CATIA, vol. 6. Madrid, España: Tébar, S.L.

23 V. León, M. Meneses y P. Jácome, *op. cit*..

24 S. Tickoo (2011). *catia V5R21 for Designers*. EUA: CADCIM Technologies.

25 *Ibid*., 20.

26 Wucius Wong (2011). *Fundamentos del Diseño*. Barcelona: Gustavo Gili.

27 V. León, M. Meneses y P. Jácome, *op. cit*.

28 *Idem*.

29 *Idem*.

30 *Idem*.

31 *Idem*.

32 *Idem*.

33 *Idem*.

34 *Idem*.

35 *Idem*.

36 *Idem*.

37 *Idem*.

38 H. M. Cundy, Rollet (1961). *Mathematical Models*. 2a ed. EUA: Oxford University Press.

39 V. León, M. Meneses y P. Jácome, *op. cit*.

40 Valeria León, Michelle Meneses y Patricio Jácome (2018). *Propuesta de una metodología de diseño paramétrico como aporte innovador para el proceso de diseño de productos*. Quito, Ecuador: Universidad de Las Américas. Tesina. .

41 ASM HANDBOOK (2000). *ASM International*. Estados Unidos, vol. 20, Materials Selection and Design.

42 American Foundry Society. *Casting Copper-Base Alloys*, 2a ed. American Foundry Society.

43 R. Thompson (2007). *Manufacturing Processes for Design Professionals*. Londres, Reino Unido: Thames & Hudson. J.
Rodríguez M., L. Castro M. y J. C. Del Real R. (2006). Procesos industriales para materiales metálicos. España: Visión Libros.

44 M. Groover (2007). *Fundamentos de Manufactura Moderna*. México: McGraw-Hill Education.

45 J. Peña (2009). *Selección de Materiales en el Proceso de Diseño*. Barcelona, España: Ediciones CPG.

46 V. León, M. Meneses y P. Jácome, *op. cit*.

47 ASM HANDBOOK, *op. cit*.

48 J. A. Vásquez A. (2013). vol. 5. España: Marcombo.

49 V. León, M. Meneses y P. Jácome, *op. cit*.

50 Flores, M. y Jácome P. (2020). "Diseño paramétrico: Aplicación conceptual de la autopoiesis y diagramas de Voronoi a partir de la implementación del método adaptado de función de calidad." Revista Latindex *Tecnología & Diseño*, de la Universidad Autónoma Metropolitana de México.

51 Mikell P. Groover (2007). *Fundamentos de manufactura moderna*. 3a Ed. México: McGraw-Hill.

52 Douglas Bryden (2014). *CAD y Prototipado Rápido en el Diseño de Producto*. Londres, Inglaterra: Promopress.

Referencias Bibliográficas

American Foundry Society. *Casting Copper-Base Alloys*, 2a ed. American Foundry Society.

ASM HANDBOOK (2000). *ASM International*, vol. 20. EUA: Materials Selection and Design.

_____ (1997). *ASM International*, vol. 8. EUA: Mechanical Testing and Evaluation.

_____ (1997). *ASM International*, vol. 17. EUA: Nondestructive Evaluation and Quality Control.

ASME A112.18.1-2005/CSA B125.1-05. (2005). *Plumbing supply fittings*. EUA: ASME (The American Society of Mechanical Engineers) / CSA (Canadian Standards Association).

Bryden, Douglas (2014). *CAD y Prototipado Rápido en el Diseño de Producto*. Londres, Inglaterra: Promopress.

Capuz Rizo, Salvador (1999). *Introducción al Proyecto de Producción. Ingeniería Concurrente para el Diseño de Producto*. Universidad Politécnica de Valencia. Alfaomega.

Cuatrecasas, Lluís (2017). *Ingeniería de procesos y de planta, Ingeniería Lean*. España: Profit Editorial.

Cundy, H. M. y Rollet (1961). *Mathematical Models*, 2a ed. EUA: Oxford University Press.

Flores, M. y P. Jácome (2020). "Diseño paramétrico: Aplicación conceptual de la autopoiesis y diagramas de Voronoi a partir de la implementación del método adaptado de función de calidad", en Latindex *Tecnología & Diseño*. México: uam-a. Disponible en <http://revistatd.azc.uam.mx/index.php/rtd/article/view/86>.

Harrington, H. James. (1993). *Mejoramiento de los Procesos de la Empresa*. Bogotá, Colombia: McGraw Hill.

Groover, Mikell P. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna*, 3ª ed. México: McGraw-Hill.

Jácome P. y C. Valverde (2020). "Tecnologías de Fabricación y su Influencia en el Diseño Industrial", en *Revista Ingenio de la Facultad de Ingeniería*, núm. 1, vol. 3. Ecuador: Ciencias Físicas y Matemática de la Universidad Central del Ecuador, enero.

_____ (2018). "La Autopoiesis de la Arquitectura como marco teórico para sustentar el uso eficaz de la tecnología en el Diseño de Producto", en Latindex *Tecnología & Diseño*, Edición No. 9 enero-junio. México: UAM. Disponible en <http://revistatd.azc.uam.mx/>.

León, Valeria, Michelle Meneses y Patricio Jácome (2018). *Propuesta de una metodología de diseño paramétrico como aporte innovador para el proceso de diseño de productos*. Quito, Ecuador: Universidad de Las Américas. Tesina.

Michaud, M. (2012). *CATIA Core Tools: Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application*. EUA: McGraw-Hill Professional.

Peña, J. (2009). *Selección de Materiales en el Proceso de Diseño*. Barcelona, España: Ediciones CPG.

Rodríguez M., J., L. Castro M. y J. C. Del Real R. (2006). *Procesos industriales para materiales metálicos*. España: Visión Libros.

Río Cidoncha, María Gloria de (2011). *El libro de CATIA V6*. Madrid, España: Editorial Tébar, S.L.

Schumacher, P. (2012). *The Autopoiesis of Architecture*, vols. 1 y 2. West Sussex, RU: John Wiley & Sons Ltd.

Senge, Peter (2010). *La Quinta Disciplina. Cómo impulsar el aprendizaje en la organización inteligente*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Granica.

Thompson, R. (2007). *Manufacturing Processes for Design Professionals*. Londres, RU: Thames & Hudson.

Tickoo. S. (2011). *CATIA V5R21 for Designers*. EUA: CADCIM Technologies.

Torrecilla Insagurbe, Eduardo (2013). *El gran libro de CATIA*. España: Marcombo.

Ulrich, K. y S. Eppinger (2012). *Product Design and Development*. Nueva York: McGraw-Hill.Ulrich, K. y K. Tung (1991). "Fundamentals of Product Modularity Proceedings of American Society of Mechanical Engineers", en *Winter Annual Meeting Symposium on Design and Manufacturing Integration*. Atlanta, pp. 73-79.

Vásquez A., J. A. (2013). *Análisis y Diseño de piezas de máquinas con CATIA V5*. España: Marcombo.

Wong, Wucius (2011). *Fundamentos del Diseño*. Barcelona, España: Gustavo Gili.

Younis, Wasim(2012). *Inventor y su simulación con ejercicios prácticos*. España: Marcombo.

<http://www2.mat.dtu.dk/publications/books/TopologyOptimizationTheoryMethodsAndApplications/CHANGES.PDF>. Recuperado 25 de julio de 2017.

<https://www.youtube.com/watch?v=cWUB-eXis4U>. Recuperado el 19 de agosto de 2021. EL PRODUCTO Grifería.

Riobamba 2018-02-17
Quito 2021-02-27 / 2021-03-14, 16, 17
Riobamba 2021-08-19

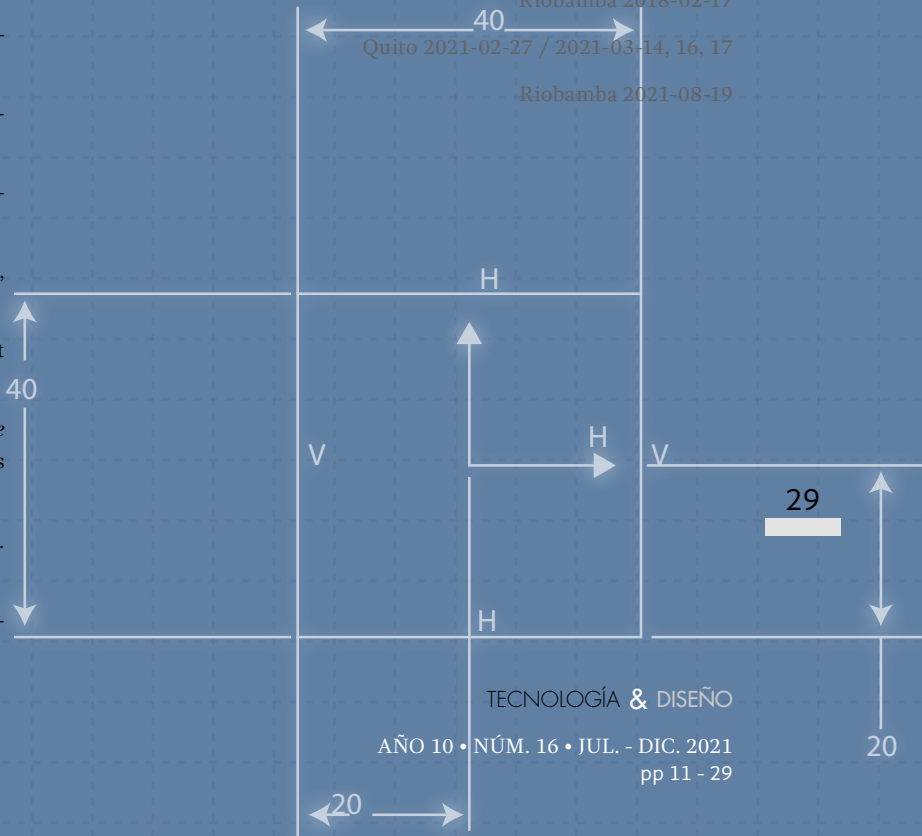


Imagen de Pexels en Pixabay

Artículo de investigación interno
Universidad Autónoma Metropolitana

Recibido: 29/03/21
Aceptado: 26/06/21
Publicado: 30/12/21

Simulación de la sensación y percepción de un espacio arquitectónico a través de acústica virtual

Simulation of the sensation and perception of an architectural space through virtual acoustics

Laura Angélica Lancón Rivera* Arquitecta y Maestra en Diseño por la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco (UAM-A), enfocando su tema al de la absorción sonora en modelos físicos a escala. Es profesora investigadora adscrita al Departamento de Procesos y Técnicas de Realización y miembro activo del Área de Investigación de Análisis y Diseño Acústico (AADAC) desde el 2008 en la UAM-A. Dentro del AADAC ha colaborado en trabajos relacionados con ruido urbano como el Primer Mapa de Ruido para la ZMVM para la Secretaría del Medio Ambiente del GDF y otros trabajos enfocados a la acústica de recintos, especializándose en el manejo de *software* de acústica arquitectónica, urbana y ambiental. Autora de artículos especializados en acústica de recintos y ruido urbano desde 2010. De 2009 a la fecha imparte clases en la Licenciatura de Arquitectura y en el Tronco General de Asignaturas de la UAM-A, además de materias optativas enfocadas a la Acústica de Recintos y Control de Ruido en las edificaciones. En 2019 se integró a la planta docente del Posgrado en Diseño Bioclimático para impartir la materia de Factores Lumínicos y Acústicos

Silvia Gabriela García Martínez** Profesora-Investigadora en la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco desde el año 2008. Cuenta con maestría en Diseño en la línea de Arquitectura Bioclimática y actualmente se encuentra estudiando el Doctorado en Estudios Urbanos. Desde 2008 imparte clases en la Licenciatura de Arquitectura de la UAM-A en las líneas de Diseño, Expresión Arquitectónica y optativas de temas selectivos y de formación específica. Es coordinadora de Docencia en el Departamento de Procesos y Técnicas de Realización de la misma Institución. Es integrante del núcleo básico del Área de Análisis y Diseño Acústico, investigando y publicando sobre temas relacionados con el paisaje sonoro, el confort acústico, el ruido urbano ambiental, entre otros. Participó en el proyecto del Mapa de Ruido de la Ciudad de México. Manejo de *software* especializado en ruido urbano y manejo de instrumentación especializada para la medición de parámetros acústicos en recintos y ruido ambiental.

Resumen

En el campo de la acústica arquitectónica se han empleado diversos modelos de simulación como un intento de describir y predecir el comportamiento del sonido en los recintos. Hoy en día se emplean programas especializados (*software*) que aportan información de cómo el usuario percibirá un ambiente arquitectónico, a través de parámetros acústicos y modelado tridimensional, aun cuando el espacio físico no esté construido o ya no exista. Este trabajo muestra una comparativa de cualidades auditivas y arquitectónicas, en ejercicios de aplicación de acústica virtual, con el empleo de cinco diferentes señales anecoicas de diversas fuentes sonoras y variación en los materiales de las superficies.

Palabras clave: Percepción auditiva, auralización, acústica virtual.

Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco
Av. San Pablo #180, Col. Reynosa Tamaulipas, Alcaldía de Azcapotzalco, C.P.02200, Ciudad de México.
* lalr@azc.uam.mx
** sggm@azc.uam.mx

Abstract
In the field of architectural acoustics and in order to describe and predict the behavior of sound in rooms, numerous simulation models have been used over the years. Nowadays, preferably specialized software tools are used to simulate the acoustical perception of an architectural environment. Three-dimensional virtual modeling with acoustic parameters attached, help to analyze the sound behavior during the planning phase ahead of the construction process, and even non-existent historical spaces. This paper shows a comparison of auditory and architectural qualities, in virtual acoustic application exercises, with the use of five different anechoic signals from different sound sources and variation in surface materials.

Keywords: Auditory perception, auralization, virtual acoustics.

Introducción

Spandök, en la década de los treinta, fue uno de los primeros en utilizar un modelo a escala para experimentar con auralizaciones, en donde la voz y la música fueron grabadas de forma anecoica[1] y se escalaron tanto en el dominio de la frecuencia como en la proporción de la escala del modelo del recinto. Posteriormente, en la década de los sesenta, Vilhelm Jordan ocupó una técnica similar experimentando con diversos materiales y elementos de diseño en modelos físicos a escala, pudiendo observar distintos fenómenos acústicos dentro de los mismos (Addis, 2009).

A partir de la introducción de las computadoras a mediados de los años ochenta, el uso de programas computacionales para el cálculo de las propiedades acústicas de un recinto se incrementó de manera considerable, por lo que actualmente diversos programas de simulación acústica por computadora están disponibles en el mercado, como el CATT-Acoustic, EASE, Odeon, Ramsete, por mencionar algunos. Dichos programas hoy en día se emplean, por ejemplo, en la reconstrucción virtual de edificios antiguos y que ya no existen (Segura *et al.*, 2018) y así generar simulaciones acústicas que enriquezcan el patrimonio histórico cultural. También tienen aplicación en la evaluación de la influencia del ruido en los procesos cognitivos del ser humano (Muhammad, 2019), así como en la auralización del aislamiento acústico en espacios de trabajo (Heimes *et al.*, 2019).

La técnica de simulación acústica requiere del modelado de la geometría del recinto, de las propiedades de los materiales de las superficies, de las características de la fuente sonora, la directividad de la misma, la ubicación del receptor y del método de propagación de las ondas. Para realizar estas simulaciones es necesario el empleo de señales anecoicas de fuentes sonoras naturales o artificiales.

Por otro lado, la acústica virtual implica la conjunción de dos técnicas, por una parte, el modelado en tercera dimensión de cualquier recinto y, por otra, el procesamiento de una señal acústica audible, de tal forma que es posible visualizar y escuchar el espacio simulado.

Este trabajo enfatiza la importancia de la sensación y percepción auditiva, como un elemento clave que debe ser considerado en el diseño arquitectónico. Se muestran imágenes fotorrealistas, gráficas del tiempo de reverberación y coeficientes de absorción sonora, además de enlaces a internet de videos para poder visualizar y escuchar diversos ambientes sonoros.

AÑO 10 • NÚM. 16 • JUL. - DIC. 2021
pp 31 - 41

Sensación y percepción

A lo largo de la historia y desde el punto de vista y posturas de distintas disciplinas como la neurofisiología, la filosofía, la psicología, entre otras, ha habido diversas definiciones sobre la percepción y la sensación, por lo que no se puede dar una definición concreta de dichos conceptos.

Vargas (1994), señala que la psicología ha sido la disciplina que más ha ahondado sobre el tema de la percepción y la define como: "el proceso cognitivo de la conciencia que consiste en el reconocimiento, interpretación y significación para la elaboración de juicios en torno a las sensaciones obtenidas del ambiente físico y social, en el que intervienen otros procesos psíquicos entre los que se encuentran el aprendizaje, la memoria y la simbolización".

Para el fisiólogo y psicólogo estadounidense Samuel Howard Bartley (1985): "[...] la percepción puede ser una mera experiencia [...] los canales sensoriales juegan un papel esencial en procesos que incluyen ver, oír, tocar, probar o cualquier otra acción propia de una distinta modalidad sensorial".

Por otra parte, la percepción implica sensaciones, las cuales pueden definirse como la respuesta directa e inmediata a una estimulación de los órganos sensoriales del medio exterior, considerando a dichas sensaciones como el origen del proceso de percepción, el cual les dará un sentido e interpretación (Hernández, 2012).

Puede decirse entonces que la sensación y la percepción son conceptos estrechamente ligados, uno precede al otro y ambos nos permiten tener una perspectiva del mundo que nos rodea, a través de un proceso complejo donde a partir de estímulos sobre nuestros sistemas sensoriales obtenemos una sensación, la cual es transportada y procesada por el cerebro humano, involucrándose diversos procesos físicos, fisiológicos y psicológicos.

Sensación y percepción auditiva del espacio arquitectónico

El espacio arquitectónico, además de satisfacer funciones básicas como la habitabilidad, la recreación, el comercio, el transporte, entre otras, ha fungido como un generador de diversos estímulos al usuario, causando que la arquitectura hoy en día sea un elemento físico que se experimenta mediante percepciones multisensoriales.

D'Alencon (2008) menciona que el oído, el olfato, el tacto y en menor medida el gusto, forman parte de los medios a través de los cuales percibimos la arquitectura, sin embargo, el concepto que se les ha dado a estos sentidos como secundarios, subordinados por el sentido de la vista, ha limitado de manera sustancial la capacidad de los arquitectos para concebir espacios multisensoriales, empobreciendo la experiencia del usuario en los espacios construidos.

Juhani Pallasmaa (en Aldrete-Haas, 2007), señala que el predominio de la vista en este mundo es excesivo. Advierte que hoy en día en muchas áreas de la vida cotidiana existe una obsesión por la imagen visual. La arquitectura en lugar de experimentarse de una manera corporal, a través de un encuentro físico material y completamente espacial, se experimenta muchas veces a través de una apreciación "retinal" como fotografías instantáneas.

...a lo largo del tiempo el término de **acusmática** ha sido dado a aquellos sonidos que se oyen sin ver o saber las causas de donde provienen.

La experiencia del usuario dentro de un lugar se traduce en un cúmulo de sensaciones, emociones y percepciones. Se puede percibir el espacio arquitectónico a través de los múltiples sentidos, sin embargo, por lo general el primero que interfiere en este proceso de percepción es la vista, provocando que la mayoría de los arquitectos configuren el espacio tridimensional a partir de la satisfacción de este sentido de percepción, el cual permite el estudio formal y estético para la descripción de dicho espacio físico, dejando de lado los otros sentidos, que también ayudan a establecer una conexión entre el hombre y su entorno.

Para D'Alencon (2008) la percepción del espacio arquitectónico es completada por el oído humano a partir de referencias sonoras que dan una idea más clara de las dimensiones, distancias, escala y orientación. En este sentido, basta con imaginar el ambiente sonoro de un espacio de culto, como una catedral, el cual podría definirse como monumental por su alto tiempo de reverberación,[2] debido primordialmente a su gran volumen y características reflejantes de los materiales en su interior. Y, por el contrario, imaginar el ambiente sonoro de un dormitorio, el cual se describirá como íntimo, de volumen reducido y con superficies absorbentes, el tiempo de reverberación será corto.

Para Blesser y Salter (2007) no sólo experimentamos el espacio arquitectónico viendo, sino también escuchando. Además, señalan que mientras la visión nos proporciona información acerca de los objetos y la geometría estática de un espacio, el oído por su parte ofrece una conexión dinámica de los eventos que suceden dentro de él, añadiendo que el oyente siempre estará involucrado de manera involuntaria a eventos que sean audibles a pesar de su ubicación, de verlos o no. Tal era el caso de Pitágoras (Kane, 2016), quién tenía un método de enseñar a sus discípulos, llamados acusmáticos, detrás de una cortina, con la finalidad de que únicamente escucharan el sonido de su voz, sin verlo, para no causarles alguna distracción visual, así que a lo largo del tiempo el término de acusmática ha sido dado a aquellos sonidos que se oyen sin ver o saber las causas de donde provienen.

De esta forma, la interacción del sonido con el espacio arquitectónico es complejo e interesante, ya que éste se enfrenta a diversos fenómenos, los cuales dependen en gran medida de la ubicación de las fuentes sonoras, de las características del recinto, como el volumen, la geometría, la textura y las formas de las superficies, los materiales y los usuarios en algunos casos en particular.

La percepción auditiva del espacio requiere de analizar la localización y lateralización. La localización se refiere a la dirección y distancia de la fuente sonora dentro de un espacio físico, que puede o no coincidir con su ubicación real y la lateralización describe la localización aparente de un sonido dentro de la cabeza del oyente y es utilizada para el diseño de campos acústicos virtuales (Basso, 2018).

TECNOLOGÍA & DISEÑO

AÑO 10 • NÚM. 16 • JUL. - DIC. 2021
pp 31 - 41

Métodos para la generación de simulación de la sensación y percepción auditiva

A lo largo de la historia de la acústica de recintos se ha recurrido a diversas herramientas de simulación para intentar describir y predecir el comportamiento del sonido en los espacios arquitectónicos, así como de obtener los distintos parámetros de calidad acústica que los definen. Dichas herramientas han incluido modelos matemáticos, modelos físicos a escala y actualmente modelos de simulación por computadora y realidad virtual, donde en los últimos dos por lo general se encuentran las auralizaciones.

Auralización

La auralización es una técnica relativamente nueva, utilizada para la construcción del ambiente sonoro de un espacio arquitectónico y lo que se pretende con esta técnica es simular la sensación auditiva en un recinto, que dependerá de la posición del oyente y de las fuentes sonoras, con la finalidad de que el usuario tenga idea de cómo sonaría dicho sitio. La intención se basa en que el usuario experimente una percepción auditiva de un entorno que aún no esté construido, que ya no exista o que esté localizado en un sitio geográficamente distante, con la finalidad de mejorar o corregir defectos acústicos. A grandes rasgos, el término *auralización* equivale a una percepción auditiva, lo que un *render* o perspectiva digital equivale a una percepción visual.

La simulación acústica a partir de auralizaciones ha sido utilizada en numerosos campos de estudio y con diferentes objetivos, por ejemplo: se ha empleado en la psicoacústica[3] para el estudio de la percepción del sonido y sus parámetros subjetivos; así mismo, se ha integrado a sistemas de realidad virtual como los video juegos, permitiendo aumentar la sensación de inmersión; también se ha empleado en simulaciones de conducción de autos, donde es necesario un alto nivel de realismo (Montell, 2010).

Mendel Kleiner, quien introdujo el concepto de auralización en el año de 1990, la define como "el proceso de reproducción audible, por modelado físico o matemático del campo sonoro de una fuente en un espacio, de manera que se simule la experiencia binaural[4] auditiva en una posición dada en el espacio modelado" (Giménez *et al*., 2011). Por otro lado, Carrión (1998), sugiere que es posible realizar una escucha de forma virtual en cualquier punto de un recinto, ya sea para un mensaje oral o musical, a través de altavoces o auriculares. La principal utilidad es hacia el diseño acústico de un recinto, ya que permite analizar la calidad acústica de un proyecto arquitectónico, mediante un programa de simulación especializado.

Por su parte, para el experto en realidad virtual acústica, Michael Vorländer, la auralización es una técnica para crear archivos sonoros a partir de datos numéricos, ya sean simulados, medidos o sintetizados. De tal forma, se puede realizar una escucha de manera virtual en cualquier punto de un recinto utilizando altavoces o auriculares (Alonso *et al*., 2012).

En el proceso de generación de una auralización existen 4 etapas principalmente: (1) Generación del modelo en tercera dimensión; (2) Cálculo de la respuesta impulsiva del recinto; (3) Procesamiento digital de la señal (convolución), y (4) Obtención de la señal auralizada (figura 1) (Montell, 2010).

Figura 1. Esquema del proceso de auralización. Elaboración propia.

Las **etapas** del proceso de auralización son:

1. **Generación del modelo en tercera dimensión.** En esta etapa se construye el modelo del proyecto en tercera dimensión, muchas veces con ayuda de algún programa de dibujo asistido por computadora (AutoCAD® o SketchUp™). Ya finalizada la etapa de modelado, el modelo debe exportarse a algún programa de simulación acústica, donde son asignados materiales y coeficientes de absorción y difusión a cada una de las superficies del modelo.

2. **Cálculo de la respuesta impulsiva del recinto.** En esta etapa primero debe caracterizarse la fuente sonora y ubicar a los receptores en diferentes posiciones dentro del recinto. Después debe realizarse el cálculo de la respuesta acústica del espacio, el cual puede lograrse a partir de diferentes métodos, dependiendo del programa de simulación (Método de Trazado de Rayos, Método de Fuente de Imagen, Método de Partículas, por ejemplo). Con estos métodos se puede obtener la respuesta acústica del espacio arquitectónico a partir de distintos parámetros.

   Conviene señalar que la respuesta impulsiva del espacio dependerá en gran medida del sonido directo, de las primeras reflexiones, de las formas o geometría del recinto, del volumen, de las características de los materiales asignados a cada superficie del espacio a analizar, de la ubicación de la fuente y receptor y/o receptores dentro del espacio.

3. **Procesamiento digital de la señal (convolución).** Esta etapa es fundamental en el proceso de auralización. Consiste en combinar la respuesta impulsiva del recinto con una señal anecoica de cualquier tipo, mediante el uso de un filtro llamado Función de Transferencia Relacionada con la Cabeza (HRTF, por sus siglas en inglés – Head Related Transfer Function), los cuales permiten simular las sensaciones y procesos de percepción binaural que realiza el sistema auditivo humano. Suponen el efecto de las reflexiones sobre la cabeza, el torso y el pabellón auricular, así como el retardo en tiempo del sonido que se da entre ambos oídos, permitiendo con ello la localización de la fuente sonora.

   Con el proceso de convolución se obtiene una señal binaural con dos canales, uno para el oído izquierdo y otro para el derecho. Cada uno de estos canales contiene información audible de la respuesta acústica del recinto estudiado.

4. **Obtención de la señal auralizada.** Esta fase permite la reproducción de la señal de ambos oídos, los cuales pueden ser reproducidos por auriculares o bocinas. La calidad de la auralización dependerá en gran medida del sistema de reproducción empleado.

Podría considerarse la auralización como la primera técnica usada para simular la sensación y percepción auditiva del espacio arquitectónico en términos objetivos, sin embargo, pareciera incompleto percibir el espacio con solamente el sentido de la audición, por lo que la ayuda de la percepción visual es muy útil, ya que cada uno de los sentidos se beneficia de la información procedente del otro. Es por ello que hoy en día se incorporan entornos visuales virtuales a estas representaciones auditivas, dando pie a lo que hoy se conoce como *acústica virtual*.

Acústica virtual

La acústica virtual es la conjunción de una representación sonora digital (auralización) y una representación visual virtual de un espacio simulado y que en conjunto crean un entorno virtual (Segura *et al.*, 2013). Este sistema permite al espectador experimentar una sensación y percepción auditiva y visual de cualquier espacio arquitectónico simulado (figura 2).

Figura 2. Esquema del proceso de auralización integrado a un entorno visual virtual. Elaboración propia.

A continuación se presenta un esquema en planta y secciones de un espacio arquitectónico propuesto para realizar actividades múltiples (figura 3). De este espacio se realizará una variación en las características físicas de los materiales del interior, para así obtener tres ambientes sonoros distintos: reflejante, absorbente y difuso (figuras 4, 5 y 6).

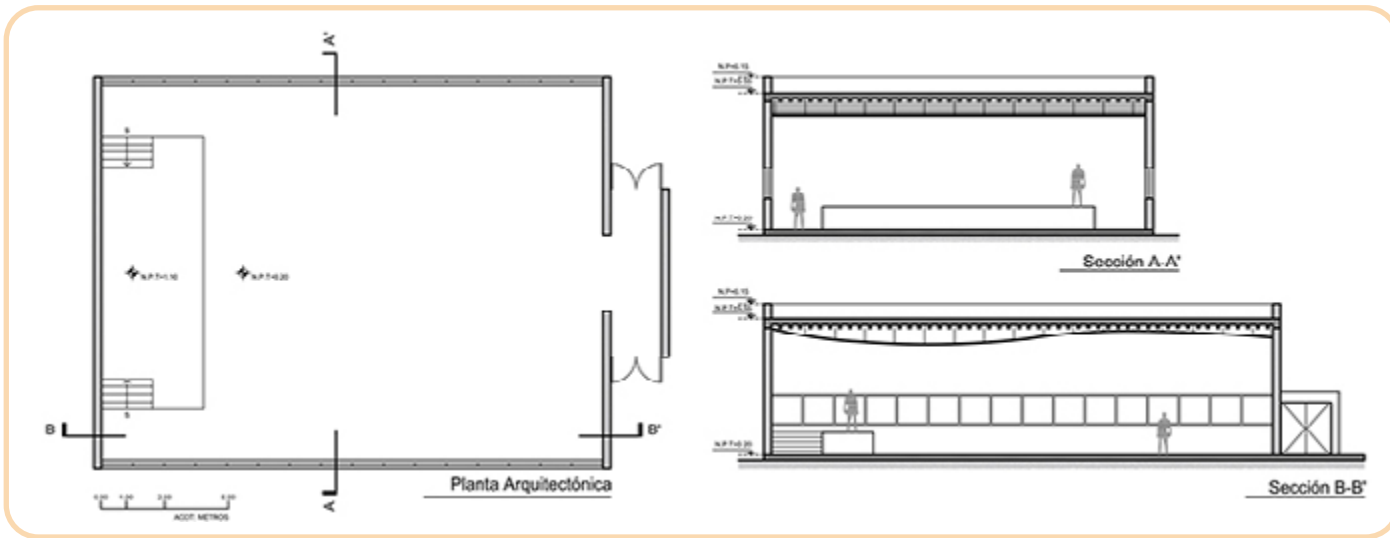


Figura 3. Planta arquitectónica y secciones del espacio propuesto. Elaboración propia.

Las figuras que representan cada ambiente sonoro se acompañan de dos gráficas generadas en el programa especializado CATT-Acoustic, donde se visualizan los tiempos de reverberación del espacio, así como la gráfica que muestra el grado de absorción que los materiales aportan al recinto.

Al pie de cada figura se ha añadido un enlace que contiene el proceso de acústica virtual (auralización + imagen visual). Las auralizaciones se realizaron igualmente en CATT-Acoustic y se emplearon diversas señales anecoicas de fuentes sonoras, tales como campanas, chelo, voz masculina, voz femenina y trompeta.

La figura 4 corresponde a un espacio arquitectónico con características reflejantes en los materiales que lo componen, teniendo así superficies lisas de madera barnizada, tanto en piso, como techo y muros. En la gráfica perteneciente al tiempo de reverberación, puede observarse en el eje X correspondiente a las frecuencias lo siguiente: para bajas frecuencias el tiempo supera en algunos casos 1 segundo (eje Y), mientras que para frecuencias medias se ubica por arriba de los 0.5 segundos, situación estrechamente relacionada con la gráfica del grado de absorción de los materiales, la cual hace evidente que las superficies aportan muy poco grado de absorción, originando que el tiempo de reverberación sea alto.

En la auralización correspondiente a este espacio arquitectónico se puede distinguir la persistencia alargada del sonido una vez que la fuente sonora cesó, incluso, da la idea de que el espacio es grande, amplio, vacío y poco íntimo. Así mismo es notoria la mezcla de sonidos graves y agudos, permaneciendo por más tiempo en el ambiente los primeros, debido a sus características de longitud de onda, generando que el mensaje, con relación a las voces humanas, se perciba confuso y poco claro, condición poco favorecedora donde la claridad de la palabra es fundamental. Si se escucha con atención, podrá apreciarse que algunas consonantes pierden intensidad y son opacadas por las vocales, las cuales, según Avilés y Perera (2017), tienen un mayor nivel sonoro y duración, además de contener dentro de su espectro más frecuencias bajas, por lo que si su sonido se alarga cubrirá gran parte de las consonantes, provocando una pérdida de inteligibilidad.

Según Llinares *et al*. (2008) un alto tiempo de reverberación es idóneo para la ejecución de cierto género musical como el romántico, donde figuran compositores como Wagner, Strauss, Brahms, entre otros, en el cual no es necesario percibir cada detalle de los sonidos, sino el conjunto.

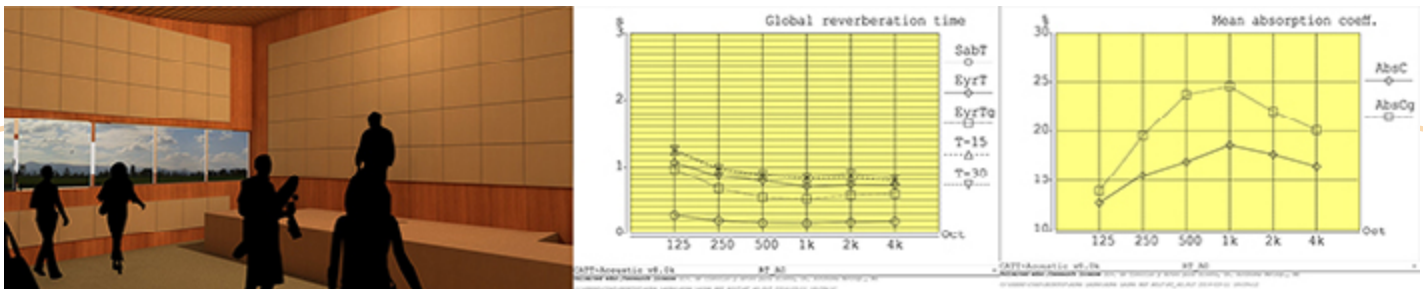


Figura 4. Ambiente sonoro reflejante: (a) imagen fotorrealista, (b) gráfica del tiempo de reverberación y (c) gráfica del grado de absorción. Elaboración propia. Auralización disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=7DsZf-cOxsY>.

TECNOLOGÍA & DISEÑO

AÑO 10 • NÚM. 16 • JUL. - DIC. 2021
pp 31 - 41

En cambio, la figura 5, representa las características físicas de un ambiente sonoro absorbente, donde sólo los muros cuentan con paneles perforados de madera, compuestos en su parte interior con material altamente absorbente, como lana mineral. La gráfica del tiempo de reverberación muestra un decaimiento en frecuencias por debajo de los 0.5 segundos, situación que se debe al alto grado de absorción que aportan los materiales al recinto, facilitando la pérdida de energía sonora y, por ende, su persistencia en tiempo una vez que la fuente sonora cesó. La auralización correspondiente a este ambiente sonoro y a las voces humanas hace notar con mayor claridad el sonido de cada una de las letras que componen las palabras, identificando claramente entre consonantes y vocales. Si se compara con el ambiente reflejante se apreciará que el sonido de la letra "s" es más corto al final de la frase en este ambiente. Adicionalmente, el espacio se percibe pequeño e íntimo, condición que resulta favorecedora para espacios donde el mensaje oral es esencial, como un salón de clases, por ejemplo.

Sin embargo, la ejecución de los instrumentos musicales se siente apagada, seca, sin presencia, haciendo evidente que un ambiente demasiado absorbente donde se ejecuta música no es en lo absoluto adecuado. En este sentido, es importante señalar que dependiendo del tipo de música a interpretar, dependerán los requerimientos acústicos del recinto.

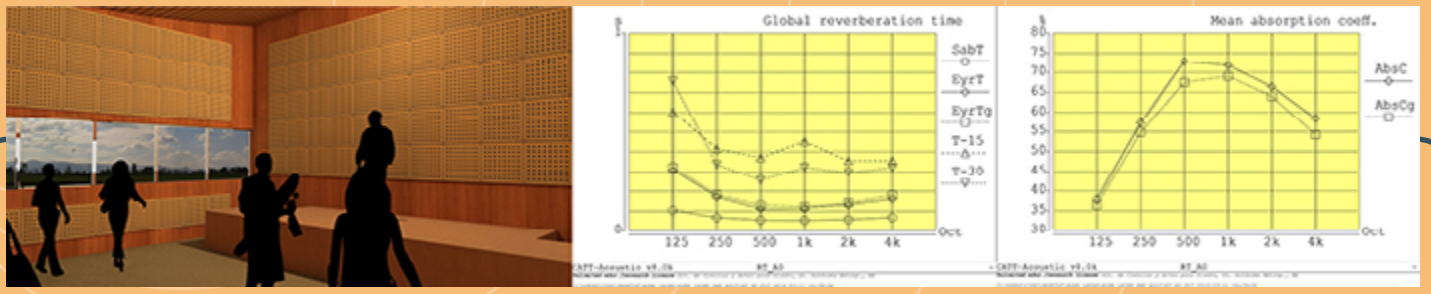


Figura 5. Ambiente sonoro absorbente: (a) imagen fotorrealista, (b) gráfica del tiempo de reverberación y (c) gráfica del grado de absorción. Elaboración propia. Auralización disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=VuF2qSauquU>

Finalmente, se tiene el ejemplo de un espacio sonoro difuso (figura 6) con aplicaciones de difusores de madera sólo en muros laterales. Puede observarse que la gráfica del tiempo de reverberación se mantiene muy cercana a la del espacio absorbente, circunstancia que genera precisamente el empleo de difusión sonora en los recintos y la regulación del tiempo de reverberación, ya que sus materiales aportan absorción al decaimiento de la señal.

Es importante resaltar que la difusión permite apreciar la señal sonora como envolvente, es decir, que el sonido pareciera venir de todas partes, además, también ayuda a la eliminación de posibles defectos acústicos, como ecos, resonancias, entre otros, generados dentro del recinto.

Las voces humanas en la auralización, acorde a este ambiente sonoro difuso, se perciben un poco más claras, a diferencia del ambiente reflejante, sin embargo, con la aplicación de un poco de materiales absorbentes habría mayor inteligibilidad de la palabra, ya que algunas consonantes se pierden o confunden. Avilés y Perera (2017) recomiendan no emplear difusión sonora en recintos donde la claridad de la palabra es primordial, a menos que se trate de un espacio pequeño como una sala de grabación o ensayo, donde los defectos acústicos podrían ocasionar distorsión del sonido.

Sin embargo, para espacios donde se ejecuta música el empleo de difusión sonora es deseable. En la auralización puede percibirse la mezcla de las notas musicales y la sensación de envolvimiento.

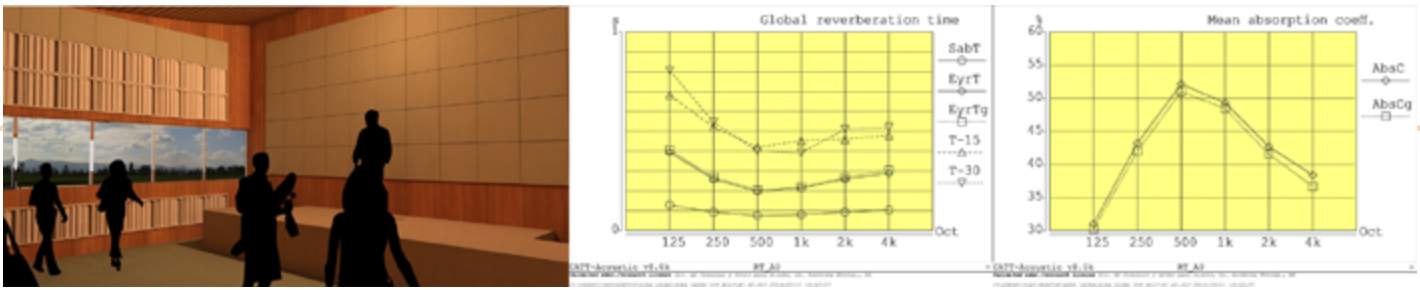


Figura 6. Ambiente sonoro difuso: (a) imagen fotorrealista, (b) gráfica del tiempo de reverberación y (c) gráfica del grado de absorción. Elaboración propia. Auralización disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=a39pvuf4dn8>.

A partir de ejercicios de acústica virtual, como los mostrados anteriormente, se resalta la importancia de simular y analizar acústicamente los espacios arquitectónicos previos a su construcción, ya que esto puede ayudar a la toma de decisiones de los materiales empleados en las superficies, dimensiones y geometría del espacio, de acuerdo con las actividades que se puedan desempeñar dentro del recinto, ya que esto interviene en la percepción de los usuarios y en la calidad acústica del espacio.

Conclusiones

Las cualidades auditivas, hápticas e incluso olfativas propias de cada espacio arquitectónico, proporcionan una experiencia multisensorial al usuario y no solamente interviene el sentido de la vista como lo señalan algunos autores, por lo que es prácticamente imposible "vivir" un espacio sólo a través de este sentido.

En este trabajo se resaltó la importancia de la percepción auditiva en el espacio arquitectónico, mediante ejemplos de acústica virtual en donde ambos sentidos –visual y auditivo– interactúan en una imagen sonora, debiendo ser considerados en el diseño de espacios arquitectónicos, pues queda claro que el sentido de la audición tiene muchas ventajas y potencial, con él podemos ser capaces de detectar, identificar o localizar una fuente sonora, también podemos dimensionar el tamaño de un espacio, entre otras características importantes.

El campo de la simulación acústica en los recintos cuenta actualmente con sistemas que tienen como objetivo aportar información de cómo el usuario percibirá auditivamente un espacio arquitectónico cualquiera, conformándose como una herramienta muy útil para los arquitectos y acústicos en el proceso de diseño. Esto es posible a partir del empleo de una señal virtual audible, a la cual se le ha añadido la posibilidad de incorporar aspectos visuales.

Esta tecnología permite que personas que no tengan mucha claridad acerca de la ciencia de la acústica arquitectónica, puedan "visualizar" auditivamente el espacio sonoro creado antes de que se construya o incluso percibir espacios históricos que ya no existen.

TECNOLOGÍA & DISEÑO
AÑO 10 • NÚM. 16 • JUL. - DIC. 2021
pp 31 - 41

Notas

1 Señal grabada en una cámara anecoica (espacio muy absorbente, libre de reflexiones) y que registra sólo el sonido directo que proviene de la fuente sonora, sin interferencia de reflexiones (Tommasini, 2012).

2 Parámetro clave en la definición de la calidad acústica de un recinto. Está definido como el tiempo que perdura en sonido dentro de un espacio, una vez que el impulso sonoro ha cesado (J.Llinares et al. 2008).

3 Es una rama de la psicofísica y estudia la interconexión entre las propiedades físicas del sonido y la respuesta de carácter psicológico que el ser humano interpreta del sonido (Rodríguez, 2005).

4 Percepción auditiva de las señales provenientes del oído izquierdo y del oído derecho (ArAc- Multibook of Architectural Acoustics, s/f).

Referencias

Addis, B. (2009). "A Brief History of Design Methods for Building Acoustics", en *Proceedings of the Third International Congress on Construction History*.

Aldrete-Haas, J. A. (2007). *Arquitectura y Percepción*. México: Universidad Iberoamericana.

Alonso, G. *et al.* (2012). "Síntesis de Respuesta Impulsiva de Recintos a través del Método de Trazado de Rayos", en *Cátedra Fundamentos de Acústica y Electroacústica*. Argentina: Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, pp. 1-6.

ArAc (s/f). *Multibook of Architectural Acoustics*. Disponible en <https://arac-multibook.com/>.

Avilés, R. y R. Perera (2017). *Manual de acústica ambiental y arquitectónica*. 1 España: Paraninfo.

Bartley, S. H. (1985). P*rincipios de Percepción*. 7ª reimpresión. México: Editorial Trillas.

Basso, G. (2018). *Percepción Auditiva*. Argentina: Universidad Nacional de Quilmes.

Blesser, B. y L. R. Salter (2007). S*paces Speak, Are You Listening?* EUA: MIT Press.

Carrión, A. (1998). *Diseño de espacios arquitectónicos*. España: Ediciones UPC.

D´Alencon, R. (2008). "Espacio Acústico", en *Cuadernos de la Técnica ARQ 2*. Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, pp. 1-16.

Giménez, A. *et al.* (2011). "Revisión de la Acústica de Salas: desde las medidas objetivas a la virtualización y evaluación subjetiva", en *International Seminar on Virtual Acoustics (ISVA)*.

Heimes, A. et al. (2019). "A real-time virtual reality building acoustic auralization framework for psychoacoustic experiments with contextual and interactive features", en *Proceedings of the 23rd International Congress on Acoustics (ICA 2019)*.

Hernández, A. (2012). *Procesos psicológicos básicos*. México: Red Tercer Milenio.

Kane, B. (2016). *Sound Unseen. Acousmatic Sound in Theory and Practice*. EUA: Oxford University Press.

Llinares, J. *et al.* (2008). *Acústica Arquitectónica y Urbanística*. México: Limusa.

Montell, R. (2010). *Sistemas de realidad virtual para el estudio del campo acústico de edificios del patrimonio artístico-cultural*. Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.

Muhammad, I. *et al.* (2019). "Real-time building acoustics noise auralization and evaluation of human cognitive performance in virtual reality", en *Conference: DAGA 2019*.

Rodríguez, A. (2005) "Conceptos Básicos de la Psicoacústica", en *Seminario de Audio*. Instituto de Ingeniería Eléctrica IIE. Montevideo, Uruguay: Facultad de Ingeniería / UDELAR.

Segura, J. et al. (2013). "Acústica Virtual: una herramienta para la evaluación del patrimonio histórico-arquitectónico", en *Revista sobre teatro áureo* (pp. 445-456), 2013(7).

_____(2018). "Más allá de la Realidad Virtual. Reconstrucción Acústica Virtual de antiguos teatros del Siglo de Oro. Hacia una vivencia virtual del teatro en los albores de la ultra-realidad", en *Diablotexto Digital* (pp. 87-110), (3).

Tommasini, F. (2012). *Sistema de simulación acústica virtual en tiempo real*. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Argentina.

Vargas, L. (1994). "Sobre el concepto de percepción", en *Alteridades,* 4(8). México: UAM-I, pp. 47-53

Imagen: Cintya Reyes

Artículo de investigación externo-interno
Universidad Nacional Autónoma de México
Universidad Autónoma Metropolitana

Recibido: 23/03/21
Aceptado: 31/05/21
Publicado: 30/12/21

Uso de *Luffa cylindrica* para aplicaciones en el diseño a base de fibras naturales

Luffa cylindrica for design application in design based on natural fibers

David Molina Mora* Licenciado en Biología por la Universidad Autónoma Metropolitana campus Xochimilco desde 2009. En 2016 se gradúa de la Universidad del Valle de México campus Tlalpan con mención honorífica de la licenciatura de Diseño Industrial. En 2019 ingresa al Posgrado de Diseño Industrial y en 2020 obtiene el segundo lugar a nivel Posgrado del Premio BLIS "Buscando líderes en Innovación y sustentabilidad" con el proyecto de investigación de "Biodiseño de *Luffa Cylindrica* para aplicaciones en el diseño".

Erick Iroel Heredia Carrillo** Licenciado en diseño industrial por la Universidad Nacional Autónoma de México desde el 2010 recibiendo el Diploma al Mérito. En el 2013 obtiene el grado de Maestro en Diseño Industrial por la misma institución y actualmente cursa el doctorado en Arquitectura investigando sobre la Preservación del Patrimonio Natural. Su trabajo de diseño ha sido expuesto en certámenes nacionales como el Premio Nacional de la Plata "Hugo Salinas Prize" y la Bienal de Cerámica Utilitaria e internacionales como el Global Grad Show en Dubái. Se desempeña como profesor de licenciatura en la Universidad Iberoamericana, y en el Posgrado en Diseño Industrial de la UNAM y en la Maestría en Creatividad para el Diseño de la Escuela de Diseño del Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura. Actualmente está a cargo de UNAM Fablab, que es parte de los laboratorios de fabricación y conocimiento distribuido certificados por el MIT donde participa en investigaciones utilizando las herramientas de manufactura digital, realidad virtual y visualización científica. Es miembro de la Comisión de Educación y Comunicación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, así como de la Sociedad Brasileña de Computación.

Claudia Garduño García*** Es doctora en diseño por Aalto University (Finlandia). Actualmente, se desempeña como profesora de tiempo completo en el Posgrado en Diseño Industrial de la UNAM y como directora de investigación en DYA Design Your Action, A.C. Su investigación se enfoca en el desarrollo, la implementación y la observación de métodos colaborativos de diseño aplicados en contextos de alta marginación y/o vulnerabilidad, con el fin de generar comunidades más justas y sostenibles. Es la fundadora y coordinadora del proyecto "Action LAB México (ALM)" y también pertenece a los equipos fundadores de "SUSLA.app", "Diseño Activista" y el "Taller Interuniversitario de Diseño (TIUD)".

María del Carmen Monroy Dosta**** Profesora Investigadora Titular "C" Tiempo completo. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. División Ciencias Biológicas y de la Salud. Departamento el Hombre y su Ambiente. Coordinadora de la Licenciatura en Biología. Miembro de la Comisión Académica de la Maestría en Ecología Aplicada. Área de investigación: Estrategias Biológicas para el aprovechamiento de los Recursos Naturales Acuáticos. Ha recibido distinciones como Miembro del Sistema Nacional de Investigadores: Nivel 2 (2016-2020), Reconocimiento al Perfil Deseable. SEP- PROMEP (2017-2020). Proyectos de investigación vigentes: Selección y aplicación de alimentos funcionales (prebióticos, probióticos y simbióticos), para mejorar la sobrevivencia, crecimiento, reproducción y respuesta inmune de organismos acuáticos." UAM-X (responsable), Unidad de Monitoreo Sanitario del Sistema Producto Pez Ornamental de la Ciudad de México, El efecto de la composición nutricional del alimento, luz, temperatura y la salinidad sobre la supervivencia, crecimiento y reproducción de los organismos planctónicos utilizados como alimento vivo en la acuicultura". UAM-X (participante), Biofloc como una alternativa para el cultivo de organismos acuáticos de agua dulce y marina (participante). Ha publicado más de 30 artículos de investigación en revistas internacionales indexadas, 3 capítulos de libro, 10 artículos de divulgación. Presentaciones en eventos especializados, cursos y talleres a productores acuícolas.

Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de Posgrados s/n, Edificio J, 006. P.B.
Ciudad Universitaria, Coyoacán, Ciudad de México, C.P.04510
Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Xochimilco, Calzada del hueso 1100,
Colonia Villa Quietud, Alcaldía Coyoacán C.P. 04960. Ciudad de México.
* di.davidmolina@gmail.com *** claudiagarduno@posgrado.unam.mx
** iroel.unam@gmail.com **** monroydosta@hotmail.com

Resumen

El aumento del consumo de materiales para satisfacer las necesidades humanas y el uso intensivo de materiales derivados del petróleo originan la búsqueda de nuevas aplicaciones de materiales orgánicos, así como procesos de manufactura acordes a nuevas corrientes de pensamiento en la disciplina del Diseño en pro de la sustentabilidad. El objetivo de este estudio es evaluar el uso de la fibra de *Luffa cylindrica* en un proceso de biofabricación digital para conocer sus posibles aplicaciones en el biodiseño como un material biológico, con una forma diseñada digitalmente. Se cultivaron ejemplares de *L. cylindrica* en un intervalo de temperatura de 6 a 28 °C, en un ciclo de cultivo de 18 meses, se realizó fertilización semanal con formulación de N-P-K de 15-10-10. Los frutos de mayor tamaño fueron insertados en moldes, cuya geometría partió de la construcción de un cilindro de 5 cm de diámetro y 20 de longitud, se construyeron modelos tridimensionales con un espesor de 1.75 mm y fueron impresos en PLA mediante el uso de impresión 3D. Un total de 11 frutos lograron tomar la forma de los distintos moldes diseñados. El molde al que mejor se logró adaptar la fibra fue al molde 1, mientras que el que obtuvo menor adaptación de la forma por las plantas fue el molde número 4. La inserción y uso adecuado del conocimiento de la biología en la praxis del diseño pudiesen cambiar la concepción de la producción industrial hacia un camino ecológicamente amigable.

Palabras clave: Biodiseño, *Luffa*, biofabricación, impresión 3D, sustentabilidad.

Abstract

The augment in the consumption of petroleum derived materials that are destined to satisfy human needs, has originated a search for new applications for organic materials and manufacture processes that suit new currents of thought in Design discipline in the name of sustainability. The objective of this study was to evaluate the use of the fibber of *Luffa cylindrica* in a process of digital Biofabrication in order to seek for the possible applications of this material in biodesign as a biological material with a digital designed shape. Specimens of *L. cylindrica* were grown in a temperature range from 6°C to 28°C, an 18 months culture cycle was made and plants were fertilized every week with a N-P-K formulation of 15-10-10. The largest fruits were selected to be inserted in 3D printed molds. The exploration of the geometry of the molds began with the primitive shape of a cylinder with a diameter of 5 cm and 20 cm long, and the molds were 3D printed with wall thickness of 1.75mm using PLA. A total of 11 fruits copied the shape of the designed molds. The mold that adapts better to the fiber growth was the mold 1, while mold 4 presented no adaptation of the fruit and fibber growth. The insertion and the adequate use of knowledge from Biology in the Design praxis could change the conception of industrial production to a more ecological friendly way.

Key words: Biodesign, *Luffa*, Biofabrication, 3D print, Sustainability.

Introducción

En las últimas décadas los plásticos derivados del petróleo se han convertido en los materiales más usados para generar productos de fabricación industrial. Nieto y Montoto (2017), señalan que en el mundo se consumen anualmente 320 millones de toneladas métricas de plástico, de las cuales se estima que 2.41 millones terminan en los mares, donde son expuestas a condiciones biológicas, químicas y físicas que los deterioran y fragmentan, generando impactos ambientales alarmantes en la biodiversidad acuática por alteración de la calidad del agua y su composición favorece la acumulación de substancias tóxicas como pesticidas y policlorobifenilos (Wu, 2017). Por lo antes mencionado, la selección de materiales naturales para ser integrados en el diseño ha logrado llamar la atención en los últimos años. De tal manera que surge una nueva disciplina, el Biodiseño, definida por Myers (2012) como: "la integración del diseño con sistemas biológicos, usualmente para lograr un mejor desempeño ecológico. En contraste con la biomímesis o el diseño inspirado en la naturaleza, el biodiseño incorpora organismos vivos al diseño como bloques de construcción, fuentes de material, generadores de energía [...] es oportunista y lógico en el reconocimiento del tremendo poder y potencial utilitario de los organismos".

A nivel mundial se han explorado diversos materiales biodegradables de origen natural, algunos con características atractivas para su aplicación en el diseño industrial, pero, a diferencia de las fibras sintéticas, no han sido ampliamente estudiados, tal es el caso de la fibra proveniente del fruto de la planta *Luffa cylindrica*, cuya estructura es similar a materiales espumados y cuenta con capacidades físicas y mecánicas atractivas para la industria; sin embargo, no se conoce un proceso para moldear su geometría sin la adición de agentes cementantes (López, 2017), por tal motivo, esta investigación pretende brindar desde el biodiseño una alternativa sustentable para algunas aplicaciones de materiales sintéticos en el diseño de producto, mediante un proceso de transformación de la fibra de *L. cylindrica* que permita utilizarla en la industria como alternativa a materiales sintéticos espumados tomando inicialmente como inspiración las sandías *Citrullus lanatus* cuadradas y las esculturas modeladas del fruto de *L. ciceraria* (figura 1).

Figura 1. Sandías cuadradas y esculturas del fruto de *L. ciceraria.*

Material y métodos

Obtención de semillas de *L. cylindrica*

El germoplasma utilizado se obtuvo a través de la adquisición de frutos de *L. cylindrica*, en un mercado local. De las pepónides se obtuvieron las semillas con una longitud promedio de 13 mm, las cuales fueron tratadas con una solución de hipoclorito de sodio al 3% durante ocho minutos, posteriormente fueron enjuagadas con agua libre de cloro y se mantuvieron 8 horas más en agua.

Cultivo de *L. cylindrica*

Las semillas fueron sembradas en charolas germinadoras de poliestireno con 36 cavidades utilizando como sustrato turba y tierra en partes iguales. La charola se colocó bajo una luz LED de 6 500 k con un fotoperiodo de 18 horas, la germinación se presentó a los 9 días, y a los 22 fueron trasplantadas en macetas de seis galones expuestas a luz solar en exterior. Se seleccionaron seis ejemplares con mayor desarrollo y fueron colocados en un jardín en la zona sur de la Ciudad de México, Alcaldía Xochimilco, con un rango de temperatura anual mínima de 6 y máxima de 28 °C. Se construyó una estructura de madera y arcos de PVC hidráulico de ¾" para soportar el desarrollo de las plantas (figura 2).

El ciclo de cultivo inició en mayo de 2019 y se realizó fertilización semanal con formulación de N-P-K de 15-10-10 y terminó en noviembre de 2020.

Los parámetros evaluados fueron la longitud total de los frutos, el diámetro mayor y menor.

Figura 2. Estructura de soporte para el cultivo de *L. cylindrica*.

Diseño de moldes mediante el *software* de modelado 3D Rhinoceros 6

Para el diseño de moldes se utilizó el *software* de modelado 3D Rhinoceros 6. Para la configuración inicial de los moldes se utilizó la longitud mayor registrada, y el promedio del diámetro de los frutos producidos por las plantas del experimento. La exploración de la geometría de los moldes partió de la construcción de un cilindro de 5 cm de diámetro y 20 cm de longitud, se construyeron modelos tridimensionales con un espesor de 1.75 mm. Los moldes fueron diseñados en dos mitades en el eje vertical, se diseñó una pestaña paralela al eje vertical, la cual permite la unión de ambas mitades con ayuda de tornillos y tuercas, finalmente, cada mitad fue exportada en formato stl. Los moldes fueron impresos en un filamento de PLA mediante el uso de impresoras 3D con tecnología FDM.

AÑO 10 • NÚM. 16 • JUL. - DIC. 2021
pp 43 - 53

Implementación de los moldes en los frutos de *Luffa*

Se eligió una altura de capa de .4 mm en la impresión 3D de los moldes debido a que mantiene un equilibrio entre la velocidad de impresión y la adhesión de las capas. Para la implementación de los moldes en los frutos de *L. cylindrica* fueron seleccionados aquellos con dos semanas de desarrollo, y de este modo se aseguró que los frutos provenían de flores polinizadas, debido a que sólo los frutos polinizados continúan su desarrollo y maduración al llegar a este periodo de tiempo, permitiendo llenar el interior del molde. Los frutos fueron colocados dentro de los moldes y éstos anclados a la estructura construida para sostener la planta hasta la maduración del fruto, en promedio de 140 días.

Al madurar los frutos y tomar una coloración amarilla fueron retirados de la planta y extraídos de los moldes, la corteza y semillas fueron retiradas y los frutos secados a la sombra durante quince días. Finalmente, con la fibra obtenida de los frutos se registró la longitud, diámetros máximos y si adquirieron la forma del interior del molde (figura 3).

Figura 3. Molde impreso, fruto con corteza y fibra de *L. cylindrica*.

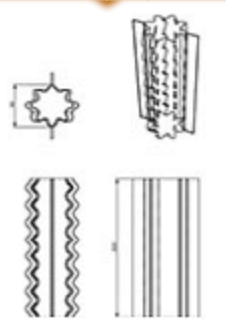
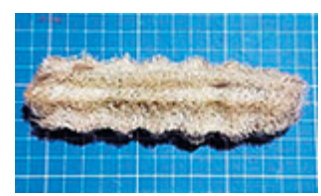
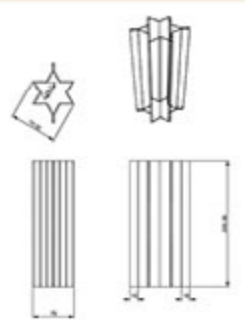
Análisis de resultados

Para el estudio del ciclo de cultivo se dividió en dos periodos, el primer ciclo fue durante el verano-otoño de 2019 y se obtuvieron 7 frutos con una longitud promedio de 165 mm y un diámetro mayor promedio de 51.14 mm, así como un peso promedio de 6.57 g (tabla 1), también se registraron los frutos que copiaron la geometría interior del molde como se aprecia en la tabla 2.

Tabla 1. Fibra obtenida en el primer ciclo de cultivo

Peso gr	Longitud cm	Diámetro mm		Molde	Adoptó la forma
		Máximo	Mínimo		
5	14.5	43	30	11	Sí
9	16	51	30	12	Sí
16	23	48	28	12	Sí
5	18	58	20	13	No
4	17	60	31	13	No
2	13	51	25	1	No
3	14	47	32	0	NA

Tabla 2. Frutos que adquirieron la forma del molde en el primer ciclo de cultivo

Molde	Fruto
	
	

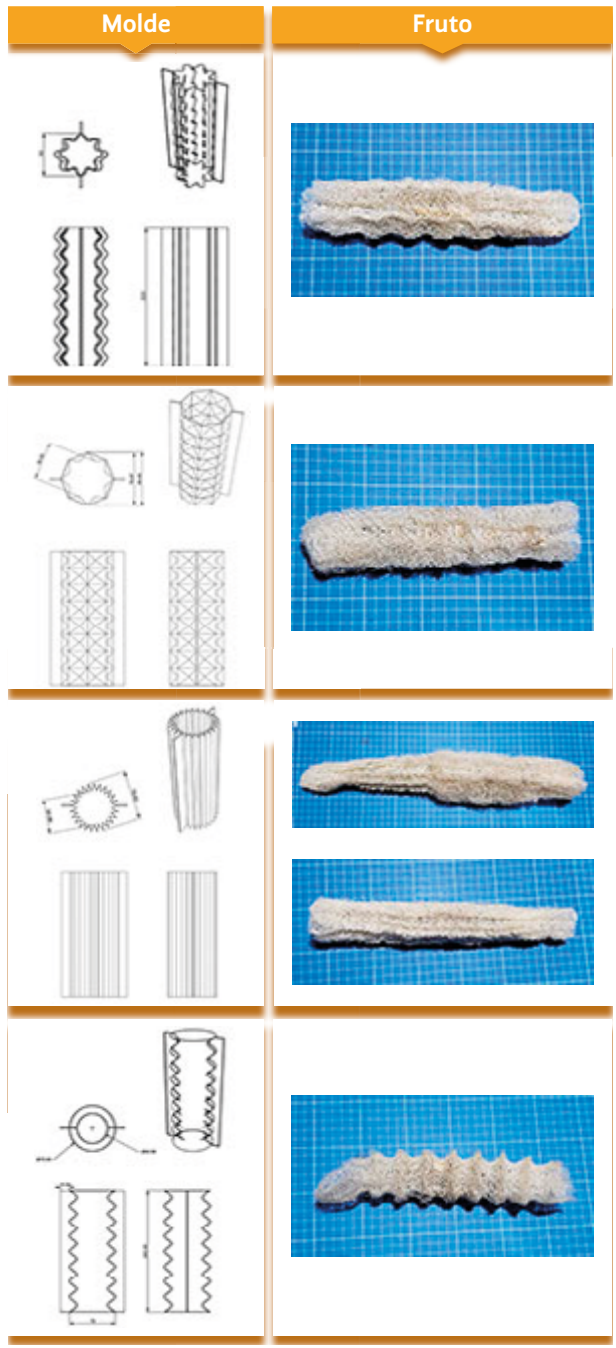
El segundo ciclo de cultivo se realizó durante el verano-otoño de 2020, y se obtuvo un total de 24 frutos con una longitud promedio de 316 mm y un diámetro mayor promedio de 66.6 mm, así como un peso promedio de 20.16 g (tabla 3), también se registraron los frutos que copiaron la geometría interior del molde como se aprecia en la tabla 3.

Tabla 3. Fibra obtenida en el segundo ciclo de cultivo

Peso gr	Longitud cm	Diámetro mm		Molde	Adoptó la forma
		Máximo	Mínimo		
20	24	54	44	11	Sí
18	22	54	44	9	Sí
20	28.5	47	35	6	Sí
21	33	57	34	6	Sí
29	42	68	35	6	Sí
16	25	55	38	1	Sí
19	24	65	35	10	Sí
18	18	45	40	2	No
18	25	64	44	8	No
10	33.5	70	40	8	No
16	25	66	46	8	No
14	30	69	45	5	No
18	28	64	42	5	No
17	43	63	25	7	No
18	40	60	32	7	No
61	63.5	114	56	9	Sí
63	62	140	80	5	No
15	30.5	64	38	3	No
16	24	62	52	3	No
11	23	62	44	4	No
12	29	63	41	4	No
14	29	62	33	4	No
10	29.5	70	39	4	No
10	27	57	37	5	No

Respecto a la implementación de los moldes se observó que la duración de los moldes de PLA es de un ciclo, y al final de éste se vuelven quebradizos. Para el primer ciclo de cultivo se registraron 3 frutos que adquirieron la forma del interior del molde (tabla 2). Para el segundo ciclo de cultivo se registraron 8 frutos que adquirieron la forma del interior del molde, (tabla 3), la forma de los frutos y moldes se puede apreciar en la tabla 4.

Tabla 4. Frutos que adquirieron la forma del molde en el segundo ciclo de cultivo



Discusión

Los resultados obtenidos en este artículo indican que es posible biodiseñar la fibra obtenida de los frutos de *L. cylindrica*. En relación con el diseño de la forma de la fibra es posible aprovechar su estructura natural y darle nuevas aplicaciones maximizando su potencial como material alternativo; por ejemplo, para envases y embalajes (Mazali and Alves, 2005, Shen, 2014).

Respecto a la memoria de forma, López (2017), la identificó como un obstáculo en el desarrollo de aplicaciones para la industria, y la considera como una limitación en aplicaciones del material debido a que al exponerse al agua regresa a su forma original, esto se puede superar modelando el crecimiento de la fibra para recuperar la forma y aprovecharlo para el diseño de objetos con respuesta al agua o materiales inteligentes sujetos a grandes deformaciones (Shen *et al.*, 2014). Por otra parte, de acuerdo con Shen (2012) la columna de la fibra seca de *L. cylindrica* puede tener densidades de 25-65 kg/m³. Dependiendo de su aplicación es posible que sea necesario alcanzar una densidad deseada, una solución a esto es cortar las fibras de mayor densidad y otra es comprimir la fibra. Sin embargo, al forzar el material a obtener una forma se generan grandes vacíos irregulares en la fibra (Wang *et al.*, 2015).

Con respecto a la resistencia al agua y a la colonización por hongos que pudiese ocurrir al contacto con el agua, debe señalarse que la fibra de *L. cylindrica* cuenta con una gran resistencia a la formación de mohos, y algunas investigaciones previas indican que tiene una gran ventaja sobre las fibras comerciales (Sulaiman, 2001).

El biodiseño de este material requiere el entendimiento de las necesidades biológicas del organismo que lo produce, así como de proveer a esta planta las condiciones adecuadas para su desarrollo. Por otra parte, la creación de moldes mediante la manufactura digital es necesaria para formar barreras tridimensionales que condicionen el crecimiento del fruto de acuerdo con formas predefinidas (Zhou *et al.*, 2020). Además, la impresión 3D permite democratizar las pequeñas producciones, y en conjunto con el biodiseño romper las limitaciones de recursos técnico-productivos y de herramientas con la creatividad y él diseño computacional (Melkozernov y Sorensen, 2020).

La investigación del uso de moldes para modificar la forma de frutos anteriormente ha sido limitada a patentes; sin embargo, en la investigación existe el antecedente de Zhou (2020), quien utilizó modelos impresos en 3D combinados con termoformado para crear moldes con el objetivo de realizar biodiseño de objetos mediante la manufactura digital de raíces proporcionando un molde como barrera de contención para dirigir la forma en que crecen las raíces de *Avena sativa,* adicionalmente incluyó en el interior del molde esferas impresas en 3D para reforzar el interior de la estructura de dicho objeto biofabricado con raíces, utilizándolas como agente estructural.

En la implementación de moldes para modificar la geometría de la fibra se puede observar que aquellos moldes cuyo interior presenta superficies planas limitan la expansión del fruto hacia el interior del molde, presentando mejor adaptación a formas orgánicas y radiales (ver tabla 4).

De acuerdo con Finch y Zhang (2006), existe en China desde el 2000 BC la práctica de modificar la forma del fruto de la planta *Langenaria siceraria*, inicialmente esto fue posible mediante el uso de moldes tallados en madera o hechos de cerámica y en la actualidad se puede realizar mediante el uso de moldes hechos de yeso, los cuales son destruidos al desmoldar los frutos, además reporta que los frutos de *L. siceraria* pueden ejercer una presión de hasta 400 libras en el interior de los moldes. Si bien *L. siceraria* y *L. cylindrica* pertenecen a la familia de las cucurbitáceas es necesario realizar más estudios para conocer las posibles similitudes respecto a la presión ejercida en el desarrollo del fruto de *L. cylindrica* en el interior del molde.

Respecto al uso de PLA como material para la fabricación de los moldes, Garlotta (2002) reporta que este termoplástico, al pertenecer a la familia de los poliésteres alifáticos es considerado biodegradable y compostable, con tiempo de degradación en el ambiente de seis meses a dos años comparado con quinientos a mil años para plásticos convencionales como poliestireno o polietileno y puede ser fabricado con recursos renovables para su uso en el campo del empaque industrial.

Estas características apuntan a que el uso de este material para la elaboración de piezas de un solo uso es congruente con el objetivo de realizar investigación de este material biodegradable. Por otra parte, Finch y Zhang (2006), reportan que en los moldes usados para modelar el fruto de *L. ciceraria* pueden ser hechos de yeso, cerámica o madera, siendo este último el único que puede ser usado en más de una ciclo de cultivo. El yeso genera grandes cantidades de CO_2 en su producción, de acuerdo con Fořt y Černý (2018) en la producción de yeso se generan 140.7 kg CO_2/t en comparación con el PLA utilizado para los moldes, el cual proviene de plantas que en su producción consumen 1.833 kg CO_2/kg y tomando en cuenta el carbono de la molécula del PLA se estima que tiene un potencial de calentamiento global (GWP) de 501 kg CO_2 eq/ton PLA (Morão, 2019).

Respecto a los beneficios de utilizar esta fibra, se pueden mencionar, de acuerdo con Toensmeier (2020), los cultivos de plantas perenes que consiguen secuestrar .43 toneladas de carbono por hectárea anualmente, sin embargo, Egbuche (2011) dice que un cultivo con un crecimiento vigoroso consume diariamente 150 kg/ha de carbono, lo cual se traduce en 57.750 toneladas por hectárea anuales. Se requieren estudios que caractericen la cantidad de carbono que puede fijar el cultivo de esta planta.

Finalmente, incrementar la producción de *L. cylindrica* mediante la diversificación de sus aplicaciones puede generar servicios ambientales por su asociación con comunidades de insectos polinizadores, de acuerdo con Mensah y Kudom (2010) esta planta crea asociaciones con la abeja *Apis mellifera*, también Bhattacharyya *et al*., (2014) indican que las plantas de *Luffa* son una fuente importante de néctar y polen para las abejas. Con respecto a la parte social el cultivo puede generar una fuente de trabajo para personas dedicadas a la producción agrícola, de acuerdo con Azeez y Adewumi (2013) el fruto contiene grupos de compuestos como fenoles, flavonoides, ácido oleico, ácido ascórbico, a-tocoferol, carotenoides y en su etapa inmadura es comestible y puede tener potencial en la industria médica por contener componentes con efectos contra reacciones de hipersensibilidad y propiedades antiinflamatorias.

Conclusión

La biomanufactura digital de moldes abre oportunidades al biodiseño, al permitir determinar la geometría de frutos de fibra de *L. cylindrica* y así proveer alternativas al uso de materiales sintéticos como espumas plásticas como la espuma cónica utilizada en el aislamiento acústico y la espuma perfilada empleada en el empaque de productos frágiles. Los cambios en la morfología de la fibra generados desde el diseño parametrizado pueden permitir utilizarlo en aplicaciones donde se requieren formas tridimensionales, que anteriormente eran logradas mediante la inyección de espumas en moldes, lo cual no es posible actualmente con su geometría naturalmente cilíndrica y parcialmente plana al ser laminada, la cual tiene la tendencia a retornar a su forma en presencia de humedad, además, el uso de modelos paramétricos pudiese permitir hacer modificaciones en el diseño del molde para ajustar la geometría de la fibra a modificaciones en productos. La fibra de los frutos de esta planta tiene características que la hacen adecuada para diversas aplicaciones como ser utilizado en condiciones secas, de humedad, resistencia a la proliferación de hongos, a diferencia de sus alternativas sintéticas es biodegradable y su producción puede realizarse de manera local, permitiendo integrar a la sociedad en el desarrollo de nuevos productos con alternativas al uso de materiales derivados del petróleo, facilitando su posible adopción en nuevas aplicaciones en del diseño industrial.

Referencias

Al-sulaiman, F. (2002). "Evaluation of the performance of local fibers in evaporative cooling", en *Energy Conversion and Management*, 43(16), 2267–2273. Disponible en <https://doi.org/10.1016/S0196-8904(01)00121-2>.

Amazon (2020). Ilustración Sandía cuadrada, [figura1]. Disponible en <https://www.amazon.com.mx/Large-Watermelon-Mold-Square-Shape/dp/B00S8UCLFG>.

Azeez, M., Olugbenga y A. Adewumi (2013). Traditional And Medicinal Uses Of Luffa cylindrica: A Review. Journal of Medicinal Plants Studies 2320-3862. 1. 102-111. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/260072169_Traditional_And_Medicinal_Uses_Of_Luffa_cylindrica_A_Review>.

Bhattacharyya, M., C. West, , H. Kumar y Susanta K. Chakraborty (2014). *Luffa cylindrica as a host plant for pollinator bees-a study based in West Midnapore*. West Bengal, India. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/326151833_Luffa_cylindrica_as_a_host_plant_for_pollinator_bees-a_study_based_in_West_Midnapore_West_Bengal_India>.

Egbuche, Christian (2018). "Carbon sequestration: how much can forestry sequester CO2?", en *Forestry Research and Engineering: International Journal*. 2. 10.15406/freij.2018.02.00040. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/327471254_Carbon_sequestration_how_much_can_forestry_sequester_CO2>.

Finch, B., y G. Zhang (2006). *The inmortal molded gourds of Mr. Zhang Cairi (Widess J.)*. The Caning Shop.

Fořt, J. y R. Černý (2018). "Carbon footprint analysis of calcined gypsum production in the Czech Republic", en *Journal of Cleaner Production*, 177, pp. 795–802.

Garlotta, D. (2001). "A Literature Review of Poly(Lactic Acid)", *Journal of Polymers and the Environment*. 9. 63-84. 10.1023/A:1020200822435. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/227206624_A_Literature_Review_of_PolyLactic_Acid>.

Los Angeles County Museum of Art (2020). *Snuff Bottle (Biyanhu) with Flower Vases and Inscriptions*. [Figura1]. Disponible en <https://collections.lacma.org/node/228787>.

López, C. (2017). *Propuesta de mobiliario dinámico para la creación de espacios personales*. Universidad Rafael Landívar. Disponible en <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjrcd/2017/03/06/Lopez-Claudia.pdf>.

Morão, A. y F. De Bie (2019). "Life Cycle Impact Assessment of Polylactic Acid (PLA) Produced from Sugarcane in Thailand", en *J Polym Environ* 27, 2523–2539. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s10924-019-01525-9>.

Mensah, B. y A. Kudom (2010). "Relating bee activity to pollination of Luffa aegyptiaca Mill. in Ghana", en *Journal of Apicultural Research*. 49. 192-196. 10.3896/IBRA.1.49.2.08. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/237197607_Relating_bee_activity_to_pollination_of_Luffa_aegyptiaca_Mill_in_Ghana>.

Melkozernov, A. y V. Sorensen (2020). "What drives bio-art in the twenty-first century?", en *Sources of innovations and cultural implications in bio-art/biodesign and biotechnology. AI & SOCIETY*. 10.1007/s00146-020-00940-0. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/340267555_What_drives_bio-art_in_the_twenty-first_century_Sources_of_innovations_and_cultural_implications_in_bio-artbiodesign_and_biotechnology>.

Nieto, E. y T. Montoto (2017). *Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global (Marine litter, plastics and microplastic: sources, impacts and consequences of a global threat)*.

Toensmeier E., R. Ferguson y M. Mehra (2020) "Perennial vegetables: A neglected resource for biodiversity, carbon sequestration, and nutrition", en *PLOS ONE* 15(7): e0234611. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7351156/>.

Wang, X. et al. (2015). "Numerical investigation of compressive behaviour of luffa-filled tubes", en *Composites Part B Engineering*. 73. 149-157. 10.1016/j.compositesb.2014.12.017. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/272182132_Numerical_investigation_of_compressive_behaviour_of_luffa-filled_tubes>.

Wu, W. y C. Yang (2017). *Microplastics pollution and reduction strategies. Frontiers of Environmental Science & Engineering*. 11. 10.1007/s11783-017-0897-7.

Zhou, J., W. Bahar, D. Scherer y E. Karana (2020). "Digital biofabrication to realize the potentials of plant roots for product design", en *Bio-Design and Manufacturing*, 4. 1-12. 10.1007/s42242-020-00088-2. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/344137475_Digital_biofabrication_to_realize_the_potentials_of_plant_roots_for_product_design>

Diseñado por: Freepik (http://www.freepik.com)

T&D16 Investigación

Artículo de investigación externo
Universidad De La Salle Bajío

Recibido: 30/03/21
Aceptado: 10/08/21
Publicado: 30/12/21

El papel social del diseño y el aporte de la tecnología.
Formas de aproximación multidisciplinar para los problemas actuales

The social role of design and the contribution of technology. Forms of multidisciplinary approach to current problems

Leobardo Armando Ceja Bravo*. Doctor en Desarrollo y Docencia del Diseño por parte de la Universidad Madero en Puebla. Titulado con la tesis *El Diseño Participativo desde el paradigma de la Complejidad en la actualidad*. Obtuvo el Mérito Académico 2010-2011. Medalla Summa Cum Laude, otorgada por esa universidad. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SIN) nivel I. Desde el año de 2016 a la actualidad es Profesor Investigador de Tiempo Completo en la Facultad de Diseño de la Universidad de la Salle, Bajío. Su Línea de Investigación se titula *Espacios Facilitadores y Experiencias en contextos humanos*, cuyo objetivo es investigar sobre las distintas formas de interacción humana, dada en distintos espacios configurados, y cómo éstos influyen en mayor o menor medida para maximizar la experiencia, es decir, pensarlos en términos de interacciones, emociones y vivencias, recuperando la intención, el valor, aporte y voz que la persona tiene, mediante el aporte del diseño y con ello contribuir con el buen vivir. Ha participado como evaluador y dictaminador dentro de eventos académicos y de investigación, así mismo, ha participado como ponente en diversos eventos a nivel nacional e internacional. Es autor de 4 libros, capítulos de libros y artículos orientados a la docencia del diseño, la complejidad, el diseño participativo y las relaciones entre el arte y el diseño.

Rafael Martínez Peláez**. t

Universidad De La Salle Bajío, Facultad de Diseño,
Av. Universidad No. 602, Col. Lomas del Campestre, C.P. 37150.
León, Guanajuato. México.
* laceja@delasalle.edu.mx **rmartinezp@delasalle.edu.mx

Resumen

El momento actual que está viviendo el mundo obliga a reflexionar sobre el papel social del diseño y el aporte que la tecnología tiene en este proceso. Bajo este contexto, se requiere la conformación de equipos de trabajo multidisciplinarios. De no hacerlo, se corre el riesgo de proponer soluciones fragmentarias a problemas complejos. El binomio tecnología-diseño puede reorientar las creencias, saberes, comportamientos y acciones de las personas en cualquier ámbito social. Los objetos tecnológicos resultantes contribuyen con establecer una "lectura crítica de la realidad" (Freire, 2015), así mismo, implica llevar a cabo procesos investigativos, los cuales buscan contar con un mayor y mejor entendimiento de las personas involucradas, y con ello implícitamente buscar mejorar la calidad de vida de las personas y generar un bien común. Si el uso efectivo de la tecnología y el diseño surten su efecto entonces se podrá decir que contribuyen a reducir las desigualdades sociales. Por tanto, este binomio potencializa los saberes disciplinares en primera instancia, y multidisciplinares, al involucrar distintas disciplinas, para que en conjunto afronten las problemáticas complejas de la actualidad, haciendo visibles posturas respetuosas con la multiplicidad de creencias, prácticas culturales, saberes, producto del accionar disciplinar ético, respetuoso, sustentable y de reorganización de nuevas rutas, cuyo efecto sea más humano e incluyente. Este trabajo reflexiona algunas de estas implicaciones al entender la tecnología no como un "universal antropológico" (Hui, 2020: 10), sino como una forma variada de apropiación tecnológica en función del contexto de cada grupo humano.

Palabras clave: Tecnología, artefactos culturales, diseño, contexto social, calidad de vida.

Abstract

The current moment in which we are living worldwide, forces us to reflect on the social role of design, and the contribution that technology has in this process. Under this context, the formation of multidisciplinary work teams is required. Failure to do so runs the risk of proposing piecemeal solutions to complex problems. The technology-design binomial can reorient beliefs, knowledge, behaviors and actions of people in any social environment. The resulting technological objects contribute to establishing a "critical reading of reality" (Freire, 2015), likewise, it implies carrying out investigative processes which seek to have a greater and better understanding of the people involved, and with it, implicitly seek to improve the quality of life of people and generate a common good. If the effective use of technology and design have their effect, then it can be said that they contribute to reducing social inequalities. Therefore, this binomial potentiates disciplinary knowledge in the first instance, and multidisciplinary, by involving different disciplines, so that, together, they face the complex problems of today, making visible positions respectful of the multiplicity of beliefs, cultural practices, knowledge, product ethical, respectful, sustainable disciplinary action and reorganization of new routes, the effect of which is more humane and inclusive. This work reflects on some of these implications by understanding technology not as an "anthropological universal" (Hui, 2020, p. 10), but as a varied form of technological appropriation depending on the context of each human group.

Keywords: Technology, Cultural artifacts, Design, Social context, Quality of life.

El peligro de malinterpretar la pertinencia de la tecnología y del diseño

Uno de los aspectos en los que se debe reflexionar en relación con el aporte tecnológico y del diseño, es la forma en la que la confianza, la toma de decisiones y con ello, la forma de entender e interpretar ciertas situaciones cotidianas, complejizan la interacción y el vínculo con los demás.

Por ello, el aporte práctico que proporciona la tecnología no sustituye la capacidad para decidir de las personas, aunque pareciera que muchas veces sucede lo contrario. Delegar en la tecnología las decisiones personales no nos exime de la responsabilidad de asumir la consecuencia de los actos mediados

por el recurso tecnológico empleado. "Lo digital se erige como un órgano habilitado para peritar lo real de modo más fiable que nosotros mismos, así como para revelarnos dimensiones hasta ahora ocultas a nuestra conciencia" (Sadin, 2020: p. 18), y justamente ahí es donde ronda el peligro del mal uso de la tecnología.

El diseño se ha erigido como la disciplina relacionada con la configuración del "mundo artificial" (Simon, 1996) y ello indiscutiblemente se encuentra vinculado con las formas de vidas imperantes, pero también con la realización de mensajes, objetos, espacios, entornos, ambientes y sistemas. En este sentido, el diseño se ha encargado de configurar las formas de vida, interacciones, consumo e imaginarios actuales y futuros, del mismo modo que los efectos de estas formas de vida se han hecho evidentes y desde hace algunas décadas se han visto grandemente cuestionados.

Hablar de una "ecología de saberes" (Santos, 2010, 2012) implica asumir una postura que rompe con lo dicotómico, es decir, rompe con la idea que vincula inexorablemente dualidades y se posiciona como una alternativa de pensamiento relacional, abarcadora e integradora, en donde lograr entender una problemática, requerirá por parte de los actores ubicarse en relación con la problemática subyacente y no por encima de la realidad que supone su existir.

El grado de complejidad imperante resulta ser de forma creciente, exponencial y al mismo tiempo, se han acelerado diversos procesos relacionados con todos los aspectos de vida acentuando las diferencias entre diversos contextos sociales, de igual forma, la actual pandemia se ha encargado de mostrar y hacer visibles problemáticas que, si bien, eran en muchos sentidos inéditas, por otro lado, hicieron evidentes problemas de fondo que estaban ocultos. Los efectos sociales mostrados con la actual pandemia también dejan al descubierto la urgente necesidad de

reflexionar sobre la importancia que tiene el ejercicio constante de ciudadanía. Una de las características fundamentales que se puede apreciar es la dificultad para mantener una "distancia social". Muchas de nuestras ciudades, sin importar la densidad de población, muestran una gran cantidad de espacios públicos en los cuales las personas no respetan la distancia recomendada por diversas instancias, tanto internacionales como nacionales. En ese sentido, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020) ha hecho recomendaciones para preservar la distancia entre las personas.

Dentro de este escenario, diverso, multidimensional, plural, dinámico, teologizado, caracterizado por una entropía creciente se torna urgente y necesario reflexionar sobre algunas de las consecuencias que, tanto a nivel global, como local se logran experimentar y, si bien las disciplinas proyectuales han tenido una participación importante en todo este proceso transformador, son disciplinas como las del diseño y las tecnológicas de la información, por ejemplo, una pieza más de este amplio y robusto rompecabezas. Barón y Echavarría (2020: 110) sostienen que: "[...]el diseñador tiene un desafío: sus reflexiones sobre las relaciones humanas se convierten en eje central de la práctica", y éstas quedan manifiestas desde la forma en la que se piensa, dice y actúa en el contexto social, así como de su capacidad para anticipar algunos de los efectos que dichas configuraciones tendrá en el futuro.

Bajo este primer marco contextual introductorio, otra de las finalidades que persigue el presente texto es contribuir a una reflexión que, si bien, inicialmente implica una revaloración de las acciones e implicaciones del diseño, no sólo se limita a esta disciplina, por lo que se busca transitar de lo disciplinar a lo multidisciplinar. En este mismo orden de ideas, considerar que toda disciplina debería estar relacionada con la búsqueda de mejoras para las personas y otras formas de vida, para lo cual resultará imprescindible entender que: "[...]la función de las prácticas y del pensamiento emancipadores consiste en ampliar el espectro de lo posible por medio de la experimentación y de la reflexión sobre proposiciones que representen formas de sociedad más justas" (Santos, 2012: 38).

El momento que actualmente se está viviendo como humanidad implica la urgencia de asumir ante la contingencia a nivel local, pero también planetario, una "conciencia planetaria" (Morin y Kern 1993), así como una "gobernanza mundial" (Innerarity, 2013) que si bien no es igual para todos, sí obliga a afrontar los problemas y sus consecuencias con impactos no dimensionados ni vistos con anterioridad.

Reflexionar sobre el aporte social del diseño implicará hacerlo desde un punto de vista que reconozca e integre procesos, tanto de producción como de distribución y consumo de los objetos de diseño, y en este tenor será posible identificar a través del tiempo cómo el predominio de "[...] las relaciones de competencia que exige el mercado capitalista producen formas de sociabilidad empobrecidas, basadas en el beneficio personal y no en la solidaridad" (Santos, 2012: 40), muchos de estos efectos que son fácilmente identificables en nuestro contexto, tanto local como regional, nacional e internacional, implican el accionar de un grupo de profesionistas, que se encuentren comprometidos con afrontar y resolver diversas necesidades y problemáticas, pero al mismo tiempo se encuentran limitados por la propia contingencia imperante.

Dentro de este contexto actual de pandemia se tornó urgente revisar una gran cantidad de actividades, procesos, materiales y métodos de diseño para buscar ser reorientados en la reducción y diminución de contaminantes, residuos, deshechos, dejando al mismo tiempo la existencia de una basta cantidad de objetos, cuya obsolescencia programada los convierte en inservibles en un tiempo relativamente corto. Otro factor que se ha podido constatar es la constante y tajante lucha por preservar la lógica de producción imperante, pero también la lucha por el consumo innecesario, la acumulación y la sobreexplotación de recursos, entornos y acciones humanas.

En la búsqueda de una tecnología y diseño contextual, pertinente y humano

Para buscar relacionar la vivencia dentro de un entorno caracterizado por la tecnología digital habrá que hacer referencia al efecto dado a través del ciberespacio, por lo que, "La esfera objetiva del ciberespacio se expande a la velocidad de la replicación digital, pero el núcleo subjetivo del cibertiempo evoluciona a un ritmo más lento, al ritmo de la corporalidad, del placer y del sufrimiento" (Berardi, 2017: 204).

Es muy cierto que en pocos meses muchas de las prácticas habituales han cambiado. La actual pandemia lo modificó. En este contexto, pensar las posibilidades para lograr una transformación social a través del diseño y la propia tecnología, se vuelve a mostrar vulnerable, insuficiente, carente de lógica y sin sentido, es decir, gracias a la pandemia, muchos sectores en los que tradicionalmente se ha encontrado inserto el diseño, tuvieron que parar, aunque fuera por unos días, pero este alto por pequeño que sea ha servido para volver a preguntarse sobre el papel social del diseño y el aporte de la tecnología, aunque, igualmente dramático ha sido evidente la brecha imperante, acrecentando la desigualdad, ahora bien "[...] con la difusión de la tecnología digital, que hizo posible una absoluta aceleración, algo nuevo ocurrió. El tiempo se convirtió en el principal campo de batalla, dado que es el espacio de la mente, el tiempo-mente, el cibertiempo" (Berardi, 2017: 203).

> "... pensar las posibilidades para lograr una transformación social a través del diseño y la propia tecnología, se vuelve a mostrar vulnerable, insuficiente, carente de lógica y sin sentido..."

El uso consciente, tanto de la tecnología como del diseño, requieren de que éstos adopten un carácter más humano, más responsable y, por lo tanto, contextualizado. Si bien estos tiempos se caracterizan por su carácter e implicaciones globales y que, dicho sea de paso, deben ser consideradas también, se requiere voltear hacia contextos más próximos para que su aporte se torne pertinente y respetuoso con las personas y con sus entornos, contribuyendo a la resolución de problemáticas y necesidades. Por ello, "El modo en que vemos la tecnología como mera fuerza productiva y mecanismo capitalista para incrementar la plusvalía nos impide vislumbrar en ella el potencial descolonizador y la necesidad de desarrollar y preservar una tecnodiversidad" (Hui, 2020: 13), puesto que: "[...] lo que es propio de los artefactos es que no se derivan de ningún orden natural, sino que son el producto de la acción humana y que interfieren en los asuntos humanos" (Sadin, 2020: 24).

Dimensionar el aporte de la tecnología, entendida también como artefactos, requiere que dimensionemos con claridad la pertinencia que éstos tienen en la vida de las personas, en ese sentido, dotar a la vida humana de objetos que contribuyan socialmente y, por tanto, significativamente relevantes para las personas, por lo que la tecnología debería contribuir a "[...] desbrozar la complejidad de los dilemas en juego a fin

de dotarnos de los instrumentos correctos de comprensión y acción [...]" (Sadin, 2020: 27). Que la tecnología y el diseño contribuyan a fomentar lo que Bernardo Toro (2011) expresa como "ética del cuidado", misma que se considera el "cuidado de sí y de los otros." (Beuchot, 2014, Jiménez, 2014 y Foucault, 2009).

El aporte de la tecnología y el diseño como forma de generación de conocimiento

Aproximarse a las problemáticas actuales requiere también la conformación de equipos de trabajo multidisciplinarios. De no hacerlo, se corre el riesgo de buscar soluciones fragmentarias a problemas complejos y que, por tanto, no sean pertinentes.

Contar con experiencias en la vinculación disciplinar ha resultado ser, además de una vivencia inigualable, también un proceso importante de aprendizaje.

El desarrollo argumentativo explicitado en el presente ensayo contribuye a reflexionar sobre la pertinencia en la relación de saberes, como una forma actual de afrontar las problemáticas que aquejan a la sociedad y de las cuales hay que hacerles frente. Al buscar la resolución de una problemática, concreta y contextualizada, se estará hablando del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) que se erige como una forma natural de conjuntar equipos de trabajo multidisciplinarios, y que están caracterizados por la participación de diversas áreas del conocimiento, en este sentido, el proceso da cuenta de la "alfabetidad del diseño" (Lutnæs, 2019). Es desde el lenguaje disciplinar como se gesta la interacción de saberes, y poco a poco van generando la puesta en común de términos, conceptos, teorías, saberes todos, contribuyendo en establecer una "educación expandida" (Díaz y Zemos90, 2012), trascendiendo de esta forma lo meramente disciplinar. El saber disciplinar es fundamental para poder integrarse a un proceso de colaboración como al que se está refiriendo este ensayo.

El tipo de artefactos con los que se cuenta y que habitualmente se utilizan, determinan en gran medida las formas de hacer y de entender el mundo, así como la forma en la que se interactúa con los demás y el mundo circundante. El uso de diversos usos de diseño y de tecnología también dan cuenta de la forma en la que se piensa, se entiende y se interpreta el sentido de la existencia. El peso simbólico (Cassier, 2003) imperante en los mensajes, objetos, entornos, ambientes, espacios y sistemas configurados cuentan con un peso articulador mayor que su ejecución práctica. No se trata de denostar una sobre otra, pero sí se busca enmarcar la relevancia que tienen en conjunto para lograr determinar sus implicaciones.

Un objeto sin la carga simbólica no cuenta con el sentido necesario para entenderlo en contexto, pero un objeto sin su carácter de resolución práctica no contribuye a facilitar la vida de las personas, y mucho menos a resolver una acción prevista y determinada. "La *techné* tiene su esencia en la *poiesis* [creación, producción], elucidada como un 'traer/ahí/adelante', mientras que la técnica moderna se revela como 'estructura de emplazamiento' [*Gestell*] que trata a todo como un *stock* de existencias, como recursos para ser explotados" (Hui, 2020, p. 10).

Y es justamente ahí, bajo este enfoque en donde la vida, el diseño y el consumo se tornan insostenibles. Con la actualidad que se está viviendo es indudable el efecto devastador orientado hacia la producción y obtención de recursos como materia

prima para continuar produciendo toda clase de objetos y tecnologías; sigue intacta la idea de cambio de conducta, a saber, en las formas, modos y maneras en las que se consumen. Es bajo esta línea de pensamiento en donde se ha perdido un sentido por otro, proliferando esta "estructura de emplazamiento" (Hui, 2020: 10), por sobre la revisión del sentido de la existencia o *dassein* (Heidegger, 2018).

Pero ante esta afirmación bien valdría la pena preguntarse por la cosmovisión, pensamiento y epistemologías surgidas en el continente americano antes de la Conquista y en la actualidad, bajo el crisol propuesto por una "epistemología del sur" (Santos, 2018). Particularmente es ahí en donde se abre la posibilidad de reflexionar sobre el papel de la tecnología y el diseño dentro de un contexto no hegemónico y bajo una ontología propia del contexto, necesidades y problemáticas a las que se tiene que hacer frente, desde la ubicación geográfica en la que cada uno de nosotros nos encontramos y que no necesariamente implican la adopción de tecnologías y dispositivos hegemónicos o imperantes como la única alternativa existente para afrontar los problemas que nos aquejan. Con todo lo anterior, es posible afirmar la existencia de "otras realidades", o como se menciona desde "la epistemología del sur "otro posible es posible" (Sousa, 2018; Escobar, 2018).

Por su parte, Yuk Hui (2020) hace énfasis en que "La modernización en cuanto globalización es un proceso de sincronización que hace converger diferentes temporalidades históricas en un único eje temporal global y prioriza formas específicas del conocimiento como fuerzas productivas" (pp. 12-13).

Este argumento es fundamental no perderlo de vista, toda vez que la búsqueda de un proceso globalizador, es decir, sincronizador de la concepción, entendimiento, producción y consumo, obstaculiza la reflexión sobre otras formas de ser en el mundo. De ahí la importancia de hacer visibles, entretejer y fomentar esas otras cosmovisiones, prácticas y su correspondiente materialización, dado que su permanencia contribuye a la preservación y mantenimiento de prácticas particulares y que de otra forma estarían tendientes a desaparecer y con ello, el exceso de "positivismo" (Han, 2019) estaría privando la tan necesaria pertinencia por la diferencia, a saber, la "negatividad" de acuerdo con Byung-Chul Han (2017: 53).

Este proceso de sincronización y los diversos efectos de "positivismo" (Han, 2019) que puede tener generan al mismo tiempo el entendido que se le confiere a ese carácter "civilizatorio" (Elias, 2016) de las sociedades. Lo que aquí está puesto a discusión es en cuanto a la valoración, al reconocimiento y a la adopción indiscriminada y poco reflexiva de la tecnología, misma que se hace presente bajo un discurso hegemónico encargado de descalificar otras prácticas y saberes que contextualmente son reconocidos como pertinentes por su nivel de congruencia.

Otro factor a tener presente, y que es igualmente importante, es el carácter discursivo implicado para lograr solventar la necesidad de una tecnología dominante. Este discurso predominante estará mostrando y ocultando (Foucault, 2020) aspectos de vital importancia, gracias a la acción discursiva (Recour, 2010) que el dispositivo imperante logra imponer ejerciendo sus imaginarios y formas de entender, actuar y regular comportamientos, visiones y sentidos.

En este ejercicio de imposición se encuentran implícitas diversas acciones, tanto tecnológicas como de diseño, así como su alcance formativo, puesto que esta manera de entenderse, moverse y ser en el mundo se encuentran reguladas por los requerimientos tecnológicos necesarios para su funcionamiento, condicionando así la posibilidad del ejercicio de otros discursos y formas de ser, contextualizados o propios de realidades locales, bajo esta lógica "[...] las culturas no europeas pueden aprender de la Modernidad y desarrollar al mismo tiempo una crítica de esta desde el punto de vista de sus culturas" (Hui, 2020: 14).

Como se ha expuesto hasta ahora, entender en términos amplios el concepto tanto de tecnología como de artefacto cultural puede brindar posibles rutas de entendimiento diferentes a las habituales. Es decir, una aproximación al concepto de artefacto ya es un indicativo de una acción humana orientada a un proceso de configuración, a saber, parte del *ingenio humano* (Martos y Martos, 2014).

Una de las razones de peso para reflexionar en torno a la tendencia unificadora imperante en la configuración de objetos es precisamente en el tenor de los efectos en los cuales lo tecnológicamente diseñado contribuye o no a la preservación, transformación o aniquilación de las formas de vida dominantes y con ello se podrá evidenciar un aporte a la episteme de los grupos para los cuales se diseña. Por tanto, generar conciencia sobre dichas implicaciones no es cualquier cosa y, por el contrario, se precisa una acción efectiva, pertinente y que a todas luces busque consagrar un buen vivir, en los propios términos en los que cada grupo lo identifique como tal y no sea producto de una imposición "modernizante" que muy poco se identifica con las personas y su proceso de apropiación, mostrando mucho de alineación subyacente. Fungir como contrapeso de lo hegemónico es importante, ya que de esta forma se estará buscando activamente contrarrestar acciones de explotación indiscriminada de recursos, justo en esas regiones en donde no pueden florecer esas otras formas de tecnodiversidad.

El reto máximo que supone contar con información pertinente, trasciende aspectos disciplinares, se ubica en las diversas aproximaciones al entendimiento de la realidad y, con ello, a la apropiación particular de saberes, tanto técnicos como tecnológicos.

Como una manera de hacer frente a esta pluralidad de formas de entender, relacionarse y de actuar, en consecuencia "Se necesita repensar el imaginario humano, la dimensión de los deseos, los propósitos, los ideales y las ambiciones; la ética y la estética de la vida y el vivir; el sentido de comunidad y pertenencia al sistema de la vida en la Tierra" (Delgado, 2019: 10).

Uno de los efectos subyacentes es la alfabetidad como una forma social en la que "[...] todos los miembros de un grupo comparte el significado asignado a un cuerpo común de información" (Dondis, 2011: 11), en este orden de ideas habrá que entenderlo como un proceso que trasciende la educación formal, por ello, la búsqueda acelerada para dar respuesta a las problemáticas actuales derivadas de la pandemia, no hacen más que ahondar la aceleración, provocando que el ciclo compuesto por problemática o necesidad/respuesta/experiencia/satisfacción/disolución del problema, contribuyan en la generación de una mayor entropía, caracterizada por la pérdida de sentido y la búsqueda continua de satisfactores próximos.

Esta lógica sólo provoca que el efecto de "satisfacción inmediata" (Kahneman, 2012) se perpetúe y con ello la lógica de producción-consumo-desecho, acrecentando la idea de prolongar el consumo y, por tanto, la lógica de producción implicada. Construir un contrapeso a esta lógica constituye no sólo un acto de conciencia, sino también de justicia, ya que se hace frente a una lógica predominante, ocultando otras prácticas y lógicas de intercambio que pueden ser distintas a las de la lógica de consumo, puesto que "[...] los procesos que se despliegan bajo el nombre de globalización, y que se centran en los flujos de bienes, de capital y de fuerzas de trabajo, crean una unidad que no siempre sirve a los intereses del capital o de los capitalistas" (Rosler, 2017: 194).

La necesidad ética de entender el carácter social del diseño implicará, bajo el contexto en el que actualmente nos encontramos, la revisión de los diversos marcos de acción en los que el diseño, como disciplina, se vincula con los más amplios y diversos sectores sociales, en este sentido, pensar en una "ética del cuidado" (Toro, 2011), requiere de hacer explícito el profundo compromiso personal del "cuidado de sí y de los otros" (Foucault, 1993).

Las disciplinas proyectuales en lo general, y el diseño en lo particular, contribuyen sustancialmente en la modelización de acciones y conductas sociales, por lo que es importante que se asuma como una actividad situada cuyo aporte está identificado por ser más un "catalizador de aportes sociales relevantes y concretos" (Dazarola, Vela y Rognoli, 2020: 16) que como una disciplina generadora de objetos, consumo y contaminación.

Lograr familiarizarse con el uso de cualquier artefacto, implícitamente conlleva un proceso de adaptación, mismo que podrá entenderse como proceso de aprendizaje. La integración de las posibilidades tecnológicas vinculadas a cualquier objeto requieren la incorporación de cierta lógica implicada en dicha tecnología, en las acciones cotidianas de las personas y ello, en sí mismo, implica un proceso de aprendizaje. Por ello, constreñir el concepto de aprendizaje solamente a un contexto escolar o académico, resulta corto de alcances, ya que cotidianamente se estará aprendiendo gracias a las diversas acciones, procesos, vivencias e interacciones.

"... entender en términos amplios
el concepto tanto de
tecnología como de **artefacto cultural**
puede brindar posibles rutas de entendimiento
diferentes a las habituales..."

Arturo Escobar (2016) entiende que: "[...] las políticas públicas y la planificación del desarrollo, así como gran parte de lo que se denomina diseño, son tecnologías políticas fundamentales de la modernidad y elementos clave en la constitución moderna de un solo mundo globalizado" (*ibid*.: 15), ello representa una razón más para pensar sobre la orientación tecnológica del diseño, así como de su alfabetidad. Por tanto, para aproximarse al concepto de alfabetidad se deberán considerar las implicaciones ligadas al aprendizaje y al conocimiento. Desde el punto de vista de John Dewey (1989) se estará vinculando el término "aprender haciendo".

Orientarse al valor y al conocimiento implicado y existente a partir del uso de las diversas tecnologías que por su pertinencia, cotidianidad o novedad constituyen un punto importante en el desarrollo, tanto social como individual. En ese sentido, la adhesión de "nuevas tecnologías", con lo que ello pueda representar para diversos grupos, debe trascender su valor asociado, recuperar la implicación tácita del conocimiento, requiere que se identifique que, desde un punto de vista no académico, "[...] el conocimiento está necesariamente vinculado con la explicación que demos a todas las cosas que existen en torno a nosotros" (Sancén, 2015: 86).

Toda propiedad emergente que pueda surgir de la configuración de lo diseñado ha de contener un efecto importante, el cual debe ser percibido y, por tanto, medido en su justa dimensión, por lo menos de inicio, justo cuando está implicada la novedad asociada con el funcionamiento expresándose el binomio novedad-tradición, es decir, "[...] lo nuevo se define en respuesta a lo ya establecido; al mismo tiempo, lo establecido debe reconfigurarse en respuesta de lo nuevo" (Fisher, 2016: 24).

El mayor problema que muchas disciplinas tienen en la actualidad es el sentido histórico disciplinar. En el caso concreto de las disciplinas proyectuales, y en particular del diseño, es que se ha asociado con una profesión que privilegia únicamente aspectos productivos y comerciales.

Este enfoque resulta problemático por dos razones principales, la primera de ellas es que se orienta hacia esta idea extendida, es decir, socialmente se ha asociado que el diseño contribuye únicamente a procesos orientados al consumo, cuando eso no es totalmente cierto; y la segunda razón está orientada al fortalecimiento de la tendencia predominante del diseño, ejercida por los propios diseñadores, a saber, la falta de orientación hacia los más diversos y amplios enfoques de diseño, pudiendo abarcar todos los ámbitos de la vida y no sólo a los orientados al aspecto comercial.

Reflexionar sobre una "ecología de saberes" (Sousa, 2010, 2012), hoy más que nunca resulta pertinente, necesaria y en algunos casos, urgente, y si bien es sumamente complicado e impreciso hacer una generalización, la existencia de realidades contextualizas obliga a prestar atención, tanto a la exigencia imperante a nivel global, como a nivel regional y local. Será justamente en este ejercicio de búsqueda de entendimiento e integración de acciones globales y su contraparte local lo que logrará ensamblar una lógica que permita realizar acciones acordes con la realidad contextual imperante.

TECNOLOGÍA & DISEÑO

AÑO 10 • NÚM. 16 • JUL. - DIC. 2021
pp 55 - 67

Conclusiones

Desde que el mundo tuvo que modificar lo habitual parar intempestivamente entender e integrar paulatinamente otras formas de afrontar esta pandemia, mucho se tuvo que reflexionar al respecto. Aún así, parece que muchos de los acontecimientos se nos escapan. El diseño de nueva cuenta tiene que afrontar los retos caracterizados por la creciente complejidad que estamos viviendo. Son los propios diseñadores quienes tienen que reflexionar en torno a su actuar, así como al efecto que sus acciones tienen dentro del contexto social, y aunque ello no es nuevo, sí se torna urgente, en medio de los días que se están viviendo. De diversas formas las necesidades prioritarias se volvieron urgentes y se convirtieron en otras diferentes a las que tradicionalmente se relacionaban con algunas de las prácticas predominantes del diseño.

Con el presente trabajo se buscó reflexionar sobre el vínculo existente entre la tecnología y el diseño, pero para cumplir este propósito fue necesario revisar las relaciones subyacentes imbricadas en dicha relación inicial, por tanto, esta relación estará caracterizada por factores como el de artefacto cultural (Martos y Martos, 2014) y alfabetidad (Lutnæs, 2019). Estas nociones se articulan y se muestran en cualquier ámbito de la vida, por lo que su aproximación podrá estar dada por una multiplicidad de ejemplos. Ahondar en cada una de estas implicaciones requerirá revisar planteamientos vertidos desde las ciencias de lo artificial (Simon, 1996), los objetos técnicos (Simondon, 2007), los artefactos culturales (Martos y Martos, 2014), la cosmotécnica (Hui, 2020) o la inteligencia artificial (Delgado 2019). Este cúmulo de relaciones se entretejen demostrando la complejidad imperante, por lo que el ejercicio propuesto precisó, primero, hacer explícita la interrelación de conceptos, pero no reduciéndose a una dicotomía imperante entre ellos.

Ante la problemática global que nos aqueja, la posibilidad de contar con un pensamiento planetario se torna urgente, sin embargo, ello no quiere decir que dicho pensamiento tenga que ser único, es decir, pensar en lo planetario y sus problemas requiere contar con puntos en común, pero también con divergencia de pensamiento, ello se vuelve altamente problemático, pero igualmente problemático resultará contar con una sola postura planetaria unificadora, puesto que su carácter alienante convoca la destrucción de la diversidad, privilegiando una sola forma de aproximarse e interactuar con la realidad, anulando otras posibilidades. De acuerdo con Nick Srnicek (2018: 14) "Entender nuestra posición en un contexto más amplio es el principal paso en la creación de estrategias para transformarlo", de ahí que pensar en el aporte de la tecnología en cuanto acción articuladora y de organización de acciones, cuya orientación está dada por la intención humana es fundamental. La tecnología, en tanto medio vinculador y reorientador de intencionalidades, deberá de actuar como una forma flexible y adaptable a la cotidianidad de las personas, pero para que ello ocurra, la novedad implicada en el recurso tecnológico deberá suponer la readecuación, el reaprendizaje y el cambio de mentalidad imperante hasta antes del uso de dicha tecnología. El cambio de perspectiva, la construcción de nuevos saberes, acciones, actitudes e interacciones, se erige como una fortaleza tecnológica que deberá estar orientada al beneficio social. Por lo que es importante hacer énfasis en el hecho de que la "tecnodiversidad" (Hui, 2020) sí existe, lo que falta ahora es visibilizarla, ya que la hegemonía logra ocultarla, borrarla, hacerla desaparecer o, peor aún, desacreditar su pertinencia, aplicación y efectividad dentro de un contexto particular.

Uno de los efectos negativos de la estandarización tecnológica podrá estar dada en la búsqueda de la regulación del comportamiento de las personas, eso es posible que se logre una vez que, mediante los dispositivos, se consiga identificar "[...] los gestos individuales y colectivos [que] genere datos que son tratados en vistas a erigir un conocimiento profundo sobre los comportamientos y sobre la gran cantidad de fenómenos de lo real que luego son materia de múltiples explotaciones de orden prioritariamente comercial" (Sadin, 2018: 144).

Es bajo todo este entramado de implicaciones que el diseño, en tanto disciplina, y la tecnología, en tanto recurso, convoquen a las personas a identificar y articular formas más justas, socialmente respetuosas y pertinentes contextualmente, siendo un contrapeso respecto de las formas de estandarización y unificación predominantes.

Bibliografía

Barón, M. y M. Echavarría (2020). "Laboratorio de empatía: indagando principios éticos para la educación en diseño", en *Diseño*, (17), pp. 106-127. Disponible en <http://doi.org/10.7764/disena.17.106-127>.

Berardi, F. (2017). *Fenomenología del fin. Sensibilidad y mutación conectiva*. Buenos Aires, Argentina: Caja Negra.

Beuchot, M. (2014). "Filosofía del hombre y educación", en *Cultura, educación y hermenéutica. Entramados conceptuales y teóricos*. México: IISUE UNAM.

Cassirer, E. (2003). *Filosofía de las formas simbólicas*. México: FCE.

Cuno, A., D. Mauricio y F. Rodríguez (2012). "Aspectos de las Ciencias de los Artificial", en *IV Congreso Internacional de Computación y Telecomunicaciones Comtel*. Lima, Perú: Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Dazarola, R., F. Vela y V. Rognoli (2020). "Diseño basado en lo afectivo: emociones, estados de ánimo y experiencias como catalizadores para un diseño socialmente significativo", en *Diseña* 17. Agosto 2020, pp. 14-25.

Delgado, C. (2019). *Reflexiones sobre investigación integrativa. Una perspectiva inter y transdisciplinar*. Medellín, Colombia: Kavilando, Redipaz y Multiversidad Mundo Real, Edgar Morin.

Dewey, J. (1989). *Como pensamos. Nueva exposición de la relación entre pensamiento y proceso educativo*. Barcelona, España: Paidós.

Díaz, F., y Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México: McGraw-Hill.

Díaz, R. y Zemos98 (2012). "¿Y si la educación sucede en cualquier momento y en cualquier lugar?", en *Educación expandida*. Barcelona: Zemos98.

Dondis, D. (2011). *La sintaxis de la imagen. Introducción al alfabeto visual*. Barcelona, España: Gustavo Gili.

Elias, N. (2016). *El proceso de la civilización. Investigaciones sociogenéticas y psicogenéticas*. México: FCE.

Escobar, A. (2016). *Autonomía y Diseño. La realización de lo comunal*. Popayán, Colombia: Universidad del Cauca.

Escobar, A. (2018). *Otro posible es posible: Caminando hacia las transiciones desde Abya Yala/Afro/Latino-América*. Bogotá, Colombia: Desde abajo.

Fisher, M. (2016). *Realismo capitalista. ¿No hay alternativa?* Buenos Aries, Argentina: Caja Negra.

Foucault, M. (2009). *Gobierno de sí y de los otros*. México: FCE.

_____ (2020). *El orden del discurso*. México: Austral.

Freire, P. (2015). C*artas a quien pretende enseñar*. México: Siglo XXI.

Han, B. (2017). *La salvación de lo bello*. España: Herder.

_____ (2019). *La expulsión de lo distinto*. España: Herder.

Heidegger, M. (2018). *El Ser y el tiempo*. México: FCE.

Hui, Y. (2020). *Fragmentar el futuro. Ensayos sobre tecnodiversidad*. Buenos Aries, Argentina: Caja Negra.

Innerarity, D. (2013). *Un mundo de todos y de nadie. Piratas, riegos y redes en el nuevo desorden global*. Barcelona, España: Paidós.

Jiménez, J. (2014). "En los márgenes de la hermenéutica. Cuidado se sí, sujeto, verdad y educación", en *Cultura, educación y hermenéutica. Entramados conceptuales y teóricos*. México: IISUE UNAM.

Kahneman, D. (2012). *Pensar rápido, pensar despacio*. México: Debate.

Lutnæs, E. (2019). "Framing the concept Design Literacy for a General Public", en *Research Perspectives in the era of Transformations*. RU: Academy for Design Innovation Managemente Conference. DOI:10.33114/admin.2019.01.224

Martos, E. y A. Martos, (2014). "Artefactos culturales y alfabetización en la era digital: Discusiones conceptuales y praxis educativa", en *Teoría Educativa, núm*. 26, 1-2014, pp. 119-135, Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca. Disponible en <http//dx.doi.org/10.14201/teoredu2014261119135>.

Morin, E. y A. Kern (1993) *Madre-Patria*. Buenos Aires, Argentina: Nueva Visión.

OMS (2020) *Prepare su lugar de trabajo para la COVID-19*. Documento de trabajo, 27 de febrero de 2020, versión 1.4.

(2020) Fortalecimiento de la preparación para la Covid-19 en las ciudades y otros entornos urbanos, Orientaciones provisio-nales para las autoridades locales [Strengthening preparedness for COVID-19 in cities and other urban settings: interim guidance for local authorities]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud (WHO/2019-nCoV/Ueban_preparedness/2020.1).

Ricoeur, P. (2010). *Ensayos de hermenéutica II*. Argentina: FCE.

Rosler, M. (2017). *Clase cultural. Arte y gentrificación*. Buenos Aries, Argentina: Caja Negra.

Sadin, E. (2018). *La silicolonización del mundo*. La irresistible expansión del liberalismo digital. Buenos Aires, Argentina: Caja Negra.

Sadin, E. (2020). *La inteligencia artificial o el desafío del siglo. Anatomía de un antihumanismo radical*. Buenos Aires, Argentina: Caja Negra.

Sancén, F. (2015). *Aprender y educar. Desde una perspectiva epistemológica*. México: UAM-Xochimilco.

Santos, B. (2010). *Descolonizar el saber, reinventar el poder*. Montevideo, Uruguay: Trilce-Extensión universitaria. Universidad de la República.

(2012). *De las dualidades a las ecologías*. La Paz, Bolivia: REMTE.

———(2018). "Introducción a las Epistemologías del Sur", en *Epistemologías del Sur / Epistemologias do Sul*. Buenos Aires, Argentina: CLACO/Centro de Estudios Sociais, Universidade de Coimbra.

Simon, H. (1996). *The sciences of the artificial [Las ciencias de lo artificial]*. EUA: Mit. Press, Cambridge, MA.

Simondon, G. (2007). E*l modo de existencia de los objetos técnicos*. Buenos Aires, Argentina: Prometeo Libros.

Srnicek, N. (2018). *Capitalismo de plataformas*. Buenos Aires, Argentina: Caja Negra.

Toro, B. (2011). "El ethos que cuida", en *Itinerario educativo*, año XXV, núm. 58, pp. 145-163, julio-diciembre. Colombia: Facultad de Educación, Universidad de San Buenaventura, Bogotá.

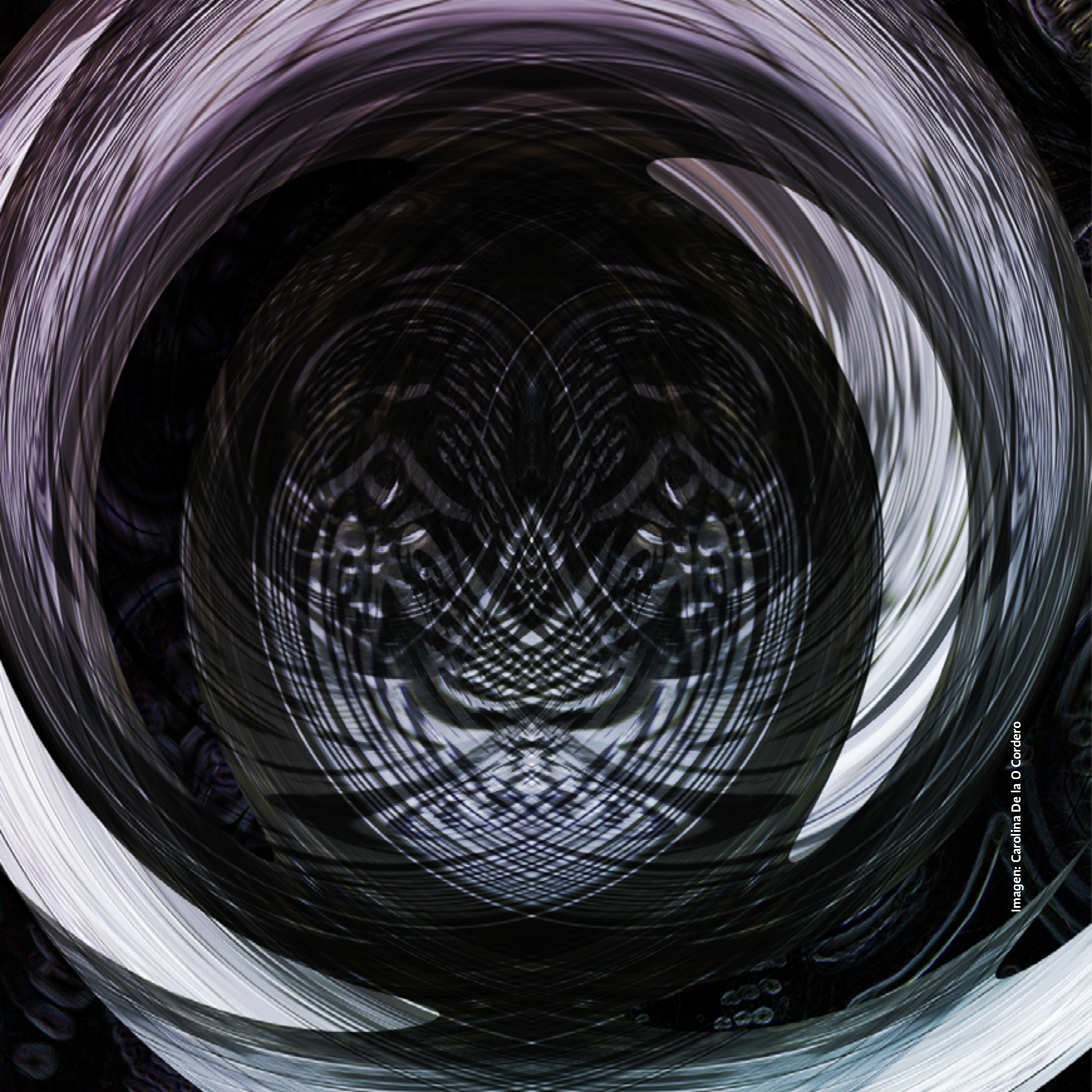


Imagen: Carolina De la O Cordero

Artículo de investigación externo
Corporación Unificada Nacional de Educación Superior CUN, CL.

Recibido: 01/07/21
Aceptado: 18/08/21
Publicado: 30/12/21

Apropiación del método patentado para construir prendas por parte de estudiantes de diseño CUN

Appropriation of the patented method for constructing clothing by CUN Design students

Lidia Esperanza Alvira Gómez* Magister en Neuropsicología y Educación, Diseñadora de Modas. Profesora Investigador Junior según Minciencias, Profesora universitaria en Corporación Unificada Nacional de Educación Superior CUN. Líder de investigación nacional del programa de Diseño de Modas en la Escuela de Comunicación y Bellas Artes CUN. Con producción investigativa desde el año 2015 a nivel nacional e internacional. Inventora de una patente en el año 2019.
CÓDIGO ORDID: 0000-0001-6537-2436
CvLac <http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001514239>.

Resumen
El desarrollo de una ruta que permita a los estudiantes y docentes de Modas de la CUN la apropiación del método para construir prendas de vestir modeladas sobre el maniquí sin generar residuo textil es un proyecto que lleva los resultados de investigación a los miembros de la comunidad educativa. La recolección de datos se hace en tres etapas del proyecto. Primero: en un taller con profesores se perfila la metodología, se crean guías paso a paso, además, se realizan tres sesiones para aprender el método patentado, las cuales son grabadas. Segundo: a partir de las grabaciones se elaboran videos de aprendizaje. Tercero: con base en los encuentros se determina la apropiación y aprendizaje del método. Frente a la categoría de apropiación y aprendizaje los resultados son del 28.6% muy alto, el 42.8% alto, y el 28.6% medio, la categoría bajo no se elige. Este proyecto deja como insumos una infografía, tres guías y un mapa interactivo, además de tres videos de aprendizaje para continuar en la socialización del método con toda comunidad académica.

Palabras clave: apropiación, método patentado, estudiantes, diseño.

Abstract
The development of a route that allows students and teachers of Fashion at CUN to appropriate the method to build clothes modeled on the mannequin without generating textile waste, is a project that brings research results to members of the educational community. Data collection is done in three stages of the project. First: in a workshop with teachers, the methodology is outlined, step-by-step guides are created, in addition, three sessions are held to learn the patented method, which are recorded. Second: based on the recordings, learning videos are elaborated. Third: based on the meetings, the appropriation and learning of the method is determined. Regarding the category of appropriation and learning, the results are 28.6% very high, 42.8% high, and 28.6% medium; the low category is not selected. This project leaves as inputs an infographic, three guides and an interactive map, as well as three videos learning to continue the socialization of the method with the entire academic community.

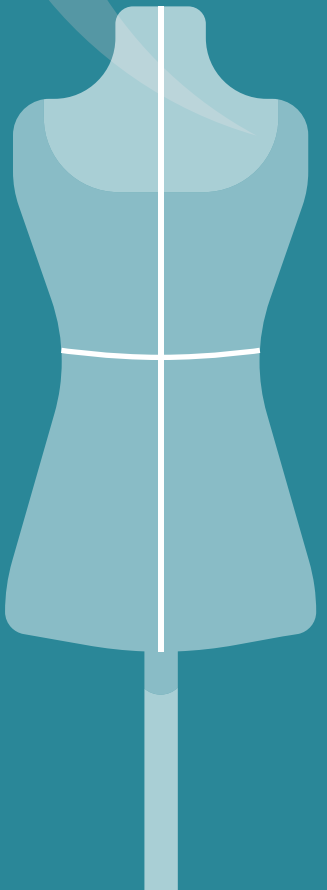
Keywords: appropriation, patented method, students, design.

Corporación Unificada Nacional de Educación Superior CUN, CL. 12b # 4 -79, Bogotá, Colombia.
Dirección postal: 111511
* lidia_alvira@cun.edu.co

Introducción

El fortalecimiento de la investigación en la universidad es una labor en la que se avanza, sin embargo, a la par con este criterio es fundamental llevar al aula los resultados de dichas investigaciones para que con ellas se fortalezca el currículo; para ello, en el programa de Diseño de Modas de la Corporación Unificada Nacional de Educación Superior CUN se formula un proyecto de investigación que plantea una ruta de apropiación del método patentado en el 2019, para ser adoptado por los estudiantes y profesores de las regionales en donde la institución tiene presencia con el programa, esto a partir de una serie de talleres sincrónicos para enseñar el método. Teniendo en cuenta el impacto que genera la moda y los beneficios que puede traer el método al reducir los residuos textiles que se arrojan al medio ambiente, y así dar respuesta a pautas de mejora, impacto y socialización de resultados de investigación según criterios de alta calidad.

Así como las instituciones requieren llevar a cabo procesos de investigación para fortalecer el sistema educativo, los docentes requieren que los resultados de las mismas impacten los currículos, como lo manifiesta el pedagogo e investigador vasco (1 de marzo, 2017), en el encuentro entre el maestro y los estudiantes se da el proceso de preguntar al aprendiz, y luego ese ejercicio los guía a reflexiones y análisis guiados por el maestro, este modelo es replicado por educadores para validar si los estudiantes se apropian de los aprendizajes nuevos. Entonces, la ruta de apropiación del método patentado es una manera de llevar a los estudiantes del programa y sus docentes para aprender y aplicar el proceso. Para el desarrollo de este proyecto se abordan temáticas como la apropiación del conocimiento, se explica el método patentado, conceptos como el modelado sobre el maniquí, el residuo textil, métodos para construir prendas de vestir y la construcción de prendas cero residuos, esto para dar fundamento teórico al proceso investigativo.



TECNOLOGÍA & DISEÑO
AÑO 10 • NÚM. 16 • JUL. - DIC. 2021
pp 69 - 83

Apropiación del conocimiento

La apropiación es una de las cuatro tipologías de productos que establece el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (Minciencias) de Colombia. La divulgación de la investigación es responsabilidad de los científicos para que ésta llegue a las comunidades y se la puedan apropiar, adecuar, apoderar de ella y emplearla en la solución o necesidad. Para el caso de la apropiación como herramienta de conocimiento para la sociedad, según Ruiz (2009), los grupos sociales requieren de espacios de interacción en el que usan sus habilidades cognitivas y saberes para interactuar y comunicarse.

Por otro lado, autores como Cabrera, Santos y Serrano (2017), manifiestan la importancia, pertinencia y relevancia de socializar el conocimiento por parte de la comunidad científica, no sólo para empoderar a los grupos sociales, sino también para dinamizar los procesos de innovación, creación y productividad; en este orden de ideas, los resultados de la investigación deben llegar a las comunidades para que se beneficien de ello y sean aplicados, de lo contrario, se pierde el sentido del estudio. Dicho lo anterior, la apropiación, la divulgación y la socialización del conocimiento son el último eslabón en el proceso de la investigación para llegar a quienes lo necesitan y que se pueda validar el impacto de los resultados.

Método patentado

La patente concedida al programa de Diseño de Modas de la CUN es el resultado de la labor investigativa adelantada entre el año 2016 y 2019, cuando se confiere la misma, cabe resaltar que una patente es un producto técnico y tecnológico, según Minciencias. La patente de "Método para construir prendas de vestir modeladas sobre el maniquí sin generar residuo textil", no produce los sobrantes de los cortes en la producción de vestuario, un tema que abruma a la industria, que ante la falta de políticas públicas no formaliza de manera adecuada la eliminación de residuos. La gestión de los sobrantes textiles no está tipificada en el Decreto 838 (25 de marzo de 2005) y deja sin herramienta el manejo de este tipo de elementos, así como la manera de hacer una adecuada eliminación o inclusión en el sistema productivo.

Mientras, la revisión de la literatura consultada de patentes relacionadas con la línea disciplinar evidencia poco número de contenido, esto corresponde a los ciclos cortos que presenta la industria de la moda y como consecuencia se recurre a registros de marca, por ejemplo. El referente más cercano en métodos de patentes proviene de España y el autor Cordero (2010) afirma que consiste en un "Método para modelar y bocetar prendas de vestir" mismo que emplea un *software* con patrones base para realizar interpretaciones y de esta manera obtener un desarrollo de prototipo en menor tiempo.

Modelado sobre el maniquí. El concepto de modelar corresponde a una técnica de trabajo en 3D sobre el cuerpo, para dar forma de acuerdo al diseño que se desea formar. El modelado como práctica profesional del diseñador de modas corresponde a recrear propuestas de indumentaria en donde el creador puede observar todo el potencial, así como los movimientos y comportamientos del material textil. Para autores como Fischer (2010) el drapear es sinónimo de modelar, "[...]dar forma a una pieza de tejido sobre el maniquí o sobre una modelo" (*ibid*.:120).

Para desarrollar la técnica de modelado se requiere de un maniquí al que se le deben tomar las medidas. En cuanto a los materiales, se recomienda usar el textil en el que se va a realizar el atuendo, sin embargo, es común emplear lienzo para desarrollar patrones de cuellos, mangas o solapas. Otro aspecto importante es marcar muy bien el hilo, el través de la tela y el

> **El modelado como práctica profesional del diseñador de modas, corresponde a recrear propuestas de indumentaria en donde el creador puede observar todo el potencial, así como los movimientos y comportamientos del material textil.**

sesgo si el diseño así lo requiere, para poder manejar el material sobre el cuerpo se aconseja experimentar con la caída de la tela, dependiendo la dirección de la misma, para dimensionar y entender los efectos de las diversas posiciones del material. Este método patentado ayuda a aprovechar 100% del material textil, por lo tanto, no se da el desperdicio y la contaminación con los residuos sólidos que suman 5.78% del total que se producen en la ciudad de Bogotá según la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP. 07, agosto de 2021).

Dicho lo anterior, en la enseñanza del diseño el tema radica en potenciar procesos de enseñanza basados en aprendizaje mediante la experiencia, fomentar el análisis y comprensión de las formas; por ejemplo, según Barros (2013) usar la metodología de taller de laboratorio en donde el estudiante recibe una serie de instrucciones para llegar a un producto de moda. Por otro lado, autoras como Doria (2014) hablan de la enseñanza del diseño como la experimentación para gestar objetos, es un aprendizaje basado en "algo" y ese ejercicio es pretexto para hacer la práctica y llegar a un aprendizaje. Pero, ¿qué ocurre con los residuos del proceso de experimentación? El método patentado es una opción para la formación de diseñadores responsables de su entorno, y lo más valioso es que reduce a cero el residuo, mientras la industria tradicional arroja desperdicios entre 20 y 15%, con ello se contribuye al mejoramiento y el impacto positivo de la industria de la moda frente a los contextos y ecosistemas.

Residuo textil. La historia del residuo se conecta con los sinónimos de desecho y basura, antes del siglo XX, según Jiménez (2017) el crecimiento de las ciudades implicó una gestión de los residuos, de hecho, los materiales en desuso se alcanzaron a incluir en un modelo de reciclaje que, con la industrialización, terminaron por acabar con el precario sistema de reciclaje. Se evidenció que los desechos implican mayor costo al reutilizarlos, y poco a poco se incrementó la cantidad de material en desuso alrededor de todo el mundo hasta llegar a finalizar el siglo XX, cuando se encuentra que el volumen de residuos del consumo genera grandes afectaciones ambientales a la sociedad.

De acuerdo con lo anterior, en Bogotá se producen a diario 318 toneladas de prendas en desuso que culminan en las calles, las alcantarillas y en el botadero de la ciudad (Semana, 20 de febrero, 2020) algunos pasos para mejorar la gestión de los textiles es conocer la jerarquización de los residuos, y realizar un plan de reducción para minimizar el volumen de sobrantes. En la industria de la moda es posible emplear alternativas de diseños que busquen disminuir los materiales de desperdicio, en esta línea se encuentra la marca Riochevi, incluye sus residuos de producción para hacer nuevos hilos, otro porcentaje lo emplea para rellenos de colchones, almohadas y en la industria automotriz (Riochevi, 2019). Una opción más es donar los residuos para emprendimientos que reciben el material a costo cero, para generar modelos de negocio sostenibles como: tapetes, tejidos de hamacas, diseño de accesorios para mujer, bolsos con módulos... entre ellos se encuentran: en la ciudad de Medellín se encuentra la marca de textiles Natuh Ecohilandes, esta empresa recicla algodón y botellas plásticas PET, con las que luego produce textiles totalmente sostenibles, también apoya a otras marcas sostenibles en la línea de creación y así mejorar

sus productos. (Abuchaibe, 2019). Otra de las iniciativas es el de las ingenieras de la Universidad Nacional, que recogen prendas de segunda mano, y con ello realizan prendas, marquillas y etiquetas, con mano de obra local, otra parte la venden en tiendas o la donan a fundaciones de caridad (Agencia de noticias UN. 15 de agosto, 2018).

La segunda alternativa es el reuso de prendas, en esta línea se encuentra la customización de éstas y las tiendas de venta de ropa de segunda mano y trajes clásicos, dentro de los modelos más reconocidos está el Ropero del Minuto de Dios que recoge y dona ropa a comunidades en condición de vulnerabilidad. Otro porcentaje lo vende a bajos costos (Corporación Minuto de Dios, s/d). El tercero es la reutilización de prendas para tomar el material textil y construir nuevas propuestas, con estas acciones se minimiza el desuso de vestuario y el volumen de residuos textiles que terminan en los botaderos de las ciudades donde se encuentran las empresas de confecciones. Entonces, implementar el método patentado presenta una importante alternativa en la reducción de residuos textiles, mismos que ya no van a ser parte de la problemática ambiental frente a su manejo, sino que benefician a la sociedad, el entorno y la calidad de vida.

Desde la academia es importante la sensibilización de los estudiantes frente al aprovechamiento de los materiales textiles y su desuso. También emplear los *software* de diseño para obtener datos de eficiencias y consumos de material por producto. La industria a nivel nacional es consciente de la importancia de este tipo de herramientas tecnológicas, sin embargo, hace falta más conocimiento del empleo de manera adecuada del textil y minimizar los residuos textiles. Entre los programas de diseño para trabajar en la industria de la moda y controlar el volumen de residuos textiles se cuenta con Audaces. Otro *software* de manejo de textiles es Optitex, en este sistema también se pueden visualizar las eficiencias de los trazos para producción y brinda información de porcentaje de desperdicio del material textil. (Software Optitex versión 19.5).

La pedagogía del diseño de modas tiene un campo amplio por explorar debido a que es una titulación joven, en el cual se encuentran pocos documentos científicos para abordar los retos del siglo XXI, manejo de residuos y su relación con las tecnologías, el material encontrado se refiere a la manera como se enseña el diseño y los procesos creativos que se encuentran fundamentados en el trabajo por proyecto, aprendizaje a partir de la experimentación. Autores como Carvajal (2017) dicen que el pensamiento en el diseño de modas es más cercano al empleado en el diseño industrial, en el que se genera un producto de moda como respuesta a una necesidad encontrada en el mercado, y se emplea un conocimiento para materializar el mismo.

Métodos para construir prendas de vestir

El sistema que se desarrolla es el conocido como patronaje que según Fischer (2010) requiere de la perfección de las líneas y diseñadores con experiencia de 20 años que continúan aprendiendo sobre este tema, la autora también recalca la importancia de trabajar las pinzas en el patronaje y saber hacia dónde moverse para dar el volumen que el cuerpo requiere.

Años más adelante se llega al desarrollo de *software* de moda para realizar lo que antes era un trabajo manual, llevarlo a la industria a través de impresoras de gran tamaño, este proceso contempla algunas ventajas como: tener un archivo de los patrones que se trabajan en la empresa, copias de seguridad de los trazos para la producción en serie y, por último, los datos que arroja el programa, como el consumo de material textil por prenda, la eficiencia en cuanto a la ubicación y aprovechamiento de las piezas en el trazo, de aquí se llegan a obtener datos como los desperdicios que se alcanzan, que según autores como Gwilt (2014) están entre el 15 y 20%.

En la última década la tendencia muestra el trabajo de prendas de patronaje que rompe con la estructura tradicional y explora otras formas, en las cuales no se patrona ni ubican las piezas de las prendas de la misma manera, cambia y ofrece opciones, este concepto es conocido como “Patronaje residuo cero” al parecer

la manera de trabajar esta técnica no es tan reciente, pues los kimonos de los japoneses y los trajes hindúes se elaboran con este modelo. El diseñador Timo Rassanen en 1999 estudió la técnica del drapeado de Vionnet, dio un giro y actualización al patronaje para llevarlo al desperdicio cero, de allí iniciaron muchos diseñadores interesados en minimizar los desperdicios e incluir el ingenio y creatividad en el patronaje de la prenda (Slow Fashion Next, 13 de noviembre de 2017).

Metodología

Para el logro de los objetivos se plantea una metodología y enfoque mixto con expresión de datos descriptivos, con técnica de investigación social que emplea la encuesta y la observación como instrumento, que recoge en cada etapa la información y la procesa como insumo para el desarrollo del proyecto, se establecen criterios de aprendizaje por niveles para poder categorizar las respuestas de los estudiantes.

Los programas realizan investigación en respuesta a las necesidades de los mismos y las tendencias globales frente a las disciplinas. Por ello, se presenta este proyecto como una oportunidad para llegar al aula y a los estudiantes con resultados de investigación que potencien las dinámicas pedagógicas. El programa de Diseño cuenta con una patente de método que es importante llevar a los estudiantes para que desarrollen prácticas de patronaje sobre el maniquí, se requiere establecer unos pasos para orientar el proceso y validar su apropiación, por ello se necesita de una ruta clara que les permita de manera fácil la aplicación de los conocimientos adquiridos en su ejercicio de diseño y producción de objetos de moda, esto lleva a enlazar los conocimientos que aporta cada una de las asignaturas desde el área de creación, producción, el tema de la responsabilidad social y ambiental que se convierte en un conocimiento transversal, hasta llegar al área de tecnología, para potenciar los proyectos de aula y la formación investigativa, en consecuencia, se plantea la pregunta: ¿Cómo desarrollar una ruta que permita a los estudiantes y docentes de Modas de la CUN la apropiación del método para construir prendas de vestir modeladas sobre el maniquí sin generar residuo textil?

TECNOLOGÍA & DISEÑO
AÑO 10 • NÚM. 16 • JUL. - DIC. 2021
pp 69 - 83

Objetivos

Desarrollar una ruta que permita a los estudiantes y docentes de Modas de la CUN la apropiación del método para construir prendas de vestir modeladas sobre el maniquí sin generar residuo textil.

1. Demostrar el método patentado por medio de talleres sincrónicos con el grupo de docentes y estudiantes.
2. Emplear el material fílmico recolectado en la elaboración de tres videos de aprendizaje para la socialización del método patentado.
3. Comprobar la apropiación del método a partir de los resultados de los talleres.

La población corresponde a una muestra de los profesores de Diseño de Bogotá que toma el primer taller para perfilar la metodología, luego un grupo de 87 estudiantes, las edades de la muestra están entre 17 y 55 años que corresponden a estudiantes de jornada de la mañana y la noche del programa de Modas de la CUN, los semestres están entre primero a noveno e incluye egresados de la titulación.

La metodología se divide en tres etapas claves que se describen a continuación:

1. **Primera etapa:** se hace la capacitación con los docentes del programa para perfilar la metodología, y luego por medio de la convocatoria para vincular a los estudiantes de modas de primero a noveno semestres para inscribirse al taller que va a constar de tres encuentros sincrónicos a través de la herramienta tecnológica *meet*, para ello se diseña una pieza publicitaria que invita a conocer el método, el *link* de inscripción, y materiales. Luego de ser inscritos en un formulario se les envía a vuelta de correo una infografía con la explicación concreta del método y lo que se va a realizar en cada encuentro. Más adelante se desarrollan las tres sesiones que son grabadas para estudiar el resultado de cada encuentro y recolectar las impresiones de los estudiantes del nivel de aprendizaje al culminar el taller. Este proceso se realiza desde febrero y marzo, así se desarrolla el primer objetivo. Demostrar el método patentado por medio de talleres sincrónicos en el grupo de estudiantes y docentes.

Actividad 1. Perfilar metodología con docentes del programa y convocatoria para inscripción de estudiantes a taller de modelado, se diseña pieza publicitaria con *link* de inscripción y fechas de participación.

Actividad 2. Organización del primer encuentro del taller para elaborar blusa moldeada sobre el maniquí, se hace la infografía y la guía No 1. Se graba el encuentro para recoger material fílmico.

Actividad 3. Organización del segundo encuentro del taller para elaborar una falda sobre el maniquí y hacer la guía No 2. Se graba el encuentro. Recolección de registro fotográfico por parte de los estudiantes e impresiones del taller.

Actividad 4. Organización del tercer encuentro del taller y preparar la guía No 3 para realizar vestido sobre el maniquí sin generar residuo textil. Recolectar impresiones de los estudiantes frente al nivel de aprendizaje al culminar el taller y grabar el encuentro.

2 **Segunda etapa:** se estudia el material fílmico recolectado y se organiza para hacer tres videos de aprendizaje, en los que se enseña cómo emplear el método para hacer prendas sobre el maniquí, en esta etapa se edita y se escribe el guión de estas actividades que toman dos meses más.

Actividad 5. Revisión del material recogido en el primer encuentro, planeación, ajustes, edición de primer video de aprendizaje.

Actividad 6. Revisión del material del segundo encuentro, planeación, ajustes y edición segundo vídeo de aprendizaje.

Actividad 7. Revisión del material del tercer encuentro, planeación, ajustes y edición tercer video de aprendizaje.

3 **Tercera etapa:** para comprobar la apropiación del método a partir de los resultados de los talleres se deben observar los resultados, analizarlos y cruzar la información con las impresiones manifestadas por los asistentes al taller en cada una de las sesiones.

Actividad 8. Se estudia el material recolectado en cada uno de los tres encuentros, se analiza y se contrasta con las impresiones de los estudiantes participantes en el taller. Diseñar instrumento con categorías de aprendizaje, apropiación.

Actividad 9. Diseño de mapa digital para complementar los recursos de orientación del taller.

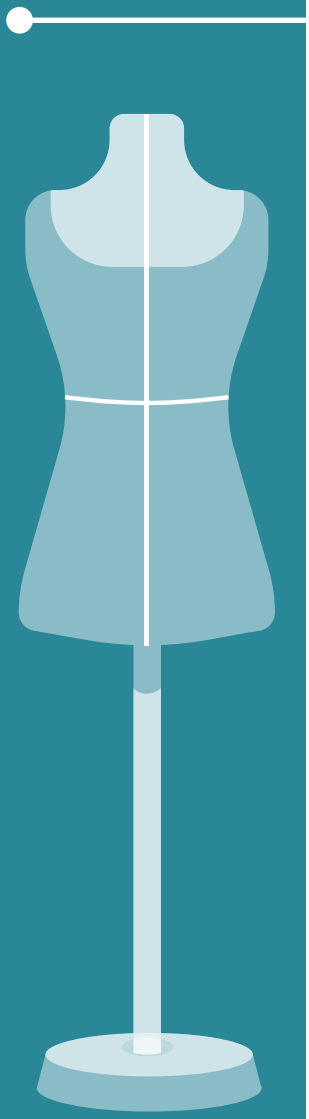
Actividad 10. Consolidación de documento para entrega con resultados.

Con el "Desarrollo de una ruta de apropiación por parte de los estudiantes y docentes de Modas de la cun del método para construir prendas de vestir modeladas sobre el maniquí sin generar residuo textil" se espera la aplicación del método por parte de la comunidad y elaboración del material visual necesario para llegar a los docentes de las regionales y que ellos puedan socializar el tema a sus estudiantes.

Resultados

Con el desarrollo de la actividad uno con los docentes se evidencia que la infografía es la herramienta inicial ideal para ubicarlos en el contexto, con relación al tema abordado en cada uno de los tres talleres, formas y materiales a emplear, sin embargo, también se encuentra que se debe hacer una guía visual específica para cada taller, con imágenes y paso a paso. Entonces, se crea una para cada sesión (tres en total) diferentes a la creadas para los profesores. Los asistentes al taller son siete docentes, dos del área creativa, uno del área digital y cuatro del área de producción. Entre las percepciones de los profesores frente al método se recogen apreciaciones como hacer experimentaciones con las mismas tres prendas, pero en diferentes materiales: en tejido de punto, tejido plano al sesgo y al hilo para analizar comportamientos de las telas. También se ubica que es importante definir en comité curricular, a partir de qué semestre enseñar a los estudiantes como parte de los contenidos de los *syllabus* el método, se sugiere que quinto semestre es un nivel en donde se puede apropiar el tema. Otra apreciación importante que manifiesta una de las docentes frente al método es el componente sostenible, que evita generar residuos textiles para minimizar impacto medio ambiental causado por la industria de la moda.

TECNOLOGÍA & DISEÑO
AÑO 10 • NÚM. 16 • JUL. - DIC. 2021
pp 69 - 83



Para la convocatoria al taller de tres sesiones se realiza una pieza gráfica con un *link* de inscripción, esto corresponde a las actividades 2, 3 y 4, se inscriben 87 participantes entre primero a séptimo semestre, y un porcentaje pequeño de egresados, de ellos 85% pertenece a la regional de Bogotá, 11% a la regional de Ibagué, 4.6% a la regional de Santa Marta, y 3.4% son estudiantes egresados. El uso de las tres guías especialmente creadas para los estudiantes propicia el desarrollo paso a paso de cada una de las actividades planeadas, esto hace que se experimente con el método y que la ruta de apropiación genere el aprendizaje. Al final de cada presentación se recogen percepciones de los estudiantes frente al método, otros las registran en el formulario creado para ello.

De la segunda etapa se desarrollan las actividades 6, 7 y 8, recopilar el material fílmico y se procesa hasta convertirlo en tres videos de aprendizaje, que junto a las guías son insumo para la ruta de apropiación. El encuentro con los estudiantes y el manejo de las guías se pasan a documentos PDF interactivos para que los usuarios del método puedan correr de manera fácil y organizada hacia adelante paso a paso.

Mientras, en la tercera etapa se realizan las actividades 8, 9 y 10. Entonces, en la actividad 8 basada en las grabaciones se recopilan de los estudiantes participantes los siguientes testimonios:

> *Hace que el patronaje sea más sencillo; en tanto egresada opina: que debe ser chévere presencial, trabajar sobre el maniquí más divertido, más práctico y va uno a la fija, más seguro para que el modelo vaya al cuerpo de la clienta.*

De acuerdo con la información recolectada se evidencia una recepción positiva por los asistentes al taller quienes, a pesar de ser de diferentes semestres, comprenden el método y ventajas como el hecho de evitar errores al modelar sobre el cuerpo, es decir, en 3D. También son conscientes de la posibilidad de crear más detalles en los objetos.

Expresiones como *complacida* y *alegría* permiten entender el nivel de motivación y entendimiento frente al método, esto explica la disposición y alta participación. Se ubican apreciaciones entre muy interesante, me encantó, muy bueno en la valoración del taller. También se encuentra que a los participantes les gustaría que este espacio fuera presencial, mientras la valoración del mismo se establece en cinco criterios para calificarlo, como resultado se recopilan los siguientes datos: 68.4% de los asistentes lo ubica en excelente, en tanto, 31.6% lo categoriza en bueno, los tres criterios que restan, regular, no era lo que esperaba y bajo, no fueron usados por los participantes. Lo que muestra la receptividad de las actividades y las didácticas empleadas. En la tabla 1 se organizan las percepciones y se categorizan para obtener los porcentajes.

Con los talleres dados a los estudiantes de diseño a través de la herramienta tecnológica *meet* se recopilan recursos con los que se editan tres videos que hacen parte de los insumos para socializar el método patentado a los estudiantes y docentes del programa que no participaron en este taller. También se obtiene una infografía, tres guías, una por cada tipo de prenda que se enseña en el método y, por último, un mapa interactivo para que el estudiante se involucre en él de una manera amena y didáctica en el aprendizaje (Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016).

Las categorías del aprendizaje y apropiación se establecen en cuatro niveles: muy alto, alto, medio y bajo. En la tabla 1 anexa se cruzan las categorías con las percepciones de los estudiantes participantes en los talleres, el criterio de nivel muy alto se establece con la palabra "más" y dos adjetivos; nivel alto con la palabra "más" y un solo adjetivo; nivel medio ausencia de la palabra "más" y el indicio de expresiones positivas; por último, nivel bajo, no estar del todo conforme, o negativo, entonces 28.6% son expresiones de nivel muy alto, 42.8% de nivel alto y 28.6% de nivel medio, no se registran manifestaciones de tono negativo, por ende, no hay porcentaje en nivel bajo. Así, se encuentra que el nivel de aprendizaje y apropiación son de niveles positivos para toda la comunidad participante.

Tabla 1. Aprendizaje y apropiación del método patentado

CATEGORÍAS	PERCEPCIÓN	NIVEL MUY ALTO	NIVEL ALTO	NIVEL MEDIO	NIVEL BAJO	OBSERVACIONES
Aprendizaje Apropiación	Hace el patronaje más sencillo.		x			Palabra "más" y un adjetivo
Aprendizaje Apropiación	Presencial, sobre el maniquí más divertido, práctico, seguro, al cuerpo.	x				Palabra "más" y dos adjetivos
Aprendizaje Apropiación	Más precisión, prenda entallada, en papel margen de error.	x				Palabra "más" y dos adjetivos
Aprendizaje Apropiación	Ambiental, ahorrar materiales, puedo imaginar más detalles.		x			Palabra "más" y un adjetivo

CATEGORÍAS	PERCEPCIÓN	NIVEL MUY ALTO	NIVEL ALTO	NIVEL MEDIO	NIVEL BAJO	OBSERVACIONES
Aprendizaje Apropiación	Más interactividad, hace rato quería aprender modelado.		x			Palabra “más” y un adjetivo
Aprendizaje Apropiación	Complacida			x		Tono “bastante” amable
Aprendizaje Apropiación	Presencial el taller			x		tono positivo desea profundizar
Aprendizaje Apropiación	Alegría por espacio, excelente reforzar conocimientos.		x			Tono “bastante” positivo
Aprendizaje Apropiación	Muy buena técnica, más exactitud	x				Palabra “más” y dos adjetivos
Aprendizaje Apropiación	Muy bueno, muy práctica y rápida.	x				Palabra “más” y dos adjetivos
Aprendizaje Apropiación	Más genial el método.		x			Palabra “más” y un adjetivo
Aprendizaje Apropiación	Sencillo, evita errores			x		Tono positivo
Aprendizaje Apropiación	Margen de error mínimo se disminuye.			x		Tono positivo
Aprendizaje Apropiación	Hace el patronaje más dinámico.		x			Palabra “más” y un adjetivo

Fuente: elaboración propia año 2021.

Con relación a la actividad 9, el desarrollo de un mapa interactivo que indica cómo inicia el método los lleva a mirar la infografía para saber cuáles son los materiales requeridos para ponerlo en práctica y reúne los insumos construidos, luego los lleva por la ruta para observar los videos y explorar las guías interactivas, para navegar en el aprendizaje a través de una experiencia didáctica, (Casasola, 2020) del modelado sobre el maniquí sin producir residuos. En la figura 1 se pueden ver los videos de aprendizaje editados al ingresar al código QR.

Por último, la consolidación del documento permite entender que los insumos realizados para construir esta ruta de apropiación del método patentado propicia espacios de aprendizaje no sólo sincrónicos sino asincrónicos, en el que el estudiante es el gestor de su tiempo, revisa las guías, las puede volver a ver para repetir o salir de alguna duda, y los videos orientan con los ejemplos que hace la tutora del ejercicio y lo puede replicar, también es importante recalcar que el componente de sostenibilidad del método hace que los estudiantes se interesen más por conocerlo, aplicarlo y experimentar con él.

Figura 1. Código QR videos de aprendizaje. Fuente: autora del proyecto 2021.

Conclusiones

La socialización del método patentado se realiza en dos espacios, el primero con los docentes y ello permite el ajuste de la metodología y los recursos a emplear para el desarrollo de las actividades en los talleres con los estudiantes. Las observaciones y la participación de los docentes hacen que se tengan en cuenta las necesidades de los estudiantes para orientar el taller de manera virtual. La participación consta de 87 estudiantes de las regionales de Bogotá, Ibagué y Santa Marta, para esta actividad se realizan tres guías, una para cada encuentro, además de una infografía para dar las primeras orientaciones y contexto antes de iniciar los talleres, el interés de los estudiantes por vincularse al taller se relaciona con el componente de sostenibilidad que tiene el método patentado, tema que es importante para la comunidad educativa, especialmente los jóvenes y la preocupación por el cuidado de su entorno.

El material grabado en los talleres se edita para hacer tres videos de aprendizaje que hacen parte de los recursos planificados en la ruta de apropiación de la patente, estos productos condensan la información paso a paso y muestran la construcción de cada una de las tres prendas que conforman el método de modelado sobre el maniquí. El desarrollar los insumos para la apropiación del método garantiza una mayor cobertura para todo el programa, la participación fue de 87 alumnos, es decir, que se requiere llegar a toda la comunidad de estudiantes para tener una apropiación total del método patentado.

En síntesis, al culminar cada una de las tres sesiones del taller, los estudiantes manifiestan sus percepciones frente al método y la manera sencilla en que se hace, además de valorar el mismo entre dos categorías de cinco presentadas, excelente y bueno, con estos datos se encuentra un nivel alto de apropiación y entendimiento, teniendo en cuenta que el método tiene características como ahorro de tiempo, evitar errores a la hora de desarrollar el patrón, da precisión para ubicar pinzas, escote y ajuste de la prenda, por último, aporta en el manejo de residuos textiles, un aspecto fundamental que conecta con la problemática ambiental que genera en un porcentaje importante la industria de la moda. La apropiación del método se da de manera intuitiva porque se desarrolla el patronaje sobre el maniquí en 3D, debido a que el patronaje en 2D tiene mayor grado de complejidad, manejo de fórmulas de memoria y entender el cuerpo en sus formas cóncavas y convexas, éste es aceptado en nivel muy alto, alto y medio, el criterio de apropiación y aprendizaje bajo no se elige.

Como recomendación, es importante continuar con los talleres de socialización del método empleando los insumos realizados en esta ruta de apropiación la infografía, el mapa, las guías para cada encuentro y los videos, este material permite que los talleres sean asincrónicos y se experimente en horarios y espacios libres sin necesidad de un tutor, con ello se dará mayor cobertura a todas las regionales en las que el programa de Diseño tiene presencia, teniendo en cuenta el objetivo general de este proyecto de investigación.

A futuro, por la unidad de innovación de la institución se presentó un proyecto para realizar un diplomado del método que fue aprobado, y se solicita hacer una especialización con el tema, esto obedece al interés que ha generado el conocer el método por los estudiantes y egresados del programa, además de evidenciar que no hay especializaciones en el mercado relacionadas con patronaje y eje de sostenibilidad, por ello, se requiere desarrollar los contenidos de cada sesión y los insumos obtenidos en este proyecto, que serán usados para la etapa introductoria de dicho diplomado.

Referencias

Abuchaibe, M. D. (2019). Aprovechamiento y transformación de residuos textiles para el desarrollo de accesorios complementarios de moda. [Trabajo de pregrado]. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Arquitectura y Diseño. Diseño Industrial. disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/46139/Documento%20tesis.docx.pdf?sequence=2>.

Agencia de noticias UN (15 de agosto, 2018). *Prendas nuevas a partir de residuos textiles*. Disponible en <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/prendas-nuevas-a-partir-de-residuos-textiles.html>.

Jiménez-Tenorio, N. y J. M. Oliva (2016). "Análisis reflexivo de profesores de ciencias de secundaria en formación inicial en torno a diferentes secuencias didácticas", en *Revista EUREKA de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias,* 13(2), 423-439. Disponible en <http://hdl.handle.net/10498/18298>.

Barros, E. L. (2013). "Propuesta para una pedagogía del diseño de modas", *en Revista Arte y diseño,* vol. 11, núm. 1. pp. 12-16. Disponible en <http://ojs.uac.edu.co/index.php/arte-diseno/article/view/257/241>.

Cabrera-Flores, M., S. López Leyva y A. Serrano Santoyo (2016). "Relevancia, pertinencia y socialización del conocimiento. ¿Cómo contribuyen los investigadores a la innovación de Ensenada, México?", en *Investigaciones Regionales – Journal of Regional Research*, 37 pp. 31 a 53. Disponible en <https://investigacionesregionales.org/wp-content/uploads/sites/3/2017/09/02-CABRERA.pdf>.

Carvajal-Villaplana, A. (2017). "Diseño, innovación y moda: entre la tecnología y el arte", en *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, vol 1. (22). Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4779/477951390003/html/index.html>.

Casasola, R. W. (2020). *El papel de la didáctica en los procesos de enseñanza aprendizaje universitaria*. ORCID: 0000-0002-0927-5049. Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/com/v29n1/1659-3820-com-29-01-38.pdf>.

Cordero, O. J. M. Patente de España ES2363963B1 (2010). *Método para modelar y bocetar prendas de vestir.* Disponible en <https://patents.google.com/patent/ES2363963B1/es>.

Corporación El Minuto de Dios. (s.d). *Banco de ropa y roperos. Dona lo que no usas y ayuda a quienes lo necesitan*. Disponible en <https://www.minutodedios.org/programa/banco-de-ropa>.

Decreto 838 de 2005. *Sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones*. República de Colombia. Disponible en <https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec_0838_230305.pdf>.

Doria, P. (2014). *Sobre la enseñanza del diseño de indumentaria. El desafío creativo (enseñanza del método)*. Cuaderno 48. Centro de estudios de diseño y comunicación. p. 37-47. Disponible en <https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/archivos/462_libro.pdf>.

Extra (26 de septiembre, 2018). *Llegaron a Bogotá los accesorios hechos a base de textiles reciclados*. Disponible en <https://extra.com.co/noticias/bogota/llegaron-bogota-los-accesorios-hechos-base-de-textiles-r-463716>.

Fischer, A. (2010). *Construcción de prendas. Manuales de diseño de modas*. Barcelona:Gustavo Gili.

Gwilt, A. (2014). *Manuales de diseño de modas. Moda sostenible*. Barcelona: Gustavo Gili.

Jiménez, M. N.M. (2017). "El residuo: producto urbano, asunto de intervención pública y Objeto de la gestión integral", en *Cultura representaciones soc*, vol.11, núm. 22. México. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-81102017000100158>.

Semana Sostenible. (20 de febrero, 2020). *Proponen los residuos convertir los textiles en materiales de construcción*. Disponible en <https://sostenibilidad.semana.com/impacto/articulo/proponen-convertir-los-residuos-textiles-en-materiales-de-construccion/48686>.

Slow Fashion Next. (13 noviembre de 2017). *Diseño cero desperdicios*. Disponible en <https://www.slowfashionnext.com/blog/diseno-cero-desperdicios/>.

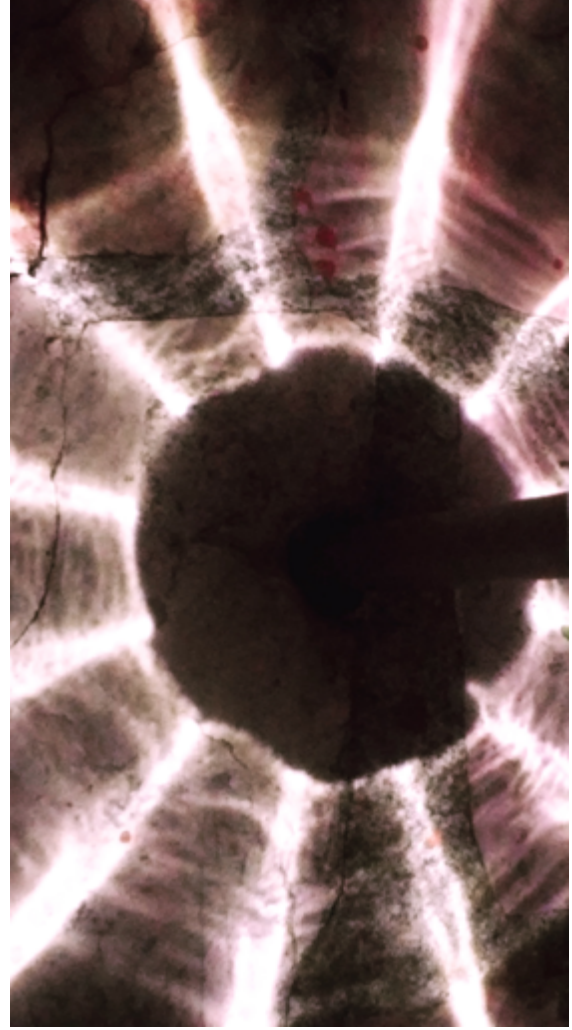
Sotfware Optitex (s/d). Optitex para Windows 10. Disponible en <https://es.all10soft.com/optitex-windows-10/>.

Riochevi (2019). Disponible en Waliruu. <https://waliruu.com/riochevi/>.

Ruiz, T. P. (2009). *La investigación en el tema de socialización. Psicogente,* 12 (22): pp. 326-340. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/4975/497552354006.pdf>.

Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos. UAESP (07, agosto de 2021). Detalles del peso por materiales de residuos sólidos en Bogotá. Disponible en <https://www.uaesp.gov.co/content/observatorio-residuos-solidos>.

Vasco, E. (1 de mayo, 2017). "El aula como espacio de investigación", en *Magisterio*. Disponible en <https://www.magisterio.com.co/articulo/el-aula-como-espacio-de-investigacion>.



TECNOLOGÍA & DISEÑO
Núm. 16, 2021

ISSN 2594-0341 (versión electrónica)
ISSN 2007-8781 (versión impresa)

La edición estuvo a cargo del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización. Indexada por el Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (LATINDEX). Página electrónica de la revista: http://revistatd.azc.uam.mx y correo electrónico: revistatd@azc.uam.mx.
Tamaño de archivo 9.6 MB.

Universidad Autónoma Metropolitana
Dr. José Antonio de los Reyes Heredia
Rector General
Dra. Norma Rondero López
Secretaria General

Universidad Autónoma Metropolitana
unidad Azcapotzalco
Dr. Oscar Lozano Carrillo
Rector de Unidad
Dra. Yadira Zavala Osorio
Secretaria de Unidad

División de Ciencias y Artes para el Diseño
Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas
Director
Mtra. Areli García González
Secretaria Académica
Dr. Edwing Antonio Almeida Calderón
Jefe de Departamento de Procesos
y Técnicas de Realización

Universidad Autónoma Metropolitana
Casa abierta al tiempo Azcapotzalco

CYAD

Procesos
y Técnicas de Realización

latindex
Revista Indexada