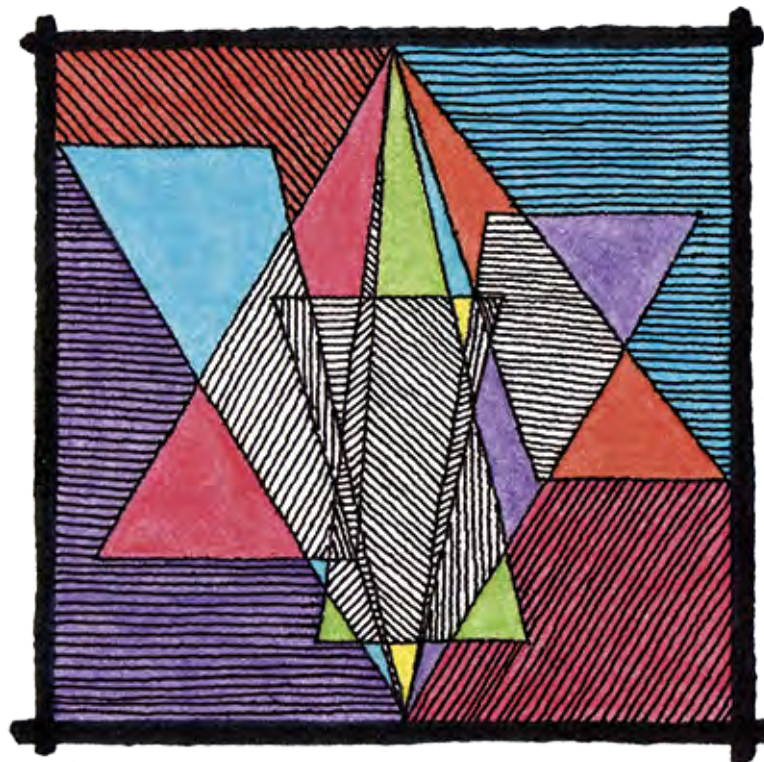


Tecnología & diseño

Publicación Semestral de Investigación del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización
Año 10 • núm. 15 • enero - junio 2021.



Diseño de un Sistema Robótico Multipropósito para la terapia de rehabilitación física. Caso de estudio: miembros superiores

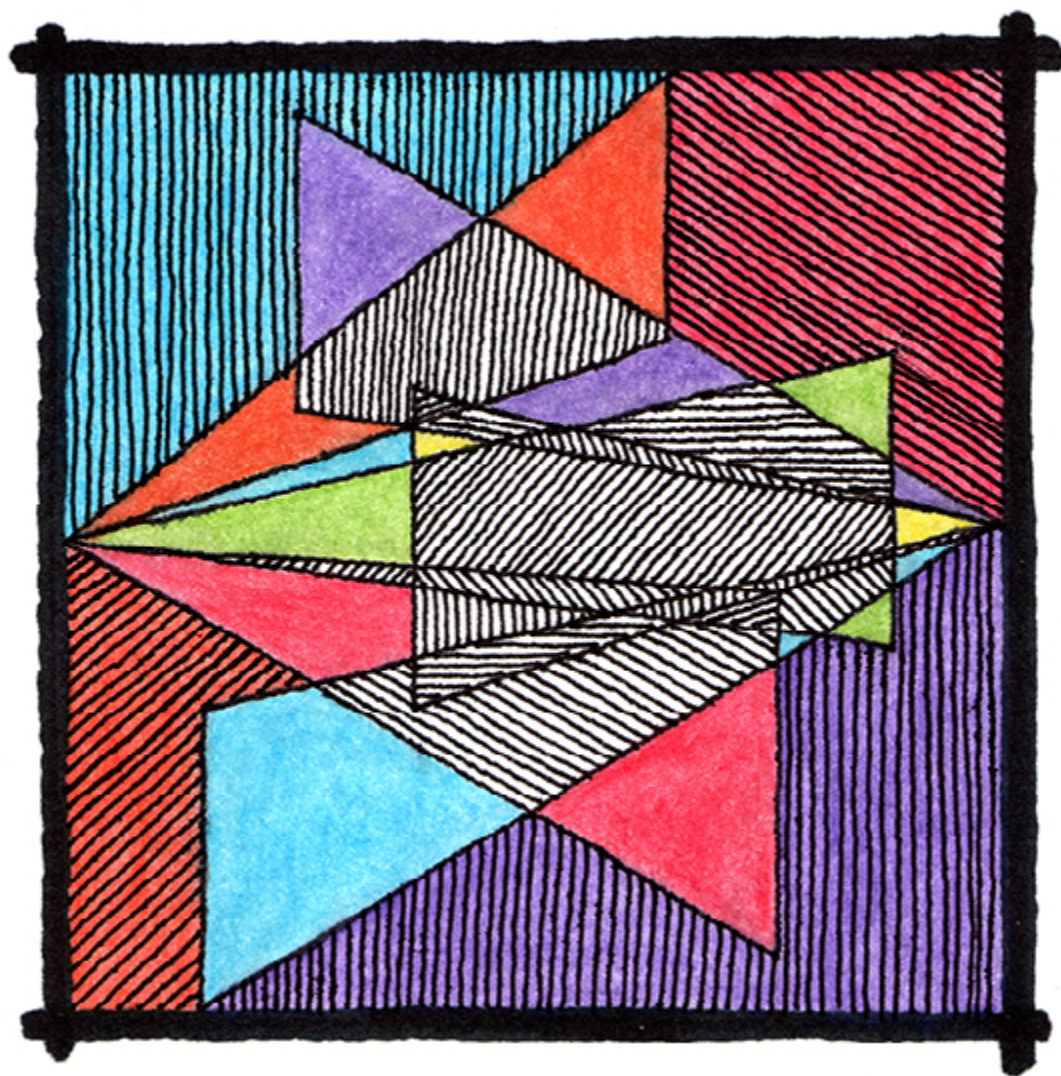
Experiencias educativas con aprendizajes combinados y un domo de inmersión, un estudio de caso

Simulación sobre una viga en voladizo de forma tubular a través de un análisis estático mediante un *software* CAD

Diseño de aplicación para la difusión de conocimiento especializado sobre pastos marinos. Caso de estudio *App Seagrass ID*

Propuesta sostenible para el diseño interior de viviendas de interés social. Caso Parroquia Totoras, Tungurahua-Ecuador

Modelo de competencias para el diseñador gráfico en las industrias creativas

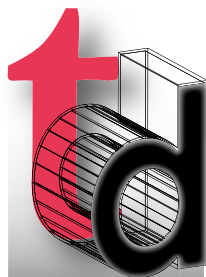




10
años



Presentación	7
Diseño de un Sistema Robótico Multipropósito para la terapia de rehabilitación física. Caso de estudio: miembros superiores Piero Páez García Edwing Antonio Almeida Calderón	11
Experiencias educativas con aprendizajes combinados y un domo de inmersión, un estudio de caso Alejandro Casales Navarrete	27
Simulación sobre una viga en voladizo de forma tubular a través de un análisis estático mediante un <i>software</i> CAD Iván Alonso Lira Hernández Rodrigo Ramírez Ramírez	49
Diseño de aplicación para la difusión de conocimiento especializado sobre pastos marinos. Caso de estudio <i>App Seagrass ID</i> Magdiel Juárez Guerrero Selene Marisol Martínez Ramírez Darío Emmanuel Vázquez Ceballos	61
Propuesta sostenible para el diseño interior de viviendas de interés social. Caso Parroquia Totoras, Tungurahua-Ecuador Andrea Cristina Goyes Balladares Pablo Alexis Sánchez Núñez	75
Modelo de competencias para el diseñador gráfico en las industrias creativas Adolfo Guzmán Lechuga María del Socorro Gabriela Valdez Borroel	91



Revista Tecnología & Diseño CONVOCATORIA

Postulación de artículos para ser publicados en el núm. 16

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 a 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 a parte del texto, con sangría 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 num. 16 (julio a diciembre de 2021): 30 de marzo de 2021.

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, Editora responsable.

E-mail: revistatd@correo.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

Eduardo Abel Peñalosa Castro
Rector General

Dr. José Antonio de los Reyes Heredia
Secretario General

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco

Dr. Oscar Lozano Carrillo
Rector de Unidad

Dra. María de Lourdes Delgado Núñez
Secretaría de Unidad

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Dr. Marco Vinicio Ferruzca Navarro
Director

Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas
Secretario Académico

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
Rebeca García Hernández
Bryan Rodrigo Osorio Muro
Julio César Sánchez Ramos
Diseño y Formación

Mtra. Mónica E. Gómez Ochoa
Diseño de Portada

Tinta Negra Editores
Corrección de Estilo

Mtra. Laura Angélica Lancón Rivera
Imágenes de portada, portadilla y colofón

Comité Editorial de la Publicación

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

Dr. Víctor Guijosa Frago
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)

Dra. Martha Tappan Velázquez
Universidad Anáhuac, Norte (México)

TECNOLOGÍA & DISEÑO, Año 10, núm. 15, enero- junio 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 la última modificación 30 de junio 2021. Tamaño de archivo 14.6 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.

Muchas son las frases de agradecimiento y felicitación que rondaron por las redes sociales, algunas inspiradoras, otras nostálgicas y una que otra “chusca” que nos sacó una carcajada..., lo cierto es que cada una de ellas están llenas de verdad; **Tecnología & Diseño** se une a todas estas frases, queremos agradecer y hacer un reconocimiento a todos los profesores, de todos los niveles académicos, que a pesar de las dificultades que se presentaron y el reto que implicó la cátedra, echaron mano de lo que tenían, resolvieron y sortearon los obstáculos técnicos y tecnológicos para continuar con su labor, su vocación, interesados siempre en el futuro de nuestros niños y adolescentes, para ofrecerles y nutrir el arma más poderosa: el conocimiento. ¡Gracias maestros!

Por otro lado, queremos compartirles que en este 2021 ¡cumplimos 10 años! gracias al compromiso de trabajo y esfuerzo del equipo que integra la revista, a los autores-investigadores, que gracias a la confianza que nos brindan, hemos difundido, semestre tras semestre, el trabajo de sus investigaciones y, por su puesto, a los lectores. Agradecemos también, al Departamento de Procesos y Técnicas de Realización de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco, por la confianza y el apoyo a este proyecto que tiene como objetivo primordial la difusión del conocimiento.

En este número 15, el Mtro. Piero Paez García y el Dr. Edwing Antonio Almeida Calderón, interesados en las personas que sufren de alguna discapacidad motora de miembros superiores e inferiores, presentan “Diseño de un Sistema Robótico Multipropósito para la terapia de rehabilitación física. Caso de estudio: miembros superiores”, premisa para el desarrollo de un sistema robótico que permita la recopilación de información de las causas de la discapacidad y distrofias musculares; realizan una investigación en relación con las características de los robots y las propuestas para la rehabilitación con robots.

El Mtro. Alejandro Casales Navarrete comparte en su artículo “Experiencias educativas con aprendizajes combinados y un domo de inmersión, un estudio de caso”, la necesidad de planear formas de enseñanza con propuestas especializadas que se adapten a las necesidades y contexto social mexicano, implementando las herramientas tecnológicas de información, comunicación y conocimiento, y hace mención a la importancia de la educación como una institución indispensable para el progreso de la humanidad.

“Simulación sobre una viga en voladizo de forma tubular a través de un análisis estático mediante un *software* CAD”, del Mtro. Iván Alonso Lira Hernández y el Dr. Rodrigo Ramírez Ramírez, en el que establecen como objetivo principal analizar el comportamiento de determinado tipo de material con alguna geometría establecida, como caso particular el tubo de aluminio y el bambú con una cierta longitud, diámetro y espesor; de igual manera, este trabajo permite la relación de dos disciplinas: materiales y diseños, fundamentales para el desarrollo de productos y que mediante el uso del *software* permite identificar las variables que presentan y que se deben considerar y verificar con los resultados teóricos a partir de la aplicación de fórmulas.



Por otro lado, Magdiel Juárez Guerrero, la Dra. Selene Marisol Martínez Ramírez y el Mtro. Darío Emmanuel Vázquez Ceballos, en su artículo “Diseño de aplicación para la difusión de conocimiento especializado sobre pastos marinos. Caso de estudio *App Seagrass ID*” tienen como objetivo difundir información especializada mediante el diseño y desarrollo de una aplicación a partir de la implementación de teorías de diseño de interfaz, patrones de diseño móviles y el *framework* de diseño *Material Design*. Proponen una aplicación dirigida a *smartphones* con sistema operativo Android, haciendo uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC).

“Propuesta sostenible para el diseño interior de viviendas de interés social. Caso Parroquia Totoras, Tungurahua-Ecuador”, de la Mtra. Andrea Cristina Goyes Balladares y el Arq. Pablo Alexis Sánchez Núñez, presentan un caso de estudio en Tungurahua, Ecuador, en el que se exponen las condiciones de habitabilidad de las viviendas de interés social; proponen recomendaciones de la aplicabilidad de las fibras de cabuya y totora en espacios interiores con el fin de generar áreas confortables que respondan a las condiciones físicas y naturales del medio e incidir en la salud física y psicológica de quienes las habitan.

Por último, el Dr. Adolfo Guzmán Lechuga y la Mtra. María del Socorro Gabriela Valdez Borroel, en su artículo “Modelo de competencias para el diseñador gráfico en las industrias creativas”, elaboran un estudio descriptivo de las habilidades y competencias que las industrias creativas solicitan de los diseñadores gráficos; con base en este estudio, proponen un modelo con recomendaciones a las instituciones de educación superior para el desarrollo de competencias que se requieren para la formación de los estudiantes, así como para el mercado global.

Junio, 2021.

Mónica E. Gómez Ochoa
Editora de la publicación





Imagen: Rodrigo Osorio Muro

Diseño de un Sistema Robótico Multipropósito para la terapia de rehabilitación física. Caso de estudio: miembros superiores

Design of a multipurpose Robotic System for the physical rehabilitation therapy. Study case: upper limbs

Piero Paez García* Es Ingeniero Mecánico por el Instituto Politécnico Nacional (IPN); obtuvo su grado de maestría en Tecnología Avanzada con su investigación *Caracterización eléctrica y óptica de celdas solares con polímeros semiconductores*, en la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA) del IPN. Laboró en Alcatel-Lucent de Nogales, Sonora, como Ingeniero de Procesos.

Edwing Antonio Almeida Calderón** Es Doctor en Diseño en la línea de Diseño y Desarrollo de Productos; tiene una Maestría en Diseño, Nuevas Tecnologías, Hipermedios, por la Universidad Autónoma Metropolitana; realizó el diplomado en Formación de Facilitadores en Educación para el Diseño, vía internet. Es profesor-investigador titular C de tiempo completo en el área de Diseño Industrial de la UAM, unidad Azcapotzalco. Imparte comúnmente asignaturas como: "Costos", "Diseño para la producción", "Dibujo técnico industrial", "Medios digitales I y II", "Estructuración", "Desarrollo de productos I", "Integral I, II y III". Fue jefe del Área de Investigación de Nuevas Tecnologías y miembro del Comité de Estudios de la Carrera de Diseño Industrial. Fue responsable del colectivo de docencia "Gestión para el Diseño". Fue profesor de asignatura en Universidad del Valle de México, campus Lomas Verdes. Es dueño de Taller-Despacho de Ingeniería y Diseño "Capacitación Integral". Dentro de su cartera de clientes están: Gillete de México, Braun de México y Wilson (J&M Sport). IV Nivel de Inglés en el SELEX de la UAM, TOEFL 533 puntos.

Resumen

El presente documento pretende mostrar la investigación realizada, que servirá como antecedente para el desarrollo de un sistema robótico multipropósito para la terapia en extremidades superiores, mostrando la recopilación de información necesaria respecto de los temas de interés, particularmente: 1) las causas de la discapacidad y las distrofias musculares que requieren terapia de recuperación, 2) las características de los robots existentes, 3) las propuestas para la rehabilitación con robots, y 4) el estado del arte y sus aplicaciones.

Palabras clave: Robots, fisioterapia, rehabilitación, accidente cerebrovascular, distrofias y atrofas musculares, robots para la rehabilitación, discapacidad motora.

Abstract

This document pretend to show the research done that will serve as an antecedent for the development of a multipurpose robotic system for therapy in upper extremities. Performing it the necessary information compilation of the topics of interest, particularly: 1) the causes of the disability and the muscular dystrophies that require recovery therapy, 2) the characteristics of existing robots, 3) the proposals for rehabilitation with robots, and 4) the state of the art and its applications.

Keywords: Robots, physiotherapy, rehabilitation, stroke, muscular dystrophies and atrophies, robots for rehabilitation, motor disability.

Introducción

En este artículo se documenta una revisión de la literatura e investigación sobre dispositivos y sistemas robóticos¹ para la rehabilitación de los miembros superiores e inferiores; con el fin de tener un panorama global sobre los diseños y soluciones que facilitan el avance de nuevos dispositivos y de la información relacionada para el desarrollo de un sistema robótico flexible, incluyendo: 1) las discapacidades causadas por distrofias que requieren terapia de rehabilitación, y 2) las características de los robots existentes.

Interés para desarrollar un sistema robótico multipropósito, para la terapia de rehabilitación

De acuerdo con el Consejo Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad (CONADIS), la población con discapacidad en México es un sector que presenta una situación de salud de gran importancia, lo cual ha derivado en la generación de políticas públicas de salud dirigidas a personas discapacitadas. Según datos del INEGI (2017), de cada 100 personas con discapacidad motora:

- ▲ 41.3% sufrieron alguna enfermedad,
- ▲ 33.1% están afectados por la edad avanzada,
- ▲ 10.7% la adquirieron por herencia, durante el embarazo o al momento de nacer,
- ▲ 8.8% quedaron con lesión a consecuencia de algún accidente,
- ▲ 5.5% debido a otras causas,
- ▲ 0.6% no especificaron el problema.

Uno de los padecimientos más comunes que causan discapacidades motoras es el accidente cerebrovascular, que, por lo regular, ocasiona una parálisis cerebral. La parálisis cerebral es la principal consecuencia de las enfermedades que causan discapacidad motora, la cual constituye una anomalía de la función de movimientos, debido a un defecto congénito o lesión en el cerebro que altera el funcionamiento normal del sistema nervioso central. Este tipo de trastornos causa: 1) distrofias musculares, y 2) daños en la estructura ósea y en las articulaciones.

Las distrofias musculares conllevan a la degeneración y disminución del tejido muscular, a lo cual se le denomina atrofia muscular, ocasionando una pérdida de fuerza que implica rigidez muscular e inmovilidad. Lo anterior causa un daño al tejido muscular, el cual puede ser permanente (Ball *et al.*, 2019).

No existe una cura para las distrofias musculares, sin embargo, los medicamentos y el tratamiento de rehabilitación pueden ayudar significativamente a controlar los síntomas y a disminuir el avance de la enfermedad.

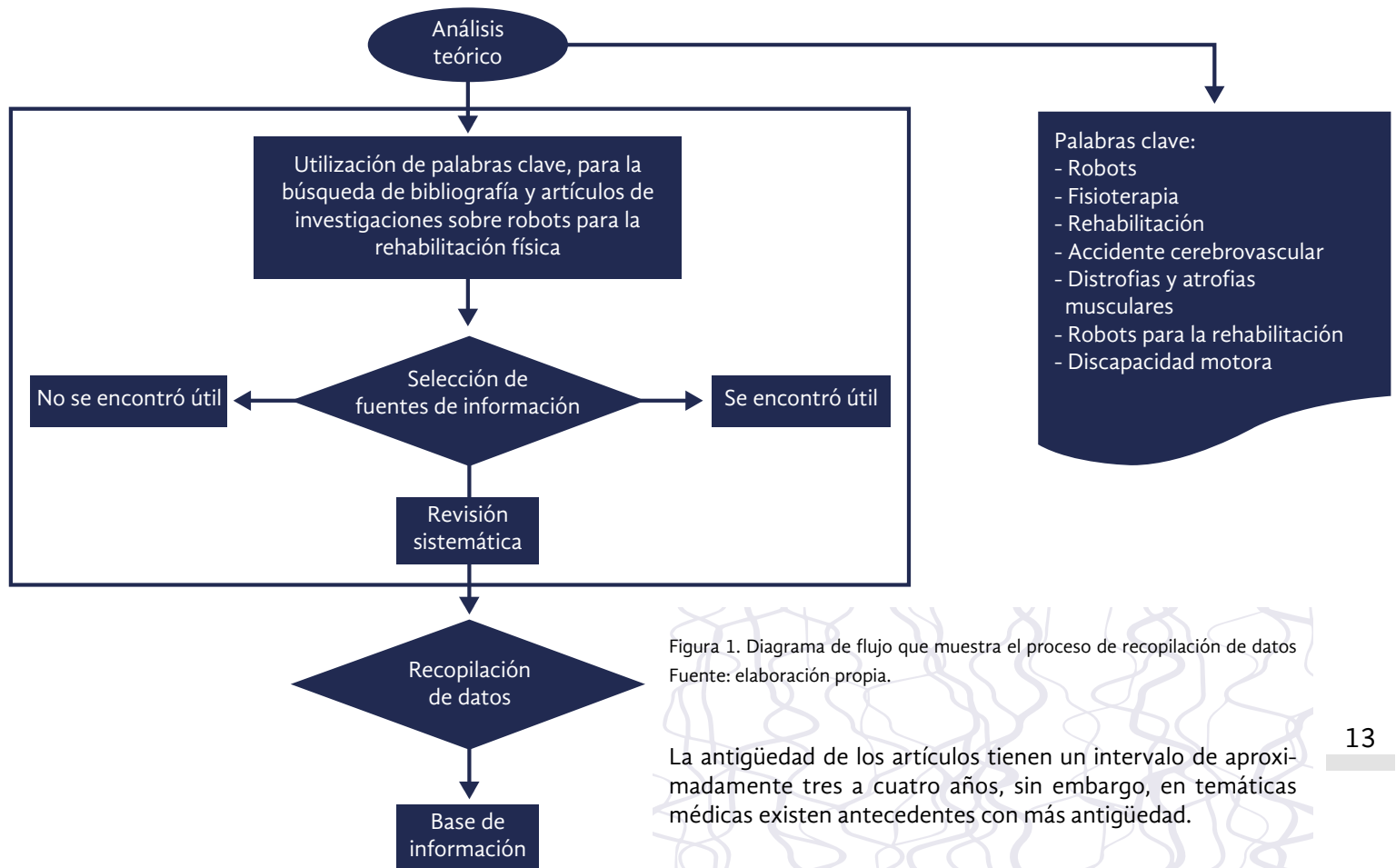
Las atrofia muscular no necesariamente son causadas por una enfermedad congénita, éstas pueden ocurrir por lesiones sufridas en algún accidente, incluyendo las lesiones deportivas (Lobera, 2010).

Los tratamientos de rehabilitación fundamentados y complementados en dispositivos robóticos mecánicos permiten efectuar mediciones objetivas, útiles y fiables del rendimiento de los pacientes, y generan datos que pueden ser referentes para el personal médico y los fisioterapeutas, esta información podrá ser utilizada como instrumento para hacer más eficientes los tratamientos fisioterapéuticos.

¿En realidad el uso de la robótica en la rehabilitación de personas que sufren discapacidad motora es eficaz para mejorar los tratamientos de fisioterapia?

El caso de estudio trata sobre las dificultades que presentan los pacientes con discapacidad motora en miembros superiores, y cómo los sistemas robóticos pueden ayudar en la rehabilitación de las discapacidades motoras (Cánchica, 2016). Se han recopilado y revisado aproximadamente 53 artículos de diferentes revistas científicas y médicas: *IEEE*, *Elsevier*, *SciELO Médico*, *Medline* y *ResearchGate*, entre otras, relacionados con los conceptos y aspectos más importantes del tema para comenzar a resolver la pregunta inicial.

Esto también incluye la obtención de información de fuentes médicas que describen las funciones fisiológicas e histológicas del sistema nervioso y de los tejidos musculares de las extremidades superiores, además de las características patológicas de las enfermedades que causan discapacidad motora. El proceso de revisión se está llevando a cabo como se muestra en la Figura 1.



Análisis de la información

Las técnicas tradicionales de fisioterapia implican a menudo la realización de ejercicios manuales intensivos por parte de un fisioterapeuta especialmente preparado, cuyas técnicas están fuertemente enlazadas a su habilidad individual y son muy exigentes en cuanto al tiempo que estos profesionales deben dedicar al aplicarlas. Durante los últimos años se han abierto líneas de investigación respecto a un tipo distinto de rehabilitación fisioterapéutica, se trata de la fisioterapia mediante dispositivos robóticos, fundamentada en la intervención humana (Roger Newport School of Psychology, University of Nottingham, 2017).

El objetivo del análisis de la información es localizar las ventajas y los posibles inconvenientes de los sistemas robóticos para la fisioterapia, y compararlos con las técnicas de rehabilitación tradicionales. Lo anterior permite desarrollar un estudio de la información que ayuda a visualizar la importancia del argumento del tema y de argumentos relacionados con el concepto de robótica para la rehabilitación. Se han revisado y clasificado en la parte de recopilación de información diferentes artículos con contenido sobre los tópicos, los cuales conducen a un acercamiento del estado del arte de los robots para la rehabilitación.

La información obtenida constituye un referente para el desarrollo y diseño de un prototipo de un sistema robótico multipropósito para la terapia de rehabilitación física (Cánchica, 2016). Este trabajo se está realizando con base en un marco teórico donde se busca identificar y dar respuesta a la interrogante: ¿cómo ayuda la robótica en la rehabilitación de miembros superiores? Se han identificado conceptos relativos e inherentes a la robótica para la rehabilitación y a la rehabilitación física tradicional, tales como: atrofas² y distrofias musculares,³ paresia,⁴ hemiplejia,⁵ atropometría,⁶ ejercicios anaeróbicos,⁷ cinemática,⁸ cinesiología,⁹ tisular,¹⁰ rehabilitación pasiva¹¹ y rehabilitación activa, entre otros.

De la misma manera, se recabó información médica necesaria para entender las enfermedades y los síntomas que se presentan en la discapacidad motora en los miembros superiores.

A continuación se exponen diferentes definiciones de lo que significa la robótica de rehabilitación:

1. La robótica de rehabilitación es un campo de investigación dedicado a comprender y complementar la rehabilitación mediante la aplicación de movimientos a través de dispositivos mecánicos, incluye el desarrollo de dispositivos cinemáticos automatizados diseñados para ayudar diferentes funciones: sensoriales y motoras (brazos, manos, piernas, tobillos), tomando en consideración dos diferentes aspectos:

- 1) Asistencia al entrenamiento terapéutico, y
- 2) Evaluación del rendimiento sensorial y motriz del paciente.

La rehabilitación mediante la robótica generalmente es bien tolerada por los pacientes, y se ha encontrado que es un complemento efectivo de la terapia en personas que sufren de deficiencias motoras, especialmente de algunas enfermedades, como el accidente cerebrovascular (Brewer *et al.*, 2007; Marchal-Crespo & Reinkensmeyer, 2009; Hermano *et al.*, 2004).

2. Los robots para la rehabilitación física son capaces de realizar una terapia de manera efectiva y económica para pacientes con discapacidad motora. Además, éstos pueden monitorear y evaluar el estado de los pacientes con diferentes dispositivos integrados (por ejemplo sensores), los cuales aumentan la precisión de las tareas repetitivas requeridas en el tratamiento fisioterapéutico (Libo *et al.*, 2018).

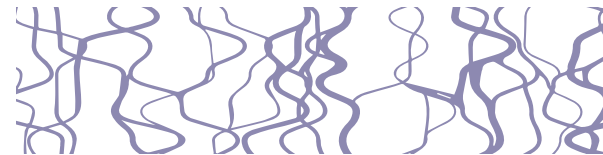
3. Una revisión sistemática de los tratamientos de fisioterapia ha revelado que la intensidad de las repeticiones de los ejercicios fisioterapéuticos específicos son los principales factores que hacen efectiva la rehabilitación motriz después de un accidente cerebrovascular (funcionan como un entrenamiento deportivo). Se ha demostrado que los robots para la rehabilitación mejoran de una manera sustancial la capacidad motora del paciente, pues pueden efectuar tanto rehabilitación pasiva como rehabilitación activa (Sung *et al.*, 2017).

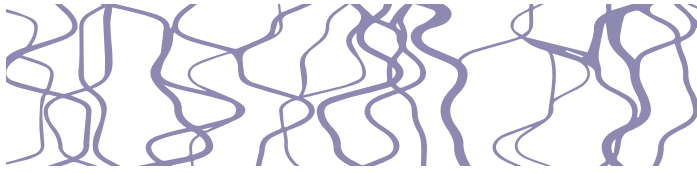
Antecedentes de la terapia para la rehabilitación con robots

Aunque no hay una fecha definida de los inicios de la rehabilitación asistida con robots, ésta tuvo un auge importante en la década de los años ochenta. En el caso de las extremidades del cuerpo humano, varios autores han propuesto el uso de dispositivos robóticos para la rehabilitación tras un accidente cerebrovascular (ACV) (Volpe *et al.*, 2000). El trabajo pionero de investigadores como Krebs, Volpe y Hogan, del Massachusetts Institute of Technology y del Burke Medical Research Institute demostraron que con el robot MIT-MANUS (Figura 2) se reduce de manera eficaz el tiempo de recuperación motriz del paciente al realizar los ejercicios sistemáticos apropiados. La rehabilitación asistida por robot ofrece ventajas importantes respecto a la fuerza muscular y, en menor grado, una recuperación de la independencia funcional; también se ha demostrado que estos efectos se mantienen durante un periodo relativamente largo. Sin embargo, el efecto terapéutico no es fácilmente transferible a otros miembros o segmentos musculares; debido a que los resultados obtenidos con el robot MIT-MANUS fueron tan prometedores, a partir de esto se empezó a desarrollar toda una gama de robots para la recuperación de la función motora (Krebs *et al.*, 2004).



Figura 2. Robot MIT MANUS (Krebs *et al.*, 2004)





Estadísticas sobre la efectividad de los robots

Gert *et al.* (2007), investigadores de la University Medical Center Utrecht de los Países Bajos realizaron un análisis estadístico que consistió en presentar una revisión sistemática de estudios que mostraran los efectos de la terapia de rehabilitación física asistida por robots, principalmente en la recuperación motora y funcional, para pacientes que sufrieron un accidente cerebrovascular. Los autores incluyeron estudios que satisfacían los siguientes criterios de selección: 1) los pacientes fueron diagnosticados con accidente cerebrovascular (Aisen *et al.*, 1997), 2) investigaron los efectos de la terapia asistida con robots para la extremidad superior (Aisen *et al.*, 1997), 3) el resultado lo midieron en términos de recuperación motora y/o funcional de la extremidad parética superior (Aisen *et al.*, 1997), y 4) el estudio fue un ensayo clínico aleatorio. Para medir los resultados calcularon el tamaño del efecto total (TEF), expresando estas mediciones en unidades de desviación estándar para ambos tipos de recuperación, es decir: la recuperación motora y la recuperación de la capacidad funcional (actividades de la vida diaria (ADL)) (Aisen *et al.*, 1997). En la síntesis de esta investigación se incluyeron diez estudios (Aisen *et al.*, 1997; Burgar *et al.*, 2000; Kahn *et al.*, 2001; Volpe *et al.*, 2000; Lum *et al.*, 2002; Hesse *et al.*, 2005; Daly *et al.*, 2005; Kahn *et al.*, 2006; Lum *et al.*, 2006, y Fasoli *et al.*, 2004) con 218 pacientes.

«...los autores establecieron intervalos de confianza y determinaron el punto medio de éstos...»

Se realizó un metanálisis¹² (Giménez, 2012), el cual es un método de estadística inferencial que resume los resultados. Para realizar el metanálisis y presentar los resultados, los autores establecieron intervalos de confianza y determinaron el punto medio de éstos, el cual representa el tamaño del efecto individual de los datos de cada estudio revisado y el tamaño del efecto total (TEF), posteriormente utilizaron el criterio llamado Clasificación de Cohen (Cohen & Preacher, 2012). Con dicha clasificación establecieron lo siguiente: si el tamaño del efecto (punto medio de los intervalos de confianza y del tamaño del efecto total) es <0.2 , el resultado no favorece a la rehabilitación fisioterapéutica con robots, si el TEF se encuentra entre 0.2 y 0.5 el resultado es no significativo y si el TEF es >0.5 favorece a la fisioterapia con robots. En las tablas 1 y 2 se muestran los resultados del metanálisis; como se puede observar en la tabla 1, el TEF, según el criterio de Cohen, favorece a la recuperación motora, mientras que el TEF de la tabla 2 es menor que lo establecido por Cohen y no favorece a la recuperación funcional.

Tabla 1. Resultados del metanálisis para la recuperación motora

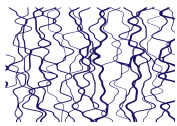
Autor de la investigación	Tamaño de la población (N)	Intervalo de confianza (IC)	Tamaño del efecto (punto medio) (TE)
Aisen <i>et al.</i>	20	-0.54 a 1.12	0.24
Burgar <i>et al.</i>	20	0.03 a 1.82	0.90
Khan <i>et al.</i>	10	-1.88 a 0.71	-0.58
Volpe <i>et al.</i>	56	-0.03 a 1.04	0.50
Lum <i>et al.</i>	27	-0.66 a 0.85	0.10
Hesse <i>et al.</i>	39	2.68 a 4.80	3.74
Daly <i>et al.</i>	12	-1.02 a 1.24	0.11
Kahn <i>et al.</i>	19	-0.51 a 1.31	0.46
Lum <i>et al.</i>	15	-0.57 a 1.53	0.65
Resultados totales (TEF)	218	-0.02 a 1.53	0.65

Fuente: Elaboración propia con base en Gert *et al.* (2007).

Tabla 2. Resultados del metanálisis para la recuperación funcional

Autor de la investigación	Tamaño de la población (N)	Intervalo de confianza (IC)	Tamaño del efecto (punto medio) (TE)
Aisen <i>et al.</i>	20	-0.87 a 0.88	0.01
Lum <i>et al.</i>	27	-0.73 a 0.78	0.03
Fasoli <i>et al.</i>	56	-0.30 a 0.75	-0.23
Lum <i>et al.</i>	15	-0.87 a 1.20	0.16
Resultados totales (TEF)	118	-0.23 a 0.50	0.13

Fuente: elaboración propia con base en Gert Kwakkel *et al.* (2007).



En resumen, los datos de las tablas 1 y 2 de este estudio muestran el potencial para dispositivos robóticos que asisten a la fisioterapia.

Los resultados expresados en términos del efecto total estimado, mostrados en unidades de desviación estándar, se calcularon para medir la efectividad de los robots en la recuperación motora y la capacidad funcional (actividades de la vida diaria) utilizando modelos de efectos fijos y aleatorios.

Se confirmó que se pueden obtener mejoras en la función motora de los pacientes, pues el TEF en este metanálisis resultó ser 0.65. Sin embargo, las mejoras en términos de la recuperación funcional no muestran una efectividad a favor de los robots, ya que el TEF fue mucho menor de lo esperado (0.13); según los autores de esta publicación, no se pudieron corroborar con exactitud los datos en la parte funcional, debido a que la información al respecto es variable y poco clara, lo cual puede ser debido a que la recuperación funcional depende de las condiciones del sistema nervioso central, de lo cual es más complicado obtener un seguimiento exacto (Gert *et al.*, 2007).



Estado del arte

El modelo del estado del arte desarrollado se utiliza como una herramienta para el reconocimiento e interpretación de la realidad actual en la que se encuentra la terapia de rehabilitación asistida con robots. Para estar en posibilidad de establecer una propuesta metodológica documental y como base para la toma de decisiones, es importante tomar en cuenta aspectos como el planteamiento del problema de estudio, los límites del mismo y el material documental que se utilizará durante la investigación. Con la finalidad de establecer una contextualización que ayude a comprender las problemáticas que se presenten durante el desarrollo de la investigación, en la Figura 3 se muestra la infografía que describe la lógica del seguimiento del estado del arte para la rehabilitación física asistida con robots.

En esta parte del artículo se pretende mostrar una visión, lo más amplia posible, respecto de algunos de los métodos y las técnicas desarrollados más actuales, presentando un especial interés en los tópicos en los cuales hay poca investigación al respecto. A continuación se describen algunas investigaciones relacionadas con el caso de estudio.

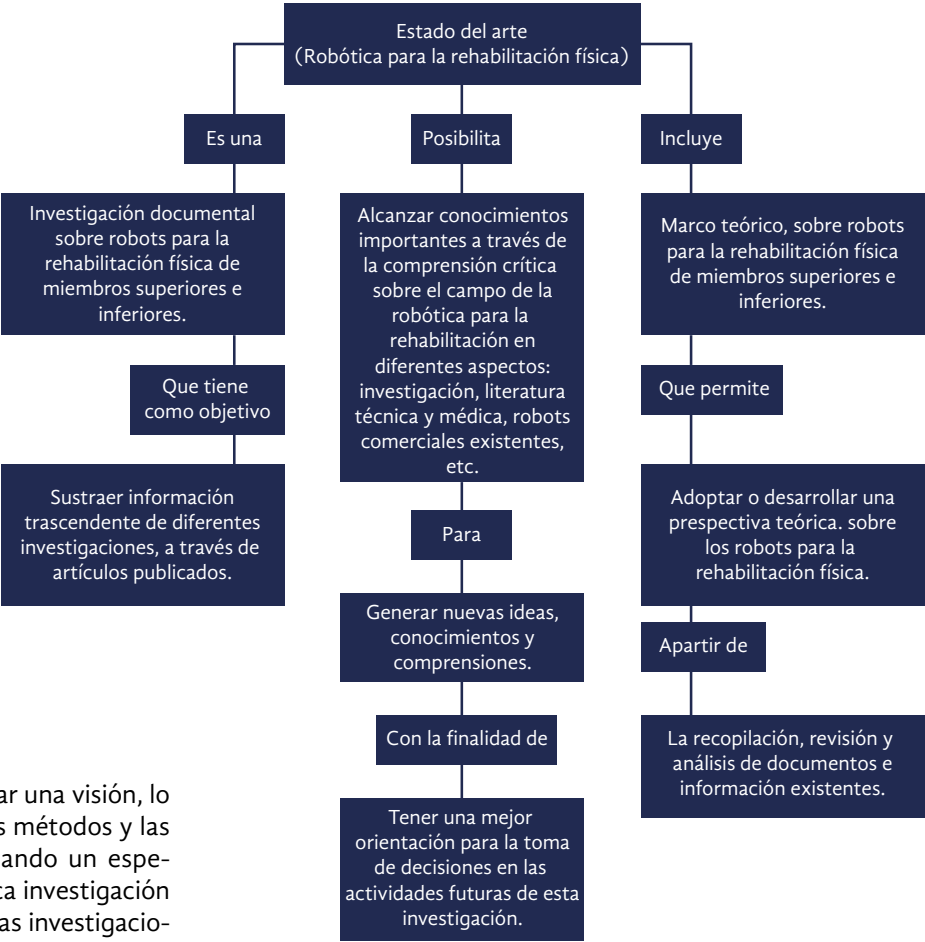


Figura 3. Infografía del estado del arte sobre la rehabilitación física asistida con robots para miembros superiores e inferiores. Fuente: elaboración propia.

Los exoesqueletos robóticos

Los exoesqueletos robóticos se encuentran a la vanguardia de los sistemas automatizados utilizados para la fisioterapia. Abren intervenciones prometedoras durante la rehabilitación, al ayudar a las personas con impedimentos sensoriales y motrices. Este campo de la robótica para la rehabilitación es muy extenso y permite realizar nuevas investigaciones innovadoras, debido a que no existe un modelo cinemático definido. Estos dispositivos tienen la capacidad de proporcionar asistencia variable adaptada a las necesidades específicas de cada individuo, y además pueden medir varios parámetros asociados con la ejecución del movimiento (Allen *et al.*, 2018).

En resumen, en su artículo, Allen *et al.* (2018) describen un método para la evaluación del esfuerzo natural de las partes del cuerpo de un individuo adaptado en un exoesqueleto en su extremidad superior, utilizando un mecanismo exoesquelético llamado *Harmony*, que puede identificar los movimientos activos generados por el usuario. Este método tiene el potencial de servir como una herramienta de evaluación de alta resolución para monitorear el progreso de calidad de movimiento durante todo el tratamiento y evaluar la recuperación motora. Puede detectar las fuerzas neuromusculares involuntarias, que en otros dispositivos son difíciles de percibir (De Oliveira *et al.*, 2019). En general, en su investigación refieren que con los exoesqueletos robóticos se pueden obtener datos cinemáticos de gran utilidad para establecer diseños de robots más precisos para la rehabilitación.

«...este método tiene el potencial de servir como una herramienta de evaluación de alta resolución para monitorear el progreso de calidad de movimiento durante todo el tratamiento y evaluar la recuperación motora...»

Método para hallar la relación que se da entre la aplicación de un robot para la rehabilitación y la respuesta de los movimientos musculares humanos

Se ha realizado un gran esfuerzo en el desarrollo de dispositivos robóticos para apoyar, rehabilitar e interactuar con humanos; a pesar de estos avances, los modelados confiables de los cambios neuromusculares sobre el movimiento humano, como resultado de la aplicación de un dispositivo robótico, siguen siendo complicados. Este artículo trata sobre una investigación que aplica un método para hallar la relación que se da entre la aplicación de un robot para la rehabilitación y la respuesta de los movimientos musculares humanos, utilizando un sensor que permite evaluar la actividad eléctrica muscular (electromiografía de superficie), para observar las señales de un individuo que realiza un movimiento de flexión-extensión del codo, el cual tiene un grado de libertad (DOF). Posteriormente se analizan los resultados preliminares obtenidos, mientras el robot brinda asistencia al sujeto de prueba; durante el análisis de datos se detectaron respuestas inesperadas en el movimiento. El método revela un efecto de neuromuscularidad, es decir, una resistencia involuntaria al movimiento del sujeto con respecto a la aplicación de los movimientos del robot, ya que proporciona una velocidad más lenta que las reacciones del sujeto (Ghonasgi *et al.*, 2019). La caracterización de los resultados mostró diferencias con respecto a lo que se esperaba de la experimentación, por lo tanto, el método descubre aspectos un tanto ambiguos de la interacción robot-humano, creando posibilidades para nuevas modalidades de entrenamiento y aplicaciones ergonómicas en los dispositivos robóticos de rehabilitación física.

Interfaces (sujeciones y acoplamientos) físicas, cómodas y efectivas durante la interacción robot-humano en la rehabilitación física

El diseño de interfaces (sujeciones y acoplamientos) físicas, cómodas y efectivas durante la interacción robot-humano en la rehabilitación física, para atenuar la transferencia de fuerza del robot hacia el usuario, representa un importante desafío para los sistemas humano-robot acoplados al cuerpo humano. Por ejemplo, las fuerzas aplicadas por un robot en los dedos crean reacciones de fuerzas en la superficie dorsal de la mano, que a menudo conducen a concentraciones de presión, las cuales pueden causar dolor e incomodidad. En este artículo presentan la interacción entre la interfaz y la superficie dorsal de la mano y cómo se caracteriza sistemáticamente. Los autores presentan un nuevo método para el diseño de sujeciones cómodas, mostrando, la variación de: 1) la rigidez del dorso

de la mano, 2) las características de la superficie de ésta y 3) cómo se cuantifican experimentalmente. Posteriormente, todos estos datos se utilizan para crear diseños que minimicen la presión máxima ejercida sobre el dorso de la mano, variando el perfil de rigidez y flexibilidad de la interfaz, optimizado el diseño para mejorar la distribución de presión del robot que está conectado sobre el dorso de la mano (Rohit *et al.*, 2019). Este enfoque de optimización para diseñar la interfaz se puede aplicar a diferentes miembros, especialmente cuando hay una transferencia de cargas y momentos de flexión mayores a los soportados por el cuerpo humano, siempre y cuando los datos de rigidez apropiados estén disponibles.

Resultados preliminares

1. Se ha encontrado que la terapia asistida con robots presenta una recuperación motora más eficiente con respecto a la terapia convencional; sin embargo, para la recuperación funcional no existe información clara que permita evaluarla.
2. La mayoría de las investigaciones revisadas se enfocan en pacientes que sufren de discapacidad motora, debido a un accidente cerebrovascular.
3. Los pacientes que sufren distrofia y atrofia muscular presentan movimientos involuntarios, que pueden ser perjudiciales al momento de tomar la rehabilitación física con un robot.
4. Los exoesqueletos robóticos están a la vanguardia en la rehabilitación física asistida.
5. Los sistemas humano-robot acoplados presentan un mejor rendimiento en la recuperación que los sistemas que son externos.
6. En la mayoría las investigaciones revisadas no toman en cuenta el movimiento relativo y las fuerzas involuntarias del paciente, lo cual causa incomodidad entre la interfaz de las sujeciones acopladas al paciente y el mecanismo.
7. Con respecto al punto 4, en las investigaciones revisadas dan poca importancia a las cuestiones ergonómicas, es decir, no toman en cuenta las propiedades visco-elásticas de: 1) la piel, 2) el tejido blando subyacente, 3) los coeficientes de fricción entre las sujeciones y la piel y 4) la adaptación de los mecanismos a las características fisiológicas y anatómicas del paciente. En general esto causa incomodidad e inclusive lesiones, además de errores de estimación importantes sobre la recuperación del paciente.
8. Los exoesqueletos pueden funcionar como órtesis, prótesis o un mecanismo de rehabilitación.

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación que lleva a cabo Piero Páez García, para obtener el grado de Doctor en Ciencias y Artes para el Diseño en la sección de Diseño y Desarrollo de Productos de la Universidad Autónoma Metropolitana en colaboración con el Dr. Edwing Antonio Almeida Calderón, director de la tesis.

Notas

- 1 En esta investigación definiremos el término “robot” como un dispositivo mecánico que puede ser automatizado y programado para ejecutar actividades y movimientos de alta velocidad y precisión, las cuales, son complejas para ser realizadas por el ser humano; llamaremos mecanismo a la estructura que conforma al robot. Los criterios para hacer una clasificación sobre los tipos de robots estarán definidos según su estructura mecánica.
- 2 La atrofia muscular se refiere a la disminución del tamaño del músculo esquelético y, consecuentemente, de la fuerza muscular. La palabra atrofia proviene del griego *àtrophos*, que significa “sin nutrición”. Consiste en una disminución importante del tamaño de la célula y del órgano del que forma parte, debido a la pérdida de masa celular. Las células atroficas muestran una disminución de la función, pero no están muertas.
- 3 La distrofia muscular es un trastorno genético que debilita de forma progresiva los músculos del cuerpo. Está provocada por la presencia de una información genética incorrecta o por la ausencia de la información genética necesaria para producir las proteínas que permiten fabricar y conservar unos músculos sanos.
- 4 La paresia cerebral se caracteriza por alteraciones del sistema nervioso y muscular en las áreas de tensión muscular (tono), fuerza muscular, coordinación y patrones de movimiento.
- 5 La hemiplejia es un tipo de parálisis de un lado del cuerpo, causada por una lesión cerebral o de la médula espinal.
- 6 La antropometría está relacionada con los estudios de la antropología física o biológica, que se ocupa de analizar los aspectos genéticos y biológicos del ser humano, de diferentes grupos y razas para comparar sus características entre sí, es decir, analiza las medidas y proporciones del cuerpo humano.
- 7 El ejercicio anaeróbico consiste en realizar actividades de alta intensidad de movimientos y fuerza muscular; los músculos entrenados con el ejercicio anaeróbico ofrecen mayor rendimiento al realizar actividades de corta duración y gran intensidad, por lo que este tipo de ejercicio se utiliza para adquirir potencia y masa muscular, y sirve para fortalecer el sistema musculoesquelético.
- 8 La cinemática es una rama de la física dedicada al estudio del movimiento de los cuerpos en el espacio, sin atender a las causas que lo producen (lo que llamamos fuerzas). Por tanto, la cinemática sólo estudia el movimiento en sí, a diferencia de la dinámica, que estudia las interacciones que lo producen. El análisis vectorial es la herramienta matemática más adecuada para ellos.
- 9 La cinesiología se basa en el estudio del movimiento muscular de las partes de cuerpo humano.
- 10 Tisular es un adjetivo que se emplea en el ámbito de la biología para hacer referencia a aquello vinculado a un tejido celular.
- 11 La rehabilitación pasiva comprende el conjunto de técnicas que se aplican sobre las estructuras afectadas, sin que el paciente realice ningún movimiento voluntario en la zona que hay que tratar.
- 12 Un metanálisis es un estudio estadístico que hace referencia a los métodos utilizados para comparar y combinar los resultados de diferentes estudios independientes finalizados (notificados o publicados). Su objetivo es identificar patrones, verificar resultados e identificar relaciones relevantes partiendo de múltiples estudios.



Referencias

- Aisen, M.L.; Krebs, H.I.; Hogan, N.; McDowell, F., y Volpe, B.T. (1997). *The effect of robot-assisted therapy and rehabilitative training on motor recovery following stroke*. Journal Arch Neurol (pp. 443-446), 54, 1997.
- Allen, W.; Heinemann; Jayaraman, A. et al. (2018). *Experience of Robotic Exoskeleton Use at Four Spinal Cord Injury Model Systems Centers*. Academy of Neurologic Physical Therapy, APTA.
- Ball, J.W.; Dains, J.E.; Flynn, J.A.; Solomon, B.S. & Stewart, R.W. (2019). *Musculoskeletal system*. Seidel's Guide to Physical Examination. (9a. ed.). St Louis, MO: Elsevier.
- Brewer, B.R.; McDowell, S.K. & Worthen Chaudhari, L.C. (2007). *Poststroke Upper Extremity Rehabilitation: A Review of Robotic Systems and Clinical Results*. Topics in Stroke Rehabilitation.
- Burgar, C.G.; Lum, P.S.; Shor, P.C.; Van der Loos & H.F.M. (2000). *Development of robots for rehabilitation therapy: the Palo Alto VA/Stanford experience*. J Rehabil Res Dev.
- Cánchez de Medina, M. (2016). *Modelo Gavilán para el desarrollo de competencias en el manejo de información a través de Google drive. Una experiencia Innovadora*. Venezuela: Revista Academia y virtualidad, (9), 2.
- Cohen, K.K., & Preacher, K.J. (2012). *On Effect Size*. Psychological Methods (pp. 137-152), 17(2).
- Daly, J.J.; Hogan, N.; Perepezko, E.M., et al. (2005). *Response to upper-limb robotics and functional neuromuscular stimulation following stroke*. Journal Rehabil Res Dev. (pp. 723-736), 42(6).
- De Oliveira, A.C.; Warburton, K.; Sulzer, J.S., & Ashish D. (2019) *Effort Estimation in Robot-aided Training with a Neural Network*. Deshpande, Texas University.
- Fasoli, S.E.; Krebs, H.I.; Ferraro, M.; Hogan, N., & Volpe, B.T. (2004). *Does shorter rehabilitation limit potential recovery poststroke?"* Neurorehabilitation Neural Repair (pp. 88-94), 18, 2004.
- Gert, K.; Boudewijn, J.; Kollen, & Hermano, I. (2007). *Effects of Robot-Assisted Therapy on Upper Limb Recovery after Stroke: A Systematic Review*. Neurorehabil Neural Repair.
- Ghonasgi, K.; De Oliveira, A.C.; Shafer, A.; Chad, G.R., & Ashish, D. (2019). *Deshpande Estimating the Effect of Robotic Intervention on Elbow Joint Motion*. Austin: The University of Texas at Austin, Department of Mechanical Engineering.
- Giménez, A. (2012). *¿Qué es un meta-análisis? y ¿cómo leerlo?* Revista de Biomedicina (pp. 16-27), 7 (19).
- Hermano, K.; Ferraro, M.; Buerger, S.P.; Newbery Miranda, J.; Makiyama, A.; Sandmann, M.; Lynch, D.; Volpe, B.T., & Neville, H. (2004). *Rehabilitation robotics: pilot trial of a spatial extension for MIT-Manus*. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation.
- Hesse, S.; Werner, C.; Pohl, M.; Rueckriem S.; Mehrhoz, J., & Lingnau, M.L. (2005). *Computerized arm training improves the motor control of the severely affected arm after stroke*. Stroke (pp. 1960-1966), 36.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2017). Banco de indicadores, recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825094409>
- Kahn, L.E.; Averbuch M.; Rymer, W.Z., & Reinkensmeyer, J. (2001). *Comparison of robot-assisted reaching to free reaching in promoting recovery from chronic stroke*. En Mokhtari, M. (ed). Integration of Assistive Technology in the Information Age. IOS Press (pp. 39-44), 2001. The Netherlands.

- Kahn, L.E.; Zygmán, M.L.; Rymer, W.Z., & Reinkensmeyer, D. J. (2006). *Robotassisted reaching exercise promotes arm movement recovery in chronic hemiparetic stroke a randomized controlled pilot study*. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation (pp. -13), 3.
- Krebs, H.I.; Ferraro, M.; Buerger, S.P.; Newbery, M.J.; Makiyama, A., & Sandmann, M. (2004). *Rehabilitation robotics: pilot trial of a spatial extension for MITManus*. Journal Neuroengineering Rehabil. 2004.
- Libo, Z.; Weihai C.; Jianhua, W.; Shaoping, B.; Haoyong, Y., & Yinping, Z. (2018). *A Novel Precision Measuring Parallel Mechanism for the Closed-Loop Control of a Biologically Inspired Lower Limb Exoskeleton*. IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, 6 (23).
- Lobera Gracida, J., & Mondragón Merino, V. (2010). *Discapacidad motriz. Guía didáctica para la inclusión en educación inicial y básica*. México: Consejo Nacional de Fomento Educativo, 12-20.
- Lum, P.S.; Burgar, C.G.; Shor, P.C.; Majmundar, M., & Van der Loos, M. (2002). *Robot-assisted movement training compared with conventional therapy techniques for the rehabilitation of upper-limb motor function after stroke*. Arch. Phys Med Rehabil (pp. 952-959), 83(7).
- Lum, P.S.; Burgar, C.G.; Van der Loos M.; Shor, P.C.; Majmundar, M., & Yap, R. (2006). *MIME robotic device for upper-limb neurorehabilitation in subacute stroke subjects: a follow-up study*. Journal Rehabil Res Dev (pp. 631-642), 43, 2006.
- Marchal-Crespo, L., & Reinkensmeyer, D.J. (2009). *Review of control strategies for robotic movement training after neurologic injury*. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation.
- Roger Newport School of Psychology (2017). *Ventajas de la rehabilitación asistida mediante robot en la recuperación de las funciones motriz y visuoespacial en pacientes en fase de recuperación de un accidente cerebrovascular*. Nottingham, United Kingdom: University Park.
- Sung J.B.; Sung, H.J.; Jeong, P.S.; Pyung, H.C., & Yeungnam, U. (2017). *A pilot study on the optimal speeds for passive wrist movements by a rehabilitation robot of stroke patients: A functional NIRS study*. International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR). Londres: QEII Centre.
- Rohit J.V.; Mukherjee, G.; King, R.; Keller, S., & Ashish, D. (2019). *Deshpande, Designing Variable Stiffness Profiles to Optimize the Physical Human Robot Interface of Hand Exoskeletons*. Austin: University of Texas at Austin.
- Volpe, B.T.; Krebs, H.I.; Hogan, N.; Edelstein, L.; Diels, C., & Aisen, M.L. (2000). *A novel approach to stroke rehabilitation: robot-aided sensorimotor stimulation*. Neurology (pp. 1938-1944), 54, 2000.



Imagen: Julio César Sánchez Ramos



Experiencias educativas con aprendizajes combinados y un domo de inmersión, un estudio de caso

Study case, full dome blended learning experiences

Alejandro Casales Navarrete* Licenciado en Artes Plásticas con la especialidad en multimedia por la Escuela Nacional de Pintura, Escultura y Grabado *La Esmeralda*, del INBAL. Cuenta con la maestría en Desarrollo y Planeación de la Educación y la especialidad en Políticas Culturales y Gestión Cultural por la Universidad Autónoma Metropolitana. Cultiva por igual las artes visuales y el arte sonoro, así como la ejecución de proyectos multidisciplinarios. Se ha desarrollado como creativo y gestor en la iniciativa privada y en áreas culturales públicas. Su obra ha sido expuesta en Alemania, Argentina, Brasil, Colombia, Cuba, Chile, Brasil, España, Estados Unidos, Francia, Inglaterra, Japón, Portugal, Suecia y Uruguay. Ha dictado conferencias en foros nacionales e internacionales en Argentina, Cuba, Colombia y Brasil; entre sus reconocimientos se encuentran el Premio Nacional Visiones Sonoras–Yamaha, México, 2007; Casa Serra Sucesores, Production Grant, México, 2007; Tercer Premio, Prix Internacional Luigi Russolo-Rossana Maggia, Fondazione Russolo-Pratella de Varèse, Italia, 2011; Mención de Honor en el Primer Concurso Latino Americano de Composición Electroacústica G. Becerra Smith, Santiago de Chile, 2010; Certificate of Merit Award in Computer Music at VI International WOC-MAT, University of Taiwan & Taiwan Computer Music Association, Taiwan, 2010; Mención de Honor en el XII Concurso Nacional de Video, México, 2014, así como distintos premios de selección de obra artística para festivales, exposiciones y apoyos para complementar sus proyectos artísticos.

Resumen

El objetivo de esta investigación es informar al lector sobre un estudio de caso, en el que se implementó un plan de trabajo con aprendizajes combinados y un domo de inmersión. Su unidad de análisis se conformó por comunidades de aprendizaje en Tabasco y Durango, lugares que carecen de la infraestructura necesaria para realizar actividades de aprendizaje inmersivo. En sus hallazgos se encontraron desigualdades en el aprendizaje y otras más de corte social, lo que marca a nuestro país en su educación y es motivo para revisar la incorporación de las tecnologías inmersivas en un momento particular de transición mundial.

Palabras clave: Pedagogía, aprendizaje-combinado, planetario, educación inmersiva.

Abstract

The objective of this research is informing a reader about case study, that used full dome blended learning plan. His holistic unit of analysis was conformed of learning communities in Tabasco and Durango. The characteristics of this places were the lack of infrastructure and full dome activities. The investigation found inequalities in education and social structure, whose marks our country and is the reason to review the incorporation of immersive technologies in time of global transition.

Keywords: Pedagogy, blended-learning, dome, immersive education.

Introducción

En este momento particular de una transición mundial, la educación constituye una institución indispensable para el progreso de la humanidad, con el fin de alcanzar la paz y la equidad, ambas dirigidas a la aspiración de vidas justas y armoniosas. La educación permite la movilidad socioeconómica ascendente y es un acto edificante en los amplios espacios de lo humano en su relación con el conocimiento. Por lo tanto, es pertinente garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, lo cual incluye la infraestructura necesaria para promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.

De acuerdo con lo anterior, hay una necesidad de planear formas de enseñanza con propuestas especializadas que se adapten a las necesidades de la vida económica y el contexto social mexicano, sumando el uso y desarrollo de herramientas tecnológicas de información, comunicación y conocimiento para implementar en las distintas disciplinas del conocimiento. Entre todas las herramientas actuales se encuentran aquellas que pueden crear una inmersión. La tecnología para crear una inmersión es la que busca crear un espacio físico virtual o mundo sensorial. Un espacio inmersivo elemental puede estimular el sentido de la vista con la ayuda de un domo inmersivo. En un giro coloquial, el domo inmersivo se conoce como planetario, es un teatro y, a su vez, un aula educativa donde se pueden realizar proyecciones lumínicas en una pantalla de media cúpula.

De esta manera, se presentan los resultados de una investigación que implementó un plan de aprendizaje combinado y un domo de inmersión; estuvo dirigido a personas egresadas de carreras afines al diseño, a la educación, a la ingeniería y a la biología. Su objetivo fue la enseñanza de la inmersión, mediante la creación de imágenes 4D, con el fin de identificar hallazgos que pudieran exponer regularidades, variabilidad e invariantes en la pedagogía implementada.

La investigación es mixta, ya que incluyó referencias cualitativas y cuantitativas para la adecuada medición de sus datos. Se utilizó el estudio de caso como el instrumento de investigación y observación, incluyendo el muestreo etnográfico de corte transversal. La unidad holística de la indagación estuvo conformada por comunidades de aprendizaje en Durango y Tabasco, con dos pruebas piloto en la Ciudad de México.



“...La tecnología para crear una inmersión es la que busca crear un espacio físico virtual o mundo sensorial”.

Planteamiento del problema

En los últimos años, la oferta educativa sustentada en las Tecnologías de la Información, la Comunicación y el Conocimiento (TICC) ha crecido y con ella la necesidad de espacios de educación con apoyo tecnológico (Díaz, 2008). Ciertamente, en México cada proyecto de uso de tecnologías en el aula ha cambiado conforme a la política implementada y los hechos educativos que se inscriben en un contexto tecnológico tienden a estar limitados por sus instrumentos y herramientas (Casales, 2020). Es decir, la masificación de la educación necesita de instrumentos que

puedan llegar a todos los maestros y posteriormente ser utilizados por los estudiantes, pero en México los maestros no cuentan con la capacitación adecuada ni con experiencias especializadas en temas de tecnología. Es el caso de la tecnología inmersiva, donde no se ha hecho lo posible para ofrecer un significado de la enseñanza para la construcción de nuevos conocimientos (Peña, 2017).

La tecnología inmersiva es el resultado de la búsqueda de espacios educativos para motivar el aprendizaje en los estudiantes. Dicho proceso se realiza mediante registros simbólicos, entre los cuales la tecnología inmersiva en cualquiera de sus elementos comprendidos, como el domo inmersivo, el sonido envolvente o los auriculares para realidad virtual, juegan un rol muy importante para que la comunidad educativa se conciba como un lugar inamovible de conocimiento (Puiggrós, 1990).

En lo que respecta a las entidades mexicanas que no han considerado usar infraestructuras inmersivas, éstas se comprenden como las que no cuentan con planes de aprendizaje para la divulgación de la ciencia. Verbigracia, el estado de Durango tiene un domo inflable para 20 personas en las instalaciones del Parque Interactivo El Bebeleche. De acuerdo con el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE), durante el ciclo escolar 2017-2018 el número de alumnos fue 396,390, distribuidos en primaria, secundaria y media superior. El ciclo escolar contó con 195 días laborales en su calendario lectivo, dando un total de 1,950 horas, en las que hipotéticamente debieron haber organizado 19,819.5 grupos para visitar el domo inmersivo durante una hora, dejando un déficit de atención para 17,869.5 grupos con una población de 357,390 alumnos. En cambio, Tabasco cuenta con su Planetario Tabasco 2000, se trata de una edificación institucional para 300 personas. De acuerdo con el INEE, durante el ciclo escolar 2017-2018 el número de alumnos fue 539,934 distribuidos en primaria, secundaria y media superior. El ciclo escolar contó con 195 días laborales en

su calendario lectivo, dando un total de 1,950 horas, en las que hipotéticamente debieron haber organizado 1,799.78 grupos para visitar el planetario durante una hora, dejando un déficit de atención para 150.22 grupos con una población de 45,066 alumnos. Esto se debe al límite de horas en el calendario escolar, más no por la capacidad de la infraestructura.

En los dos ejemplos las situaciones educativas tienen distintos factores. En primer lugar, el domo inflable de Durango tiene un espacio interior de 6m² aproximadamente, con una pantalla semiesférica; el espacio es limitado para 20 estudiantes, que se postran en el piso del lugar. El único mobiliario que puede haber en el interior es un proyector que ilumina su pantalla y un par de bocinas para escuchar el sonido de una película panorámica que hipotéticamente sirve para la difusión de la ciencia. En un momento dado, un instructor expone las indicaciones para entrar ordenadamente, guardar silencio para escuchar el audio de la película y salir hasta que se les indique. No hay métodos de enseñanza ni acompañamiento de un educador que vincule la película con los temas educativos acordes para cada nivel de escolarización. Tampoco hay lugar para un orador, donde se puedan establecer relaciones de aprendizaje centradas en una pedagogía situada para el domo inmersivo.

Por su lado, Tabasco, cuenta con un domo de inmersión con 300 butacas reclinables para sus espectadores, un escenario para un orador y una excelente cámara acústica con sonido envolvente. En su vestíbulo se exhiben exposiciones plásticas temporales, que tienen como fin interrelacionar al visitante con elementos artísticos y culturales.

Con todo lo anterior, es evidente que hay una necesidad de considerar el fenómeno educación en varias direcciones y niveles, si se quieren establecer hechos y hacer comparaciones objetivas para poner en evidencia ciertas irregularidades o variantes (Mialaret, 1977). Por otro lado, se debe considerar que el domo inmersivo es un elemento más de

las TICC, y al ser aplicado en la educación no garantiza la inclusión y equidad social, ni tampoco la calidad o innovación (Díaz, 2008). Es decir, la infraestructura por sí misma no asegura una situación educativa cuando está exenta de un plan de aprendizaje y el acompañamiento de un maestro, tampoco debemos limitarnos ante la falta de experiencias y capacitación de los maestros.

Referentes teóricos

Este apartado cuenta con dos componentes con referentes teóricos. Primero se encuentra la revisión del contexto más amplio de los domos de inmersión. En el segundo componente se expone el aprendizaje combinado y su implementación en un plan de trabajo que incluye un *software* educativo con materiales didácticos previamente diseñados.

1. En un giro comercial, al domo de inmersión se le conoce como planetario; es un teatro y, a su vez, un aula educativa donde se pueden realizar proyecciones lumínicas en una pantalla de media cúpula. En su interior es posible presentar películas panorámicas de 360° con todo tipo de contenidos; su realismo y detalle producen la sensación inmersiva de un lugar con un ambiente simulado (Hartweg, 2018; Summers, Reiff y Weber, 2008; Yu, Sahami, Sahami y Session, 2015). La *inmersión* en la definición del Diccionario de la Real Academia Española se entiende como la acción de introducir o introducirse plenamente en un ambiente determinado, sea real o imaginario.

El formato visual del domo inmersivo tiene sus orígenes en la génesis del planetario como arte y técnica. Los primeros diseños modernos se crearon en el umbral del siglo XX, persistiendo de las versiones actualizadas de los dioramas celestes y antiguos planetarios mecánicos, como las esferas de armillar (modelo reducido del cosmos

desde la perspectiva terrestre) y el orrery (modelo mecánico del Sistema Solar). Durante la década de los ochenta hubo cambios tecnológicos significativos mediante el diseño de los ambientes computarizados. Actualmente, su tecnología se desarrolla en torno a distintas variantes: sistemas con un proyector, sistemas de proyectores múltiples, sistemas de proyección con espejos y sistemas con pantallas de diodos emisores de luz (Casales, 2020).

En lo que respecta a la infraestructura en México, tuvo su origen el 2 de marzo de 1959, día inaugural del Planetario de la Sociedad Astronómica de México.¹ Acto seguido fue su desarrollo exponencial, ahora existen 56 domos inmersivos, 43 son construcciones y 13 inflables, 48 relacionados con gobiernos estatales, universidades, Secretaría de Marina y centros de investigación, uno es sindical, seis de museos privados y uno de esparcimiento.²

2. En un sesgo, el aprendizaje combinado refiere al aprendizaje que combina el modo semipresencial acompañado por un maestro y la tecnología no presencial. Los dispositivos tecnológicos en los que se apoya pueden variar en su funcionamiento, contenido, capacidad y maniobrabilidad. Casos recientes se han enfocado en la red mundial de computadoras interconectadas. Dicha red es, a la vez, un espacio virtual (nube) en el que se pueden almacenar (subir) y visualizar o utilizar toda clase de documentos (Hernández, 2015). Es decir, se utiliza la internet como medio de comunicación donde concurren e interactúan los aprendices y las enseñanzas.

Otras perspectivas definen el aprendizaje combinado como la educación virtual que permite a los estudiantes tener algunos elementos de control sobre el tiempo, el lugar, la ruta y el ritmo del aprendizaje. Se centra en las expectativas de los estudiantes, lo que significa que cada alumno define las metas que motivan su éxito y la gestión de su propio aprendizaje (Greenberg, Schwartz y Horn, 2002).

El origen de este tipo de aprendizaje deviene de las combinaciones que se han hecho con la educación tradicional dirigida por un maestro orador, verbigracia la palabra impresa hizo posible el aprendizaje sin la presencia física de un maestro, el instrumento tecnológico utilizado fue la imprenta moderna, inventada aproximadamente en el año 1450 por Johannes Gutenberg (1400-1468).

La exponenciación de los medios impresos durante el siglo XIX fue responsable de la creación de nuevas formas de combinar el aprendizaje. En los albores del siglo XX la adecuación de la educación a distancia tuvo un amplio desarrollo, cuando utilizó el servicio postal por ferrocarril; posteriormente la radio y la televisión, y para 1980 cambia con el avance de las tecnologías satelitales, permitiendo la interacción directa entre el instructor y el estudiante. Debido a esto, se crean los primeros cursos, a través de videoconferencias y la interacción mediada con dispositivos para cintas en formato Tape, Beta, VHS y discos en CD y DVD (Jardines, 2009).

En la década de 1990 se produce otra evolución con la internet y la *World Wide Web*. Estos medios permitieron inducir los enfoques constructivistas del aprendizaje, centrando la educación en el alumno. También contó con la combinación del aprendizaje cara-cara con el maestro, siendo la principal vía de comunicación. Con esto, los métodos de instrucción combinados mejoraron los mecanismos del aprendizaje, permitiendo la interacción dialogal entre sujetos y la interacción con los dispositivos didácticos. Actualmente se pueden encontrar dispositivos multimodales, como plataformas de aprendizaje en línea, aplicaciones móviles y auriculares para realidad virtual, entre otros dispositivos que se van desarrollando constantemente. Las relaciones pedagógicas y el contenido que puedan tener estos dispositivos variarán dependiendo de sus finalidades y objetivos didácticos.

Al respecto, las relaciones pedagógicas del aprendizaje combinado distan muy poco de la educación formal

que se ofrece en el aula educativa, ya que buscan producir sujetos a partir de otros sujetos, mediando las relaciones de enseñanza y aprendizaje. Dicha mediación se lleva a cabo por un sujeto pedagógico, que será decisivo para los resultados del proceso educacional (Puiggrós, 1990), y por sus dispositivos multimodales organizados en una unidad vinculante.

Visto de otro modo, en la mediación de sujetos hay una relación socio-pedagógica, que es la interacción entre el conocedor de un saber, la interacción del que busca aprender el saber y la interacción con la unidad vinculante. En este sentido, la unidad vinculante es el plan de aprendizaje combinado, donde hay una mediación con sus recursos didácticos y el domo inmersivo.

Pregunta de investigación



De acuerdo con J. Dewey (1997), la experiencia como concepto se sistematiza para comunicar y avanzar en el proceso de educar, hasta convertirse en un bien común que contribuye al perfeccionamiento del estudiante y de la misma educación. Para el docente hay una relación dialogal de reconocimiento que en el contexto de la educación busca renovar y preservar conocimientos, pero cuando existe la necesidad de requerir mayores recursos para extender la relación, hay otra necesidad para crear un sistema de aprendizaje que puede distanciar a los estudiantes de la experiencia dialogal primordial. Por lo tanto, fue de mi interés identificar dichas experiencias, a través de la interrogante:

¿Cómo describen los estudiantes sus experiencias después de interactuar con el plan de aprendizajes combinados y el domo de inmersión?

Las variables de la investigación susceptibles a la observación se describen como la descripción de la experiencia y el plan de aprendizaje combinado. Sus propiedades previeron una fluctuación que les permitió relacionarse para identificar cambios en las experiencias de la interacción educativa y en las habilidades adquiridas con el plan de aprendizaje. No se buscaron cambios por el sólo hecho de haber presenciado una actividad educativa con un domo de inmersión, el objetivo fue más profundo. Se buscaron descripciones de las experiencias del aprendizaje desde un enfoque etnográfico.

Metodología

Sobre el estudio de caso

Cuando trabajamos en ciencias sociales, el estudio de caso se define como intrínseco e instrumental; es un sistema integrado y no es necesario que las partes funcionen bien, sus objetivos pueden ser irracionales sin dejar de ser un sistema, donde su primera obligación es comprender el caso y expresar sus hallazgos con un método propio. Louis Smith, uno de los primeros etnógrafos educativos, definió al estudio de caso como un sistema acotado, con lo que insistía en su condición de objeto más que de proceso (Sake, 1995).

Asimismo, se ubica como un diseño experimental y etnográfico que considera el muestreo como un método que tiene sus propios procedimientos que hacen uso de la investigación cuantitativa, cualitativa o mixta para probar sus hipótesis (Sampieri, Fernández y Baptista, 2010). El estudio de caso no es una técnica, es una manera de organizar datos sin perder el enfoque holístico de su estudio. En otros términos, utiliza distintos instrumentos, métodos y técnicas para captar y organizar datos, con el fin de analizar sus interacciones sin perder el carácter unitario.

De esta manera, el objeto de estudio inició con la observación de los 56 domos inmersivos mexicanos. Posteriormente, se fue agudizando hasta quedar circunscrita en una unidad holística compuesta por comunidades de aprendizaje en

Ciudad de México, Tabasco y Durango. Las observaciones en Ciudad de México sucedieron del 11 al 22 de febrero de 2019 en el Salón de la Plástica Mexicana, y del 13 al 25 de mayo de 2019 en la Galería José María Velasco; en Tabasco del 14 al 23 de octubre de 2019 en el Planetario Tabasco 2000, y en Durango del 3 al 14 de febrero de 2020 en el Centro de Conocimiento y Artes de Durango.

El enfoque etnográfico de corte transversal permitió el estudio de datos empíricos valiosos que muchas veces se dejan de lado hasta que son verificados mediante métodos cuantitativos. Algunos científicos consideran que el papel que juegan los métodos etnográficos en la construcción de un corpus de investigación científica en su sentido más amplio es riguroso y valioso para las ciencias sociales (Boellstorff, Nardi, Pearce y Taylor, 2012).

Sin embargo, la etnografía no es un método definido de manera restringida; es el producto escrito de una paleta de métodos, también es un enfoque metodológico en el que la observación participante es un elemento crítico, en el que la investigación está guiada por la experiencia que se desarrolla en el campo, sin la necesidad de que exista una vivencia profunda de tipo longitudinal.

Una característica del método etnográfico es la distinción entre la perspectiva **émica** y **ética**. De acuerdo con Boellstorff *et al.* (2012), los términos fueron acuñados por el lingüista Kenneth Pike, implican recurrir a formas de análisis externos identificados como éticos y los análisis internos son identificados como émicos. La perspectiva ética es la descripción del comportamiento por parte del observador científico; es decir, es un relato que intenta ser neutral, limitando cualquier prejuicio o alienación etnocéntrica. La perspectiva émica es específica, porque se centra en un caso que se entiende en sus propios términos, su validación proviene del consenso de los involucrados y la aceptación de que sus constructos coinciden con las percepciones compartidas que retratan las características de su educación.

Procedimientos para la construcción de datos

Para la construcción de datos se utilizó una variedad de medios de captación de información. La siguiente ruta expresa gráficamente la estrategia de trabajo que posteriormente se desagregará.³

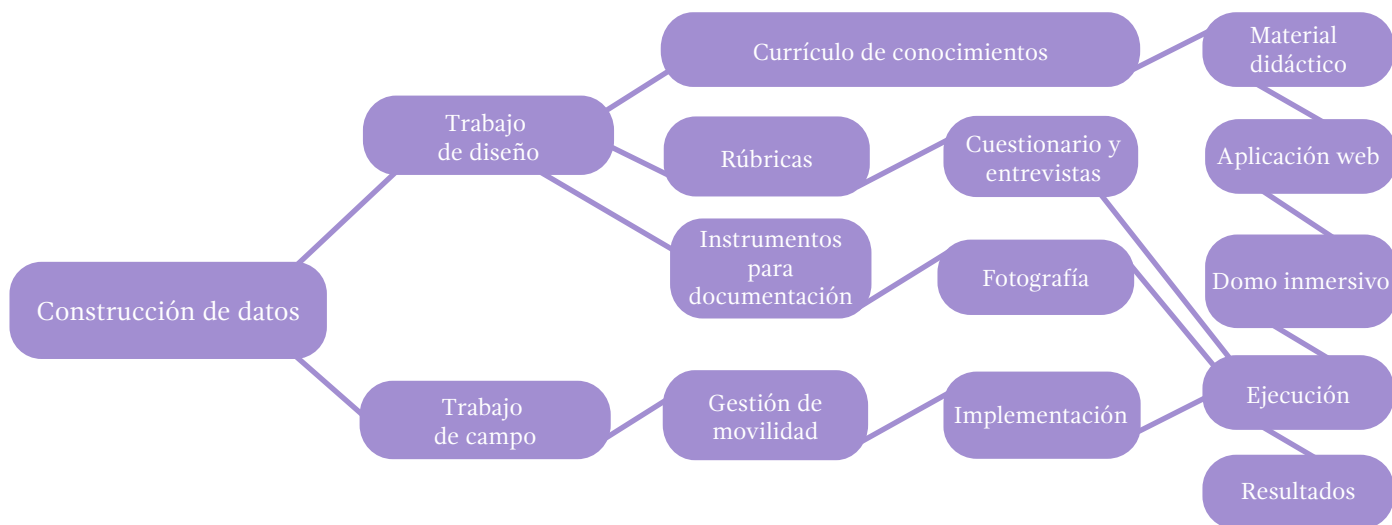


Figura 1. Ruta para la construcción de datos

El apartado trabajo de diseño cuenta con los componentes currículo de conocimientos, rúbricas, cuestionario, entrevistas, instrumentos para documentación y material didáctico. Para realizarlo se analizaron distintos modelos curriculares, como el modelo de cuatro pasos de Tyler (1973), el modelo de Taba que considera las necesidades de la sociedad y la cultura (Meza, 2012), y el modelo de Fonseca y Gamboa, identificado como un proceso de enseñanza-aprendizaje que tiene que ser llevado de manera científica (Fonseca y Gamboa, 2017). En la tabla 1 se muestran todos sus componentes (página siguiente).

Tabla 1. Plan de aprendizaje

Componentes	Contenido	
1. Conceptualización del plan	El desarrollo de herramientas y materiales educativos específicamente diseñados para la enseñanza en un domo inmerso permiten explorar conocimientos complejos que pueden ser útiles para estudiantes desde los ocho años hasta los docentes. Como ejemplo, resolver problemas tridimensionales con distintas variables, donde se exige la intervención del razonamiento y de ciertos mecanismos mentales (Meza, 2012).	
2. Tipo de currículo	Multimodal para un estudiante activo.	
3. Enfoque	Aprendizaje combinado.	
4. Determinación del perfil de salida	Obtener habilidades para realizar un estudio de producción inmersivo, identificando las características que permitan consolidar su función y autoconstrucción.	
5. Identificación del futuro del egresado	Un egresado capaz de diseñar contenidos multimodales en espacios inmersivos para utilizarlos en su trabajo creativo y docente.	
6. Determinación de los contenidos necesarios para alcanzar los objetivos terminales	El estimular la imaginación, mediante herramientas y ejercicios que permitan adquirir los conocimientos necesarios para la creación de narrativas destinadas a su presentación en un domo inmersivo de autoconstrucción.	
7. Contenidos del <i>software</i> educativo	Tema 1. Introducción	Subtema 1 El escenario astronómico: Determina el marco de referencia de la actividad haciendo uso de aspectos históricos del escenario astronómico y su relación con la perspectiva poliangular. También identifica el espacio para crear una obra de arte total para su contemplación y la estimulación sensorial.
		Subtema 2 Tecnologías aplicadas al trabajo en planetarios: Presenta de manera breve el desarrollo de los domos inmersivos en el siglo xx y principios del siglo xxi.

7. Contenidos del <i>software</i> educativo	Tema 2. Ciencias aplicadas	Subtema 1 Tecnologías aplicadas al trabajo en planetarios: Se muestra el estudio de la anatomía del ojo, el desarrollo de la perspectiva y la racionalidad por medio de obras maestras del arte occidental.
		Subtema 2 Del espacio continuo a la cuarta dimensión: Se expone el concepto de la cuarta dimensión desde la arista de la física y las artes plásticas.
		Subtema 3 Aspectos estéticos y la integración plástica: Se presentan innovaciones de la fotografía, el cine y la perspectiva poliangular (Siqueiros, 2020).
	Tema 3. Inmersión	Subtema 1 Domo poliangular: Se presenta un estudio profundo sobre la perspectiva poliangular y la deformación de la imagen.
		Subtema 2 Aspectos técnicos de una envolvente y su integración: Se presenta información técnica para iniciar el trabajo con <i>software</i> , así como una breve revisión sobre el principio óptico de Fermat.
		Subtema 3 El lenguaje inmersivo: Se presenta la comprensión sofisticada de las percepciones humanas y la interpretación de estas sensaciones, fundamentales para comprender el lenguaje de la proyección inmersiva.

8. Material didáctico

- Un *software* es el instrumento que da respuesta a las necesidades del plan curricular y sirve para indagar sobre las implicaciones de la educación con aprendizajes combinados.⁴ Los mecanismos para construir *software* se basaron en las características esenciales y atributos utilizados por Jacob Nielsen (1993): usabilidad, accesibilidad, estilo, funcionalidad, calidad de los contenidos, eficiencia y seguridad.

Se puede visitar el *software* en <https://www.fulldome.com.mx>

- Domo inmersivo de autoconstrucción, es un conjunto de cuarenta triángulos (equiláteros e isósceles) que pueden ensamblarse con la ayuda de sujetadores metálicos para formar un poliedro. Las piezas armadas se colocan en una plataforma tubular de policloruro de vinilo (PVC). Su objetivo es servir como pantalla de 180° para proyectar desde su interior. Sus medidas son:

Radio esférico: 4.20 metros

Altura: 2.00 metros

- Software libre para trabajo.⁵ Calculadora de geodésicas, *software* para planetario y su guía de uso en castellano (Stellarium), efectos digitales (After Efx), archivos de producción digital (Photoshop y Power point), *software* de edición de video (After Efx y Cinelerra), *software* de modelado 3D (Blander) y *software* para edición de fotografía (Gimp y Photoshop).

9. Metodología de implementación

El método de trabajo es colectivo con un enfoque educativo no formal, su tiempo de aprendizaje está programado para seis días de auto aprendizaje mediante del *software* educativo y quince horas de aprendizaje en aula con la presencia del maestro.

En la primera parte de siete días los estudiantes reciben el *software* por correo electrónico, interactúan desde sus computadoras, tabletas o celulares. Posteriormente se integran lecciones presenciales con proyectos de producción por cinco sesiones, con una duración de 180 minutos cada una.

Durante todo el proceso se dota al estudiante de información teórica que le ayuda a descubrir los conceptos relacionados con las ciencias, las artes y la visualidad.

10. Rúbrica y determinación de lo que será objeto de evaluación	Para evaluar los aprendizajes obtenidos en cada práctica se utilizaron rúbricas de evaluación que sirvieron de guías establecidas en niveles de pericia y desempeño sobre el proceso de producción. Sus valores se constituyeron por niveles de asistencia: 25%; entrevista, cuestionario y trabajo colectivo para autoconstruir el domo: 35%; presentación libre de una obra inmersiva: 15%; acompañamiento oral de la obra inmersiva: 25%; total: 100%. De acuerdo con el enfoque de investigación constructivista y social de múltiples fuentes se utilizaron: Entrevistas: Es una técnica que permite una gran libertad de expresión, en la que el entrevistado elige sus palabras y profundiza sobre sus pensamientos en una relación interpersonal intensa (Girox y Ginette, 2004). Se constituyó de: a) Entrevistas grupales donde se efectuó algún tipo de guía, dejando a los entrevistados expresarse abiertamente, con espontaneidad. Los temas manejados en la entrevista fueron: i) Visitas a un planetario ii) Conocimiento sobre los planetarios - Documentación con fotografía: se eligió por su capacidad de movilidad, durabilidad y fidelidad. Posee, además, un carácter documental de la forma más fiel e imparcial (Freund, 1947). - Cuestionario tipo Likert (1932), se utilizó al concluir cada práctica para determinar el nivel de acuerdo o desacuerdo con la metodología implementada. Su escala se basó en el modelo del OCM BOCES Center for Innovative Science Education (Reynolds, 2002). Los ítems se organizaron de la siguiente manera: 1. ¿La presentación de la práctica fue?; 2. ¿En general, el contenido audiovisual, los ejercicios y las habilidades presentadas en la práctica fueron?; 3. ¿La información del programa educativo fue?; 4. Después de la práctica ¿te gustaría aprender más sobre ciencias y arte? [haciendo preguntas, visitando un museo o una biblioteca, escribiendo, dibujando o armando un planetario propio]]. y 5. ¿La guía del practicante fue?
11. Requerimientos	Los requerimientos técnicos para los participantes se limitaron a contar con equipo informático portátil y con las habilidades propias de la educación media superior. Los requerimientos técnicos para llevar a cabo la actividad se limitaron a espacios educativos electrificados, equipados con sillas, mesas e internet.

El apartado *trabajo de campo* cuenta con el componente de gestión de movilidad, que tuvo el apoyo de la Maestría en Desarrollo y Planeación de la Educación de la Universidad Autónoma Metropolitana. La implementación en Villahermosa sucedió por invitación de la Secretaría de Cultura del Estado de Tabasco, siendo gestionada en su totalidad por ésta.

Hallazgos

Las comunidades de aprendizaje estuvieron rodeadas de factores que influyeron directa e indirectamente en cada lugar y durante las evaluaciones estas influencias se vieron involucradas en el desarrollo de la investigación, repercutiendo en el objeto de estudio. Para comprenderlo, se tomó en cuenta la complejidad de los fines y medios en el diseño curricular al promover una actividad educativa que incluyó metodologías innovadoras para una entidad sin infraestructura. Se consideró el estudio interno en las experiencias de aprendizaje adquirido por los estudiantes y su evaluación externa con juicios que devienen del aprovechamiento, la producción y la expresión visual.

Aquí entró en juego el método etnográfico de corte transversal, para encontrar las diferencias y similitudes. Por un lado, se asumió la perspectiva ética que permitió estudiar la interactividad de los estudiantes con el plan de aprendizaje combinado en un tiempo determinado por 15 días y desde el punto de vista del investigador. Por otro lado, la perspectiva émica estudió por 5 días las experiencias de los estudiantes desde su punto de vista, con el fin de determinar referentes explicativos de sus fenómenos internos (Rosa y Orey, 2012). Así, se muestran los hallazgos encontrados.

La unidad holística de la investigación se conformó por dos pruebas piloto y dos lugares de observación: las pruebas piloto sucedieron en el Salón de la Plástica Mexicana

y la Galería José María Velasco en la Ciudad de México, la primera observación en el Planetario Tabasco 2000, Tabasco, y la segunda observación fue en el Centro de Conocimiento y Artes de Durango, Durango. La información contextual relacionada con las circunstancias y el tamaño de las muestras se exponen a continuación.

Pruebas piloto: Salón de la Plástica Mexicana y Galería José María Velasco

Las pruebas piloto sirvieron como referencia para revisar el diseño del plan de trabajo, los instrumentos de implementación y evaluación. Se llevó a cabo una convocatoria pública que aceptó estudiantes de educación superior, graduados en artes visuales y maestros en servicio. Todos los participantes indicaron su visita a un planetario antes de la actividad. Conforme al plan curricular, participaron en la autoconstrucción del domo de inmersión, mientras que seis lograron presentar una pieza final.

Primera observación: Planetario Tabasco 2000 (PT2000)

Se difundió una convocatoria para la ciudad de Villahermosa; la actividad fue gestionada en su totalidad por la Secretaría de Cultura del Estado; 11 personas aceptaron participar. Todos habían estado en el domo inmersivo del estado, lo que sirvió para compartir sus experiencias y comparar sus destrezas durante el proceso de aprendizaje. También colaboraron con el trabajo colectivo para autoconstruir el domo, realizar pruebas, encuestas y entrevistas. Al final, 3 estudiantes presentaron muestras astronómicas y 6 obras artísticas.



Segunda observación: Centro de Conocimiento y Artes de Durango (CECOART)

La difusión de la actividad estuvo a cargo de la dirección del lugar; acudieron 12 personas de diferentes profesiones. Once participantes nunca habían estado físicamente en un domo inmersivo y uno acudió al planetario de Medellín, en Colombia. Todos los asistentes colaboraron en la autoconstrucción y desarrollaron su proceso creativo, pero sólo 8 presentaron una pieza final. La siguiente tabla expone la información cuantitativa más básica, como asistencia, deserción, nivel educativo, género y rangos de edad.

Tabla 2. Información cuantitativa

Lugar	Captación		Nivel Educativo		% Género		Rangos de edad
	Asistentes	% Deserción			Hombres	Mujeres	
Pilotos	12	0.2%	Técnico	1	41.6%	58.4%	23 a 47 años
			Licenciatura	8			
			Posgrado	3			
Tabasco PT2000	11	0%	Bachillerato	1	63.6%	36.4%	23 a 62 años
			Licenciatura	8			
			Posgrado	2			
Durango CECOART	12	0.1%	Licenciatura	10	66.6%	33.4%	24 a 52 años
			Normalista	1			
			Posgrado	1			
Totales	35	0.3%	Bachillerato	1	57.4%	42.6%	23 a 62 años
			Técnico	1			
			Normalista	1			
			Licenciatura	26			
			Posgrado	6			

El porcentaje total de deserción fue del 0.3%; la generalidad en este rubro tuvo su origen en la falta de equipo informático en los asistentes, aunque con anticipación se había solicitado como requisito de participación. La asistencia, dividida por el género, estuvo liderada por 57.4% de hombres *versus* 42.6% de mujeres. En lo que corresponde a la participación por nivel educativo de los estudiantes, se obtuvo el perfil adecuado para la adquisición de nuevos conocimientos y la practicidad en el manejo del lenguaje y el desenvolvimiento de las habilidades digitales. Los niveles

educativos esporádicos fueron bachillerato, técnico y normalista; el nivel educativo más constante fue la licenciatura y posteriormente estuvieron los posgrados. Los rangos de edad oscilaron entre 23 a 62 años, mostrando la persistencia de los involucrados para adquirir nuevos conocimientos. La interacción de los estudiantes con las actividades del aprendizaje combinado requirió más que la simple adquisición de nuevos conocimientos, pues el objetivo fue el desarrollo de nuevas habilidades para crear una obra inmersiva. En un sesgo, la transferencia de conocimientos para la

creación fueron inseparables a las emociones de los estudiantes, como sentirse más seguros para realizar cada prueba (Howard y Mozejko, 2015). En este sentido, los estudiantes enfrentaron muchos desafíos al interactuar con las actividades y desarrollar nuevas habilidades tecnológicas, como lidiar con pruebas y enfrentar los riesgos asociados con la falta del equipo adecuado para el formato combinado. Todo lo anterior influyó en las prácticas y en la interacción de los estudiantes, incluidas las decisiones relativas a la implementación de las pruebas y edición de una pieza inmersiva. Dicha influencia confirmó la idea de la transformación en el modo de enseñar y aprender, lo que me llevó a transitar del trabajo tradicional del aula hacia un espacio educativo inmersivo.

La valoración porcentual del aprovechamiento dejó ver aspectos importantes sobre las interacciones de los estudiantes con el plan de aprendizaje y su experiencia al crear una obra inmersiva.

El primer aspecto es el plan de aprendizaje, que afirmó la interacción con la mediación de sus recursos didácticos y sus dispositivos, otorgando en su *software* una interactividad personalizada en el usuario. El plan de aprendizaje combinado animó a los involucrados a participar en el proceso de formación y actualización, lo que permitió trabajar desde sus dispositivos fuera del contexto del aula.

Otro aspecto fue la interacción con el conocimiento del plan de aprendizaje que facilitó la relación pedagógica, debido a que busqué favorecer nuevas experiencias, a través de la resolución de problemas prácticos para interactuar con la educación inmersiva. En cuanto la combinación de conocimientos previos se tuvo la aceptabilidad para relacionar temas artísticos de la pintura del *Quattrocento* con el arte contemporáneo y temas de ciencia.

Un aspecto más fue la actitud de apertura permanente para conducirse en el camino del aprendizaje, aunque algunos estudiantes no contaban con la conexión a internet. Sin embargo, el obstáculo más importante para la interac-

tividad con el plan de aprendizaje combinado fue la falta de tiempo para desarrollar habilidades digitales en los estudiantes y el equipo de cómputo; posteriormente, el tiempo para completar algunas actividades se ubicó como el segundo obstáculo. La falta de equipo es una situación que visibilizó de forma negativa el acceso al conocimiento. Es importante señalar que esto no desanimó el interés de los estudiantes para compartir sus equipos y también sus resultados. La disposición de los estudiantes confirmó las tesis de otras investigaciones científicas que manifiestan los efectos potenciales de los planetarios en su valor afectivo (Summers *et al.*, 2008; Reed, 1970).

En este punto, los trabajos visuales generados por los estudiantes tienen el potencial de cerrar la brecha en la comprensión de la educación inmersiva. O sea, el aprendizaje de conceptos bidimensionales puede ser difícil de comprender cuando se involucran relaciones espaciales tridimensionales, ya que muchos de los materiales de enseñanza tradicionales siguen siendo de naturaleza bidimensional, pero cuando se recurre a un instrumento tridimensional, como el domo de inmersión, su aprendizaje es más efectivo.

A partir de este análisis comparativo, hubo también la constancia de que la composición social de cada lugar y el acceso adecuado a la infraestructura tienen una influencia significativa para la interactividad, pero de forma diferenciada. Existe una brecha que aumenta cuando no hay infraestructura que incluya equipo de cómputo, programas de aprendizaje para ciencia básica, desarrollo de habilidades digitales y difusión de la ciencia con domos inmersivos, como resultó en CECOART Durango. Las entidades con niveles superiores en infraestructura tuvieron resultados mayores en la interactividad con el domo inmersivo, como sucedió en PT2000 Tabasco. No obstante, la interactividad fue enriquecedora en las dos comunidades de aprendizaje (véase Tabla de evidencias en la página siguiente).

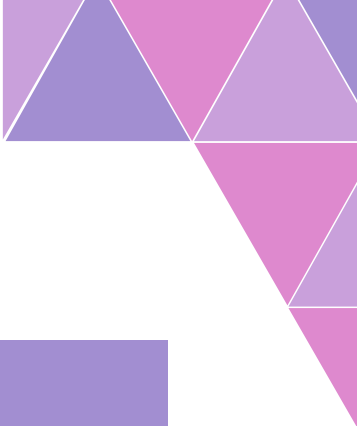
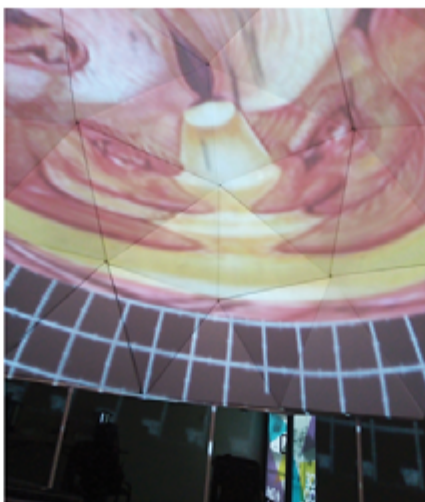


Tabla 3. Evidencias

Lugar	Trabajo colectivo y proyección de obras finales				
Tabasco PT2000					
					

Durango
CECOART



¿Cómo describen los estudiantes sus experiencias después de interactuar con el plan de aprendizajes combinados y el domo de inmersión?

La respuesta a la pregunta de la investigación parte de una perspectiva émica, es decir, desde adentro, donde los participantes mantienen una relación de aprendizaje que me permitió involucrarme con ellos, trabajando junto a ellos y asumiendo los mismos objetivos orientados a lograrlos. En esta participación obtuve información valiosa sobre los participantes y la identidad del lenguaje con el que discutieron los procedimientos y convenciones sobre el plan de trabajo implementado.

El acercamiento se hizo con un cuestionario de evaluaciones sumarias para identificar y especificar el nivel de acuerdo posterior a cada práctica (Likert, 1932), también se documentaron grabaciones y entrevistas para profundizar sobre el conjunto de conocimientos que se disponían en cada lugar. En la siguiente tabla se muestran los resultados del cuestionario aplicado en cada práctica.

Tabla 4. Cuestionario de evaluación

Ítems	Respuestas en porcentaje				
	muy buena / muy bien / sí	buena / bien / tal vez	indeciso	mala / mal / no	muy mala / muy mal / por supuesto que no
¿La presentación de la práctica fue?	78.13%	21.9%	0%	0%	0%
¿En general, el contenido audiovisual, los ejercicios y las habilidades presentadas en la práctica fueron?	93.2%	6.8%	0%	0%	0%
¿La información del programa educativo fue?	87.5%	12.5%	0%	0%	0%
Después de la práctica ¿te gustaría aprender más sobre ciencias y artes	96.8%	3.2%	0%	0%	0%
¿La guía del practicante fue?	93.8%	6.2%	0%	0%	0%

De todas las respuestas, el conjunto demuestra que los estudiantes involucrados tuvieron muy buenas experiencias, a pesar de las tensiones por la falta de equipo informático y los recursos condicionados por las habilidades digitales de los involucrados, lo que no fue impedimento para la adquisición de nuevos conocimientos.

Del acercamiento profundo en el lenguaje se obtuvo una apreciación rica en contenido para su análisis; dicha apreciación devino de las grabaciones en presentaciones orales en Tabasco, éste fue el único lugar que presentó capacidades discursivas para presentar obras inmersivas, lugar en el que identifiqué conocimientos adquiridos por experiencias previas en su planetario estatal, lo que permitió desarrollar presentaciones complejas que narraban historias astronómicas. Dicha actividad se grabó con tres participantes que presentaron su obra acompañados por una muestra inmersiva con el Stellarium.⁶

En este contexto se desarrolló la apreciación émica que buscó comprender las dinámicas internas y las relaciones *software* influidas dentro del lugar. Esto significa que el constructo émico consideró las percepciones, entendimientos internos y su validación surgió durante el consenso compartido por los alumnos. La percepción contó con tres historias orales: una dedicada al sol y la luna, otra a la constelación tianguis mexicana y una más a las constelaciones mayas.

De la transcripción de cada presentación se realizó un análisis semántico y se aplicó la técnica de contenido heurístico, sintetizando

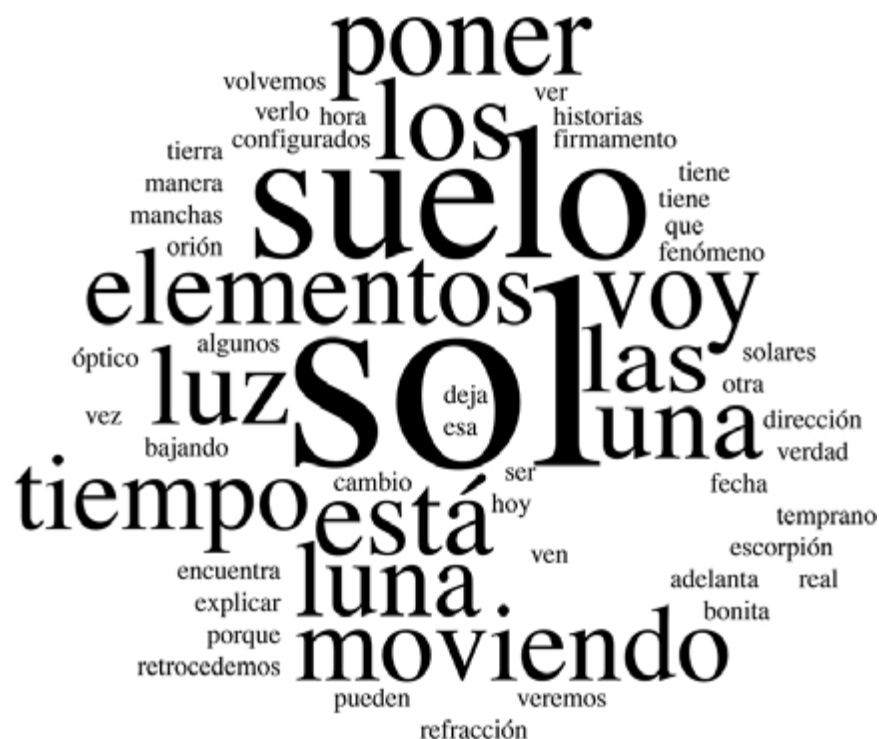
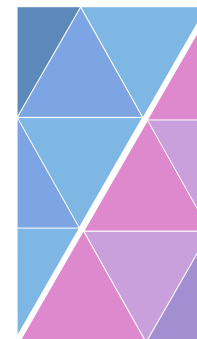


Figura 2. Apreciación émica en Tabasco

palabras en categorías mínimas que expresaron conceptos calculando su frecuencia con el número de veces que se repetía entre los oradores, con ayuda del programa NVivo 11.4.0 se estimó todo el proceso.

Es de suma importancia comprender que la observación émica y su técnica de investigación no tienen nada que ver con la astronomía. El conocimiento que manifestaron los estudiantes se obtuvo mediante ideas y prácticas internas en el grupo para obtener conclusiones a partir de las premisas de la percepción local. En otras palabras, la especificidad de las presentaciones orales puede entenderse mejor con el trasfondo de la comunidad que se ha desarrollado en torno a Tabasco y su planetario estatal, siendo un proyecto que abrió sus puertas al público desde 1981, creando una comunidad de aprendizaje para el estado. Por lo tanto, los conocimientos previamente adquiridos mediante métodos subjetivos y el aprendizaje contextualizado concluyeron en el diálogo y el argumento de los fenómenos astronómicos que poseen toda su complejidad y que pueden entenderse dentro de su contexto.



Asimismo, la narración de una historia por los estudiantes, que es acompañada de una serie de imágenes inmersivas, deriva de un espacio de aprendizaje que favoreció la motivación. La motivación tiene la virtud de mover y hasta cambiar la conducta humana, determinando la energía con la que se actúa (Carrillo, Padilla, Rosero y Villagómez, 2009). De acuerdo con algunos teóricos, la motivación es una necesidad fundamental para el crecimiento y es parte importante para la autorrealización (Maslow, 2003). Desde la pedagogía constructivista de Ausubel (1973), la motivación es un requerimiento esencial para el aprendizaje en su estructura cognitiva, en la que el sujeto puede establecer relaciones entre conocimientos nuevos y previos.

Conclusiones

Con el advenimiento del desarrollo tecnológico y la relativa facilidad de acceso a su infraestructura, se han desarrollado nuevos escenarios para que el aprendizaje pueda mejorar en alcance y rendimiento desde cualquier geografía. Sin embargo, la diversidad cultural y la realidad económica constituyen paradigmas que impactan en las propuestas educativas que se apoyan en la tecnología. Asimismo, hay una brecha por resarcir cuando se busca que los interesados y docentes mexicanos adquieran las capacidades necesarias para producir contenidos educativos dirigidos a un domo inmersivo. Esto implica una serie de procesos tecnológicos y demandas educativas que aún son poco conocidas y cuyo acceso, para aquellos que desean trabajar en esta área, es difícil debido a la falta de información sobre los pasos a seguir (Cavalcanti, 2009).

En otra perspectiva, se tiene que pensar en cambiar el sentido del aula frontal, donde la pedagogía, que está orientada al frente, es distinta cuando se habla del aula inmersiva, ya que la atención se distribuye a un espacio de 360° y los conocimientos se organizan en otras pedagogías que devienen de los lenguajes multimodales de la cultura digital. En este contexto, los profesores que quieran involucrarse deben de contar con las habilidades digitales para producir contenidos educativos adecuados que les permitan conjugar un plan curricular con las disciplinas que vayan a implementar.

Igualmente, deben identificar las tecnologías asequibles capaces de cumplir con los requisitos técnicos destinados a los entornos inmersivos, siendo el principal objetivo de cualquier interesado contribuir a la producción de contenido educativo inmersivo.

Finalmente, las experiencias analizadas mostraron desafíos materiales y económicos para involucrar a los jóvenes y maestros en actividades de aprendizaje que incluyeron tecnología inmersiva. A pesar de que los jóvenes interactúan constantemente con los medios de comunicación, mediante distintos dispositivos tecnológicos, y más aún, las interacciones en pantalla han ido aumentando por la pandemia del COVID-19. Esto sugiere que habrá un impacto en la educación que conduce a la expansión de nuevos entornos de aprendizaje, a su vez habrá una falta de equidad y justicia en la adquisición de tecnologías, lo que podría llevarnos a otros escenarios por resarcir. De hecho, los conceptos de equidad y justicia cambian con el tiempo, y en la medida en que aumenta la intolerancia junto con la estratificación y la diferenciación, la desigualdad se transforma radicalmente (Sen, 2016).

Si no se motiva la educación inmersiva se presentaría un escenario desigual para muchas generaciones de mexicanos, tanto estudiantes como docentes, pues al negarles la información para una construcción equitativa del conocimiento

y el aprendizaje, se debilitaría la relación con los espacios educativos, identificados como lugares inamovibles del conocimiento.



Notas

- 1 De acuerdo con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT)
- 2 Más información en: <https://alejandrocasaes.com/mapa/>
- 3 Diseño y edición de Alejandro Casaes N
- 4 El *software* es un sitio *web* que contiene páginas con contenido sin determinar, parcialmente o en su totalidad. El contenido final de una página se determina sólo cuando el usuario solicita una página del servidor *web*. Dado que el contenido final de la página varía de una petición a otra en función de las acciones del visitante, este tipo de página se denomina página dinámica. Recuperado de: <https://helpx.adobe.com/mx/dreamweaver/using/web-applications.html>
- 5 De acuerdo con Richard M. Stallman (2004), el adjetivo libre en el *software* libre hace referencia a la libertad: libertad del usuario para ejecutar, modificar y redistribuir *software*. De esta manera, *software* libre es cualquier programa cuyos usuarios gocen de estas libertades.
- 6 El *software* permite a las personas usar una computadora personal como un planetario virtual, ya que calcula la posición del sistema solar y de las estrellas como aparecería en el cielo desde cualquier hora y ubicación terrestre. También puede mostrar las constelaciones y simular fenómenos astronómicos.

Referencias

- Ausubel, D. P. (1973). "Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento". En Elam, S. (Comp.). *La educación y la estructura del conocimiento. Investigaciones sobre el proceso de aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el currículum*. Argentina: Ateneo.
- Boellstorff, T.; Nardi, B.; Pearce, C. & Taylor, T. (2012). *En ethnography and virtual worlds, A handbook of Method*. USA: Princenton University Press.
- Carrillo, M.; Padilla, J.; Rosero, T. y Villagómez, M. (2009). "La motivación y el aprendizaje" [versión electrónica]. *Alteridad* (pp. 20-32), 4 (2).
- Casaes, A. (2020). "Experiencias de enseñanza con un domo móvil" [versión electrónica]. *Cause, Boletín Informativo* (pp. 29-33), 17 (junio).
- Cavalcanti, A. (2009). Tecnologías alternativas de criação de conteúdos para ambientes Fulldome. [Tesis Maestría]. Brasil: Universidade de Aveiro.
- Dewey, J. (1997). Experiencia y educación. Argentina: Losada.
- Díaz, F. (2008). "Educación y nuevas tecnologías de la información: ¿Hacia un paradigma educativo innovador?" [versión electrónica]. ITESO, *Revista Electrónica Sinéctica* (pp. 1-15), 30-
- Fonseca, J. y Gamboa, M. (2017). "Aspectos teóricos sobre el diseño curricular y sus particularidades en las ciencias" [versión electrónica]. *Revista Boletín Redipe* (pp. 83-112), 6 (3).
- Freund, G. (1974). La fotografía como documento social. España: Gustavo Gill.
- Giroux, S. y Ginette, T. (2004). Metodología de las ciencias humanas, investigación en acción. México: Fondo de Cultura Económica.
- Greenberg, B.; Schwartz, R. & Horn, M. (2002). Blended Learning: Personalizing Education for Students. Teacher Center, Silicon Schools Fund & Clayton Christensen Institute. Recuperado de: <https://www.coursera.org/learn/blending-learning-personalization> (Fecha de consulta: 13 de mayo de 2020).

- Hartweg, B. (2018). A Case Study Exploring the Experiences of Pre-service Teachers in a live-interactive portable Planetarium Program (Explorando las experiencias de maestros en servicio en un programa de planetario portátil interactivo en vivo, un estudio de caso). [Tesis Doctoral]. USA: Texas Christian University Forth Worth.
- Hernández, G. (2015). "La metáfora de las TIC como herramientas educativas: El aprendizaje y las tecnologías de la información y la comunicación" [versión electrónica]. DIDAC (pp. 31-38), 66 (jul-dic).
- Howard, S. K. y Mozejko, A. (2015). "Teachers: Technology, change and resistance" (pp. 1-14). Cambridge University Press. Recuperado de: <https://ro.uow.edu.au/sspapers/1830> (Fecha de consulta: 9 de julio de 2020).
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2018). *Banco de indicadores educativos*. INEE. Recuperado de: <https://www.inee.edu.mx/evaluaciones/ef-entidades-federativas/> (Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2020)
- Jardines, F., (2009). "Desarrollo histórico de la educación a distancia, Innovaciones de negocios" pp. 225-236). Recuperado de: <http://eprints.uanl.mx/12521/1/A5.pdf> (Fecha de consulta: 9 de diciembre de 2020).
- Likert, R. (1932). *A technique for measurement of attitudes*. USA: New York University.
- Maslow, A. (2003). Teorías de la personalidad, Dr. C. George Boeree. Recuperado de: <http://webpace.ship.edu/cgboer/maslowesp.html> (Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2020).
- Meza, Jorge (2012). Diseño y desarrollo curricular. México: Tercer Milenio S.C.
- Mialaret, G. (1977). Ciencias de la educación. España: Oikos-Tau.
- Peña, H. (2017). "Revolución en el aula" [versión electrónica]. *Avance y Perspectiva* (pp. 29-31), 2(4).
- Puiggrós, A. (1990). "Sujetos, disciplina y currículum en los orígenes del sistema educativo argentino (1885-1916)" Recuperado de: https://campus.fahce.unlp.edu.ar/pluginfile.php?file=%2F184673%2Fmod_forum%2Fattachment%2F67064%2FPUIGGR%C3%93S%20-%20Sujetos%20disciplina%20y%20curriculum.pdf (Consultado el 21 de enero de 2020).
- Reed, G. (1970). A comparison of the effectiveness of the planetarium and the classroom chalkboard and celestial globe in the teaching of specific astronomical concepts. (Una comparación de la efectividad del planetario y la pizarra del aula y el globo celeste en la enseñanza de astronomía específica. Conceptos) [Disertación Doctoral]. USA: Michigan University.
- Reynolds, S. (2002). *Portable Planetarium Handbook*. USA: International Planetarium Society.
- Rosa y Orey (2012). "The field of research in ethnomodeling: emic, ethic and dialectical approaches" [versión electrónica]. *Educ. Pesqui.* (pp. 865-879). Sao Paulo, 38 (04).
- Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010). Metodología de la investigación, 5a. ed. México: The McGraw Hill/Interamericana.
- Secretaría de Administración e Innovación Gubernamental (2020). Planetario Tabasco 2000. Recuperado de: <https://tabasco.gob.mx/planetario-tabasco-2000-C> (Fecha de consulta: 6 de octubre de 2019).
- Sen, A. (2016). La desigualdad económica. México: Fondo de Cultura Económica.
- Siqueiros, D. (2020). Plataforma Pedagógica de Proyecto Siqueiros (Siqueiros pedagogo). México: Instituto Nacional de Bellas Artes y Sala de Arte Público Siqueiros.
- Stake, R. (1995). Investigación con estudios de casos. España: Morata.
- Summers, C.; Reiff, P. & Weber, W. (2008). "Learning in an immersive digital theater" [versión electrónica]. *Advances in Space Resarch* (pp. 1848-1854), 42 (11).
- Tyler, R. (1973). Principios básicos del currículo. Argentina: Troquel.
- Yu, K.C.; Sahami, K.; Sahami, V. & Session, L. (2015). "Using a digital planetarium for teaching seasons to undergraduates" [versión electrónica]. *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education* (pp. 33-50). 2 (1).

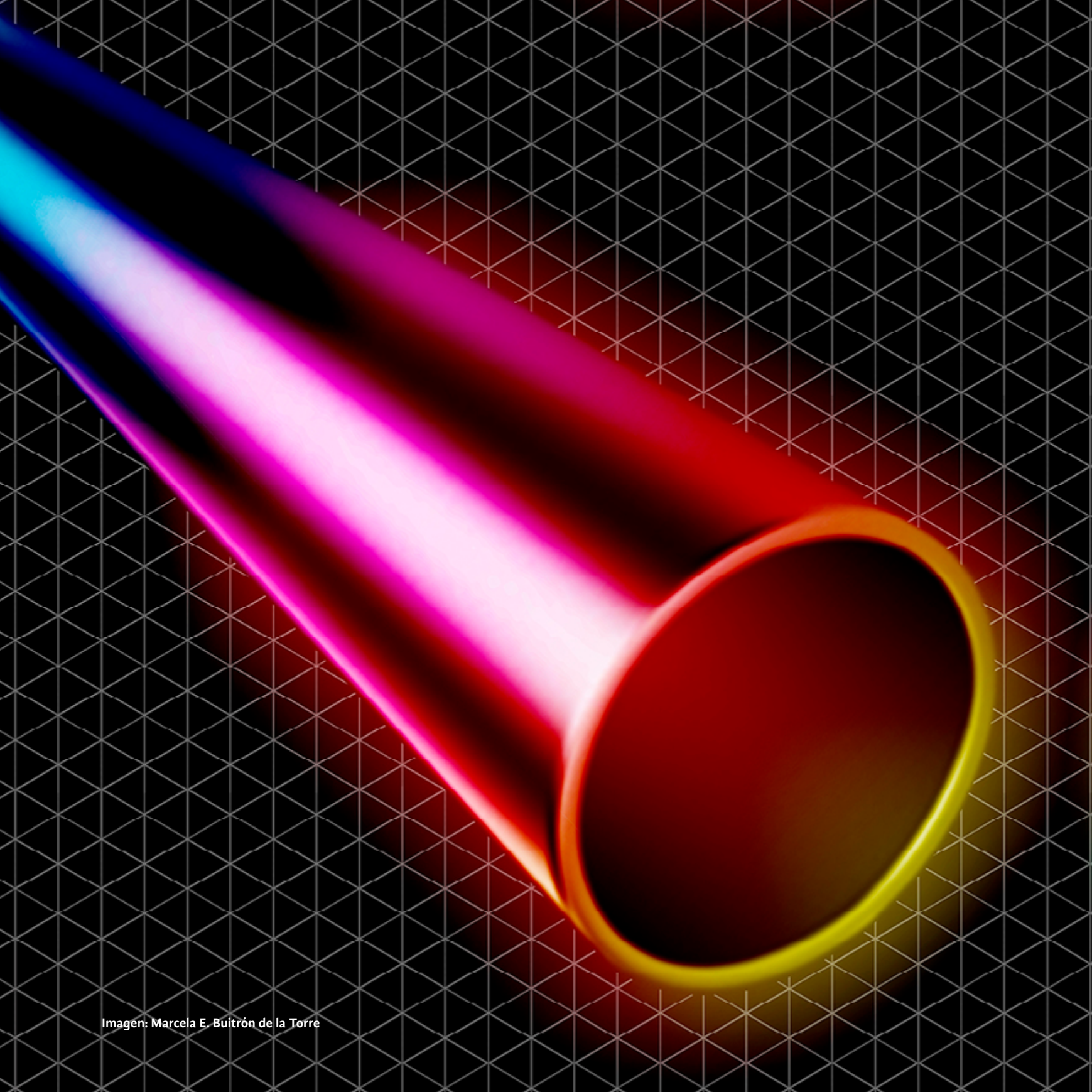


Imagen: Marcela E. Buitrón de la Torre

Simulación sobre una viga en voladizo de forma tubular a través de un análisis estático mediante un *software* CAD

Simulation on a tubular cantilever beam through static analysis using CAD software

Iván Alonso Lira Hernández* Alumno del Doctorado en Diseño y Desarrollo de Productos (Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco). Forma parte del Laboratorio de Manufactura (Área Académica de Ingeniería y Arquitectura) del Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo).

Rodrigo Ramírez Ramírez** Doctor en Diseño, Línea de Nuevas Tecnologías (UAM-Azc). Actualmente labora como profesor de los Posgrados en Diseño y Desarrollo de Productos y Diseño y Visualización de la Información, en los niveles de Maestría y Doctorado (División de Ciencias y Artes para el Diseño, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco).

Resumen

Actualmente cada vez es más frecuente realizar prototipos virtuales con las especificaciones y dimensiones reales, acompañados de la definición y asignación correcta de los parámetros y variables a considerar, a los que serán sometidos dichos artefactos o componentes, debido a que la tendencia es lograr representar los modelos en 3D lo más apegados a la realidad. Con el objetivo de que los datos otorgados sean válidos y así evitar llevar a cabo pruebas reales que en algunas ocasiones representan determinados riesgos y en muchos casos gastos excesivos al momento de probarlos. La simulación de cualquier tipo de análisis, llámese estático, térmico o incluso de cualquier disciplina o campo de estudio, por ejemplo: médico, ambiental o hasta deportivo, entre otros, es posible desarrollarse a través de algún *software* de diseño asistido por

computadora, mejor conocido como CAD, por sus siglas en inglés. En este trabajo se desarrolló un análisis estático, aplicando una fuerza en el extremo de una viga en voladizo, para conocer cuál es el desplazamiento que sufre y también el estrés que llega a tener; además, se verificaron y comprobaron los resultados obtenidos del simulador con la aplicación de las fórmulas correspondientes con el propósito de tener plena seguridad que el estudio estático es viable y correcto. La realización de este estudio ha permitido conocer con claridad cuál es el material del tubo más adecuado y qué dimensiones debe tener.

Palabras claves: Viga, deflexión, estrés, análisis de elemento finito, simulación.

Abstract

Nowadays it is increasingly common to make virtual prototypes with the real specifications and dimensions, accompanied by the definition and correct assignment of the parameters and variables to be considered to which these devices or components will be subjected, because the tendency is to represent the models in 3D the most attached to reality in order that the data provided are valid and thus avoid carrying out real tests that sometimes represent certain risks and in many cases excessive expenses at the time of testing. The simulation of any type of analysis, be it static, thermal or even of any discipline or field of study, for example: medical, environmental or even sports among others, it is possible to develop through some computer-aided design software, better known as CAD for its acronym in

English. In this work what was developed was a static analysis, applying a force at the end of a cantilever beam to know what is the displacement that is suffering and also the stress that it has, in addition, the results obtained from the simulator were verified with the application of the corresponding formulas with the purpose of having full security that the static study is viable and correct. The accomplishment of this study has allowed to know with clarity what the material of the most suitable tube and what dimensions must have.

Keywords: Beam, Deflection, Stress, Finite Element Analysis, Simulation.

Introducción

La simulación o representación en 3D es una de las principales herramientas tecnológicas para el diseño y la ingeniería en la actualidad, debido a que se utilizan para representar prototipos y/o procesos, permitiendo así un entendimiento de los mismos de forma más fácil y rápida. Las simulaciones son indispensables, puesto que algunas disciplinas utilizan con mayor frecuencia este tipo de metodología, como por ejemplo la física, las matemáticas y, obviamente, la ingeniería, ya que muchas veces no es posible obtener soluciones analíticas a partir de tener únicamente expresiones matemáticas.

Las soluciones analíticas son aquellas expresiones matemáticas que arrojan resultados con determinadas incógnitas, que algunas veces requieren la solución de ecuaciones diferenciales, las cuales, debido a su complejidad, resulta difícil resolver. Sin embargo, gracias a este tipo de metodologías se pueden obtener resultados y soluciones de forma más ágil, haciendo, por ejemplo, uso del método o análisis de elemento finito.

El método de los elementos finitos considera a la estructura o parte como un conjunto de pequeñas partículas de tamaño finito. El comportamiento de las partículas y de la estructura global es obtenido formulando un sistema de ecuaciones algebraicas que pueden ser rápidamente resueltas con un computador.

El análisis de elementos finitos es un método eficaz para determinar el rendimiento estático de las estructuras por 3 razones: la primera, que ahorran tiempo de diseño, la segunda, que son rentables en la fabricación, y la tercera, que aumentan la seguridad de la estructura (Abhinav Kasat & Varghese, 2012).

También se puede decir que es una herramienta de ingeniería que permite resolver varios tipos de problemas en esta disciplina. Consiste en discretizar un sólido en pequeños elementos finitos y da soluciones aproximadas mediante valores de frontera y a través de ecuaciones diferenciales parciales (Monterrubio y Morris, 2016).

Existen diferentes *softwares* de Diseño Asistido por Computadora que permiten realizar el método de elemento finito, mejor conocidos como FEM (por sus siglas en inglés); por mencionar algunos: Catia, Fusion 360 y SolidWorks, entre otros más que no son precisamente para realizar diseño computarizado, pero que sí permiten realizar los análisis de elemento finito una vez que se tiene previamente el diseño, como por ejemplo ABAQUS y ANSYS. Existe un estudio por parte de la Universidad de Alberta a través de ANSYS en su versión 7.0.

Frecuentemente, un material se selecciona en base a lo que funcionó antes, en condiciones similares, o a lo que un competidor utiliza en sus productos. Para poder proponer una mejor

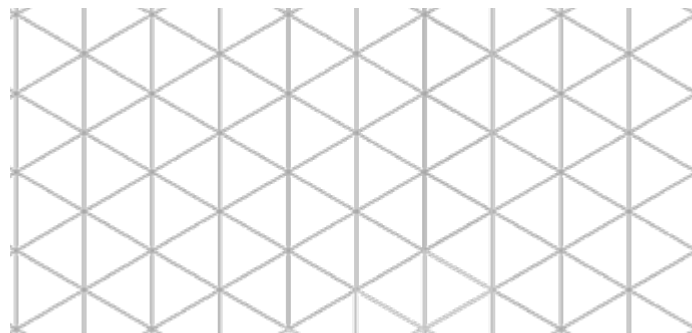
técnica de selección de un material es necesario determinar con mayor precisión el diseño que se pretende utilizar; el Diseño de Ingeniería se encarga de convertir una idea en especificaciones técnicas, donde ya se tienen seleccionados el material y el proceso más adecuados para el desarrollo de un producto (Lira & Ramírez, 2020).

El propósito del presente trabajo de investigación es analizar el comportamiento que tiene un determinado tipo de material con alguna geometría establecida, en este caso particular consiste en un tubo de aluminio y bambú con cierta longitud, diámetro y espesor.

La aleación estructural de aluminio más común, 6061-T6, tiene un límite elástico mínimo de 240 MPa, que es casi igual al del acero A36 (Randolph y Ferry, 2002).

En lo que respecta al bambú, varias pruebas físicas y mecánicas realizadas con varias especies de bambú, revelaron que es lo suficientemente fuerte como para ser utilizado como material de construcción. En ciertas propiedades mecánicas, incluso supera a la madera y al hormigón. Generalmente, la densidad del bambú varía de 500 a 800 kg/m³. El bambú posee excelentes propiedades de resistencia, especialmente resistencia a la tracción (Xiao, Inoue y Paudel, 2008).

Llevar a cabo la simulación de una viga en voladizo mediante el uso de un *software* de CAD es para conocer cuál es la deflexión y el estrés que tendrá la viga al momento de aplicarle una fuerza, este tipo de ejercicio se aplica principalmente en los cuadros para bicicletas.

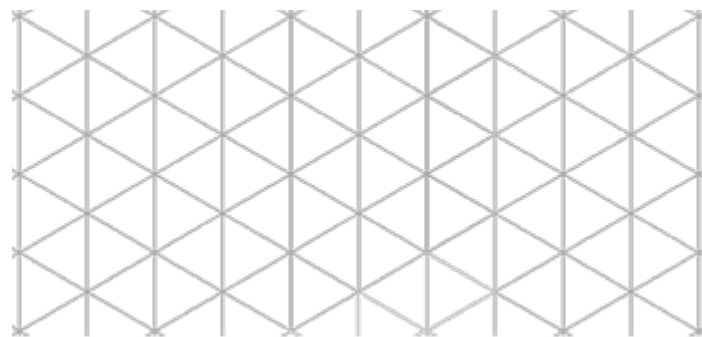


Las vigas son un elemento estructural unidimensional que pueden soportar cargas transversales mediante el desarrollo de resistencias a flexión, torsión y cortante transversal en las secciones transversales de la viga (Azzawi, Mahdy, y Farhan, 2010).

En análisis estructural, la deflexión hace referencia al grado en el que un elemento estructural se deforma bajo la aplicación de una fuerza. Conceptualmente, “estrés” es una fuerza “promediada por área” o “normalizada”. El promedio se obtiene dividiendo la fuerza entre el área sobre la que se considera que actúa la fuerza (Huston y Josephs, 2009).

La evaluación y la selección de los materiales son consideraciones fundamentales en el diseño de ingeniería. Si se hace correctamente y de una manera sistemática, se pueden ahorrar tiempo y costos considerables en el trabajo del diseño, y los errores subsecuentes del diseño pueden ser evitados (Cheremisinoff, 1996).

En este estudio existen diferentes parámetros o variables que son posibles de modificar e ir analizando el comportamiento de manera que nos permita ir teniendo datos para tomar mejores decisiones, como por ejemplo, en este caso en particular sería la de elegir el diámetro de tubo más adecuado. La combinación de diferentes parámetros o variables, como lo es el tipo de material y una geometría diversa, cambian los resultados. En este trabajo nos enfocamos a desarrollar el ejercicio con dos materiales distintos y con dos dimensiones diferentes. Es importante mencionar que la verificación de los resultados de la simulación se realizará con la aplicación de



las fórmulas respectivas para los casos de la deflexión y del estrés que se tiene en la viga. Las fórmulas a emplear son las siguientes:

Para calcular la deflexión:

$$y = \frac{FL^3}{3EI}$$

Donde:

Y=Deflexión

F=Fuerza aplicada en N

L=Longitud de la viga

E=Modulo de Elasticidad

I=Momento de Inercia

Para calcular el estrés:

$$\sigma = \frac{My_m}{I}$$

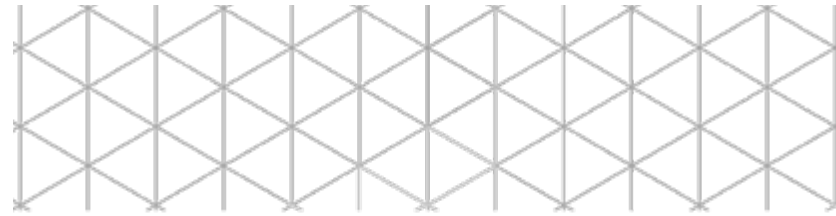
Siendo:

σ =Estrés

M=Momento

Ym=Distancia del centroide

I=Momento de Inercia



Desarrollo

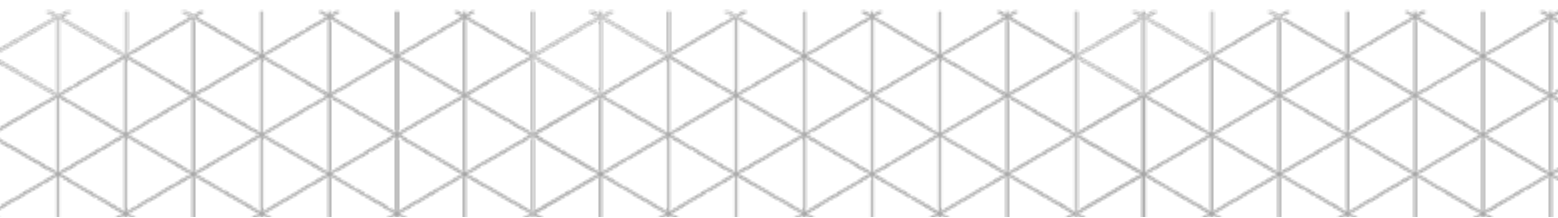
Éste es un análisis estructural simple de una viga en voladizo. El lado izquierdo de la viga en voladizo está fijo mientras hay una carga puntual de 100N. El objetivo de este problema es demostrar, a través del análisis de elemento finito, el estrés y la deflexión total en toda la viga. Cabe señalar que esta viga cuenta con 50cm, por lo que no es necesario considerar los comportamientos por sismo o viento.

Las pruebas se realizaron de forma virtual a través de la simulación del *software*; en primer lugar, fue necesario realizar el modelo del tubo con las dimensiones siguientes: diámetro de 25mm, longitud de 500mm y espesor de pared de 2mm, como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Tubo circular con una longitud de 500mm y diámetro de 25mm.

Los cálculos se realizaron empleando las formulas mencionadas anteriormente, de manera que para calcular la deflexión es necesario definir la fuerza que se va a aplicar; el módulo de Young a emplear, el cual dependerá del material, y finalmente el cuarto momento de inercia. Para el primer caso se utilizó el siguiente material: Al 6061 con un módulo de Young de 69000MPa (ver Tabla 1).



$$\delta = \frac{FL^3}{3EI} = \frac{(100N)(500mm)^3}{3 * (69000MPa) * [\frac{1}{4} \pi (12.5mm)^4 - (10.5mm)^4]} = 6.2 \text{ mm}$$

Material	Densidad en (kg/m3)	Módulo de Young
Aleación de aluminio	2700	69000

Tabla 1. Densidad y módulo de Young de la aleación de aluminio.

La deflexión que presenta el tubo de aleación de aluminio 6061 es de 6.2mm al momento de aplicarle la fuerza en el extremo contrario a su sujeción.

En el simulador también se utilizó el mismo material, como se puede observar en la Figura 2.



Figura 2. Valores del material de aluminio utilizados en el software para efectuar la simulación.

La aplicación de la fuerza es en el extremo del tubo circular (ver Figura 3) y el valor de la deflexión generado es el que se observa en la Figura 4.

Figura 3. Representación de la aplicación de la fuerza sobre el tubo con sección circular.

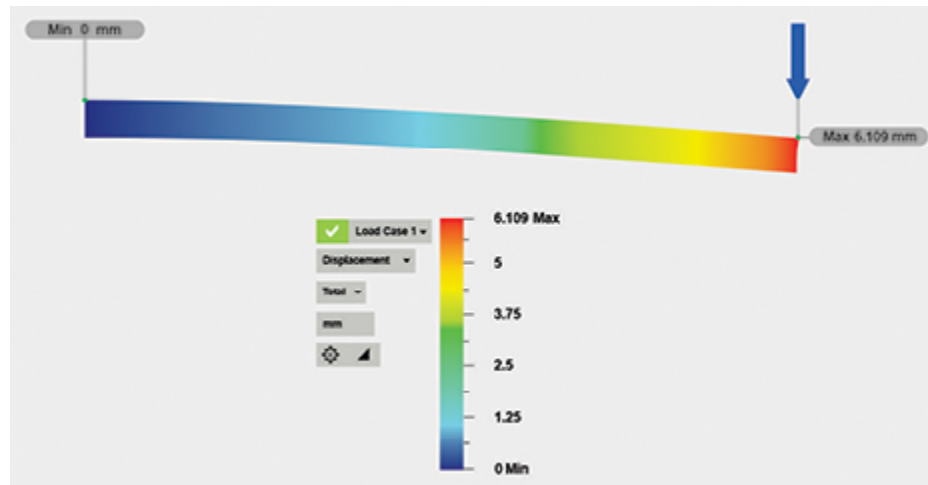


Figura 4. Deflexión del tubo de aluminio 6061 con una longitud de 500mm y un diámetro de 25mm.

Si comparamos ambos valores de la deflexión, existe una diferencia mínima y ahora sabemos que, aplicando una fuerza de 100N, el tubo se desplaza de 6.1 a 6.2mm. Ahora se muestra el cálculo del estrés que presentara la viga en voladizo:

$$\sigma = \frac{My_m}{I} = \frac{(100N)(500mm)(12.5mm)}{[(\frac{1}{4}\pi(12.5mm)^4 - (10.5mm)^4)]} = 64.9 MPa$$

En la Figura 5 se puede visualizar con mayor claridad dónde se lleva el estrés máximo y el valor es igual al obtenido mediante la aplicación de la fórmula. Estos valores nos permiten tener un parámetro o referente para saber cuál será el comportamiento que tendrá el material. Con los dos cálculos realizados podemos tomar una decisión para saber si es conveniente o no el material y/o la geometría definida.

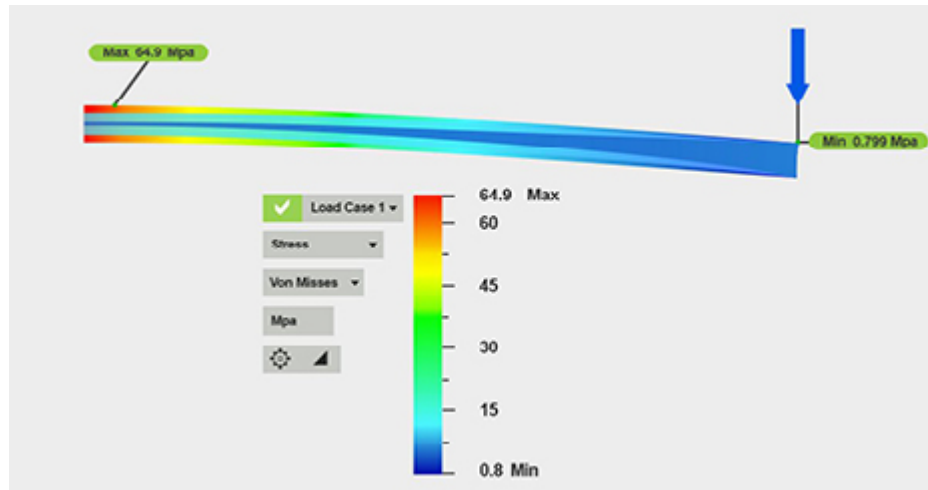


Figura 5. Estrés del tubo de aluminio 6061 con una longitud de 500mm y un diámetro de 25mm.

Ahora se utilizará como material bambú y se empleará el módulo de Young de 20GPa (Ashby, 2005).

$$y = \frac{FL^3}{3EI}$$

Al sustituir los valores en la misma fórmula empleada para la deflexión, pero ahora sustituyendo el valor de 20,000MPa, se obtiene un valor de 21.6mm, valor que es muy superior al obtenido para el material de aluminio 6061. El siguiente paso sería comprobar el valor obtenido al momento de realizar la simulación, sin embargo, existe un pequeño inconveniente, debido a que el bambú no cuenta con el Módulo de Young en el *software*, y éste, aunque se conoce, no es posible darlo de alta en el mismo, pudiendo observarse en la Figura 6.

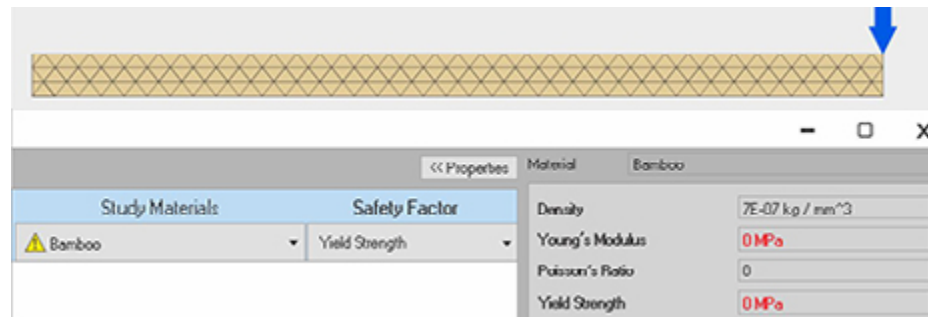


Figura 6. Representación del material del bambú que se pretendía usar en el simulador.

En la imagen anterior se puede verificar en color rojo y con un valor de cero en el apartado del Módulo de Young por lo que no es posible llevar a cabo la simulación y aunque se conoce su valor no es posible darlo de alta en el *software* de CAD. El valor del estrés para el caso del bambú se mantiene igual con un valor de 64.9MPa, a menos que se cambie el espesor y/o diámetro del material.

En el caso de cambiar el diámetro a un valor de 50.8mm y el espesor de tubo dejarlo en 10mm, se obtiene un estrés de 4.49MPa fundado mediante el uso de la fórmula y el resultado generado con la simulación, pero utilizando la aleación de aluminio es el siguiente: (Ver Figura 7)

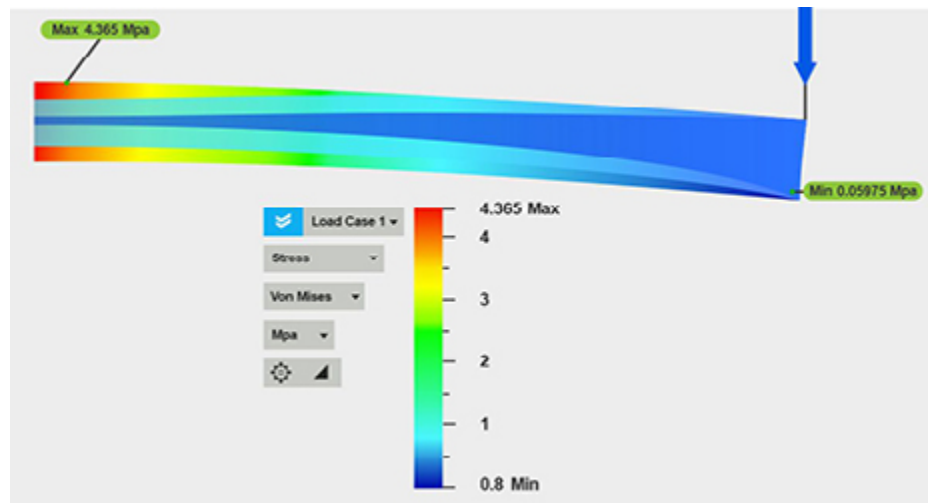


Figura 7. Estrés del tubo de aluminio 6061 con una longitud de 500mm y un diámetro de 50.8mm y espesor de 10mm.

Se puede verificar el resultado del estrés obteniendo un valor muy similar en la simulación de 4.365MPa. En este caso es el mismo valor del estrés para el caso del bambú o el aluminio, debido a que para el cálculo de este parámetro no está implícito el Módulo de Young y se está considerando la misma geometría. Sin embargo, en la deflexión sí va a variar y es de 0.214mm; este valor coincide exactamente con el de la simulación (ver Figura 8).



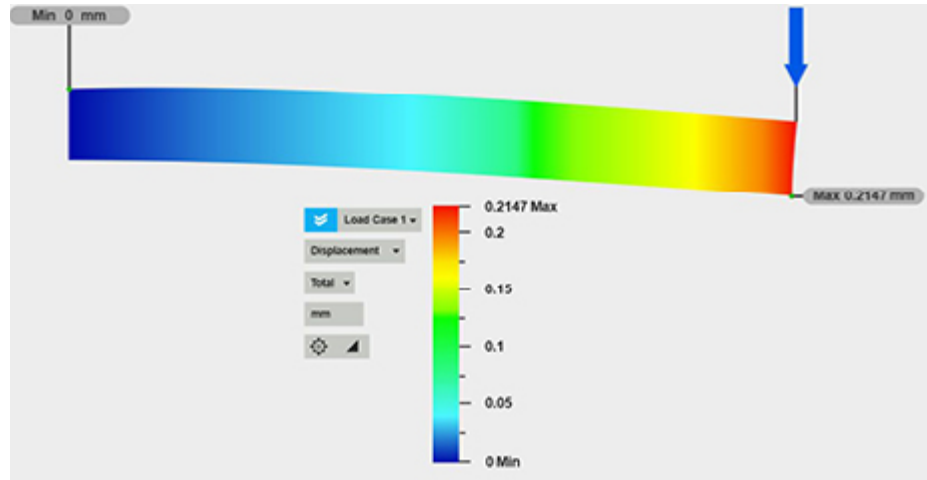


Figura 8. Deflexión del tubo de aluminio 6061 con una longitud de 500mm y un diámetro de 50.8mm.

Analizando y comparando los resultados anteriores es identificable fácilmente que, a medida que se aumenta el diámetro y el espesor del tubo se disminuye considerablemente el estrés y la deflexión, pero, por otro lado, se aumenta la masa. Si emplea el diámetro de 50.8mm y el material de bambú, el desplazamiento será de 0.737mm calculado a través de la fórmula, debido a que en el simulador no se puede obtener, por lo explicado ya anteriormente.

Discusión y análisis de resultados

El material es el ingrediente básico que forma los elementos estructurales y, en consecuencia, las estructuras. Sin embargo, por “material estructural” nos referimos al material cuyas propiedades mecánicas generalmente se definen con el propósito de análisis y diseño estructural. El proceso de diseño estructural ha pasado por una fase larga y aún continua de mejoras, modificaciones y avances en sus diversas áreas de investigación. En esta investigación se pretende conocer el comportamiento que tiene una sección tubular con dos diferentes diámetros y diferentes materiales, los cuales son aluminio y bambú, se determinó que fuera de forma tubular, debido a que la estructura de las bicicletas son en

su mayoría de forma circular, y respecto al empleo de los materiales utilizados ha sido también porque el aluminio es uno de los principales materiales con los que están fabricados los cuadros de las bicicletas, también se han realizado algunos cuadros de bambú.

Después de haber realizado los cálculos y las simulaciones para los dos tipos de materiales y las dos dimensiones empleadas, se procede a realizar una tabla para mostrar los resultados de

forma más clara y poder compararlos entre sí, con la intención de facilitar el acceso a la información y así poder tomar la decisión de cuál es más conveniente seleccionar, teniendo presente que lo que se busca es aquel material que tenga el menor desplazamiento, menor estrés en su estructura y el menor peso.

En la Tabla 2 se presentan los resultados para facilitar su identificación y comparación:

Material	Geometría	Deflexión mm	Estrés MPa
Aluminio	Diámetro 25mm	6.2	64.9
Aluminio	Diámetro 50.8mm	0.214	4.36
Bambú	Diámetro 25mm	21.6	64.9
Bambú	Diámetro 50.8mm	0.737	4.49

Tabla 2. Resultados de la deflexión y el estrés de la aplicación de la fuerza de 100N.

Sabiendo la densidad del aluminio y del bambú es posible conocer la masa mediante la fórmula siguiente:

$$m=\rho AL$$

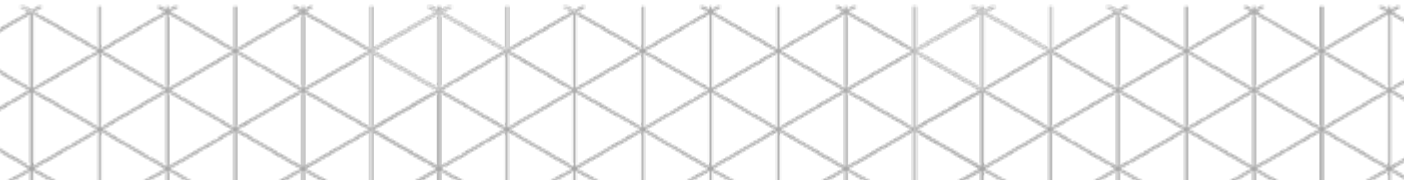
La densidad del aluminio 6061 es de 2700kg/m³ y del bambú es de 700kg/m³. Si se sustituyen los valores correspondientes para cada variable se obtienen los siguientes valores de la masa de la viga (ver Tabla 3):

Material	Geometría	Masa en kg
Aluminio	Diámetro 25mm	0.1950
Aluminio	Diámetro 50.8mm	1.730
Bambú	Diámetro 25mm	0.0505
Bambú	Diámetro 50.8mm	0.448

Tabla 3. Relación del valor de la masa de la viga para cada una de las vigas con su respectivo material y dimensión.

Se retoma el argumento que se emitió en el pasado de que al aumentar el diámetro de la viga se disminuye la deflexión y el estrés, pero, como podemos observar, en la segunda fila de la tabla anterior se aumenta el peso, pasando de 0.1950kg a 1.730kg, situación que no es del todo favorable puesto que el objetivo de realizar el presente trabajo es para realizar una mejor selección que maximice la resistencia o rigidez y por otro lado se minimice el peso.

Lo anterior se cumple con la elección del material de bambú y el diámetro de 50.8mm que corresponde a la última opción de la tabla, donde contamos con una deflexión de 0.7mm y un estrés de 4.49MPa y lo mejor es que la masa que se tiene es de 0.448kg. Esto representa un valor bastante aceptable si se deseara aplicar para realizar una estructura para una bicicleta, debido a que se tiene una baja deflexión y el estrés es



el mismo que se generaría en el material de aluminio, sin embargo, el otro factor clave y principal es que la masa sea mínima, situación que se logra sin problema alguno, al contar con un valor nada despreciable si comparamos los 0.4kg con respecto a 1.7kg.

Al llevar a cabo los cálculos y las simulaciones pertinentes, y después de interpretar los datos duros y de tipo cuantitativo, es posible señalar que la estructura tubular de bambú con un diámetro de dos pulgadas representa una alternativa sustentable y natural con excelentes comportamientos para su posible aplicación para la elaboración de una estructura o cuadro para bicicleta. Esta simulación ha sido limitada a la sección de tipo tubular, sin embargo, para un trabajo a futuro el análisis se hará a partir de una estructura híbrida.

Conclusiones

Haber realizado el presente trabajo de investigación permite relacionar dos disciplinas fundamentales para el desarrollo de productos, las cuales son los materiales y el diseño. Mediante este documento se pueden identificar con claridad las variables que se presentan y se deben considerar al momento de corroborar o verificar lo generado a través de un *software* con los resultados teóricos a partir de la aplicación de las fórmulas correspondientes.

El hecho de poder realizar las dos comparaciones permite tener la total certidumbre de que lo realizado está bien hecho, pero más allá de ello, lo más valioso se encuentra al momento de contar con la información de manera clara y precisa, para así poder tomar decisiones con la plena certeza de que lo que se pretende utilizar u aplicar tendrá un rendimiento adecuado y correcto, además de que en algunos casos ya no será necesario realizar la verificación de forma real, puesto que hoy en día se tiene la ventaja de los *software* de CAD 3D, los cuales permiten representar y calcular los resultados que se puedan presentar al momento de aplicar una fuerza sobre algún material, como fue el caso del desarrollo de esta investigación, donde se aplicó una fuerza sobre una viga en voladizo para saber cuál será su comportamiento y de qué manera influye el hecho de cambiar el material y/o la dimensión.

Después de realizar los cálculos a través de las fórmulas y de lograr realizar el análisis estático a través del método de elemento finito, en los casos donde fue posible, se pudo concluir que el material conveniente a emplear para su posible aplicación como estructura para una bicicleta es el bambú, con un diámetro de 2 pulgadas y un espesor de 10mm.

Referencias

- Abhinav Kasat, S., & Varghese, V. (2012). "Finite Element analysis of prestressed concrete beams". *International Journal of Advanced Technology in Civil Engineering* (pp. 29-33).
- Andrew, P. (2012). *Mechanics of Materials*. USA: CENGAGE.
- Ashby, M. F. (2005). *Materials Selection in Mechanical Design*. Italy: BH.
- Azzawi, A.; Mahdy, A., & Farhan, O. (2010). "Finite Element Analysis of deeo beams on nolinear elastic foundations". *Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics*(pp. 13-42).
- Cheremisinoff, N. (1996). *Materials Selection Deskbook*. USA: Noye Publications.
- Huston, R., & Josephs, H. (2009). *Practical Stress Analysis in Engineering Design*. NY: Taylor & Francis.
- Lira Hernandez, I. A., & Ramírez Ramirez, R. (2020). Selección de un material para su posible aplicacion en el diseño de una estructura. *Topicos de Investigacion en Ciencias de la Tierra y Materiales* (pp. 94-98).
- Monterrubio, L. E., & Morris, R. (2016). Correlation of a Cantilever Beam Using Beam Theory, Finite Element Method and Tests. *Engineering Education* (pp. 26-29).
- Randolph Kissell, J., & L. Ferry, R. (2002). *Aluminum Structures*. Canada: John Wiley & Sons, INC.
- Xiao, Y., Inoue, M., & Paudel, S. (2008). *Modern Bamboo Structures*. London UK: Taylor & Francis.

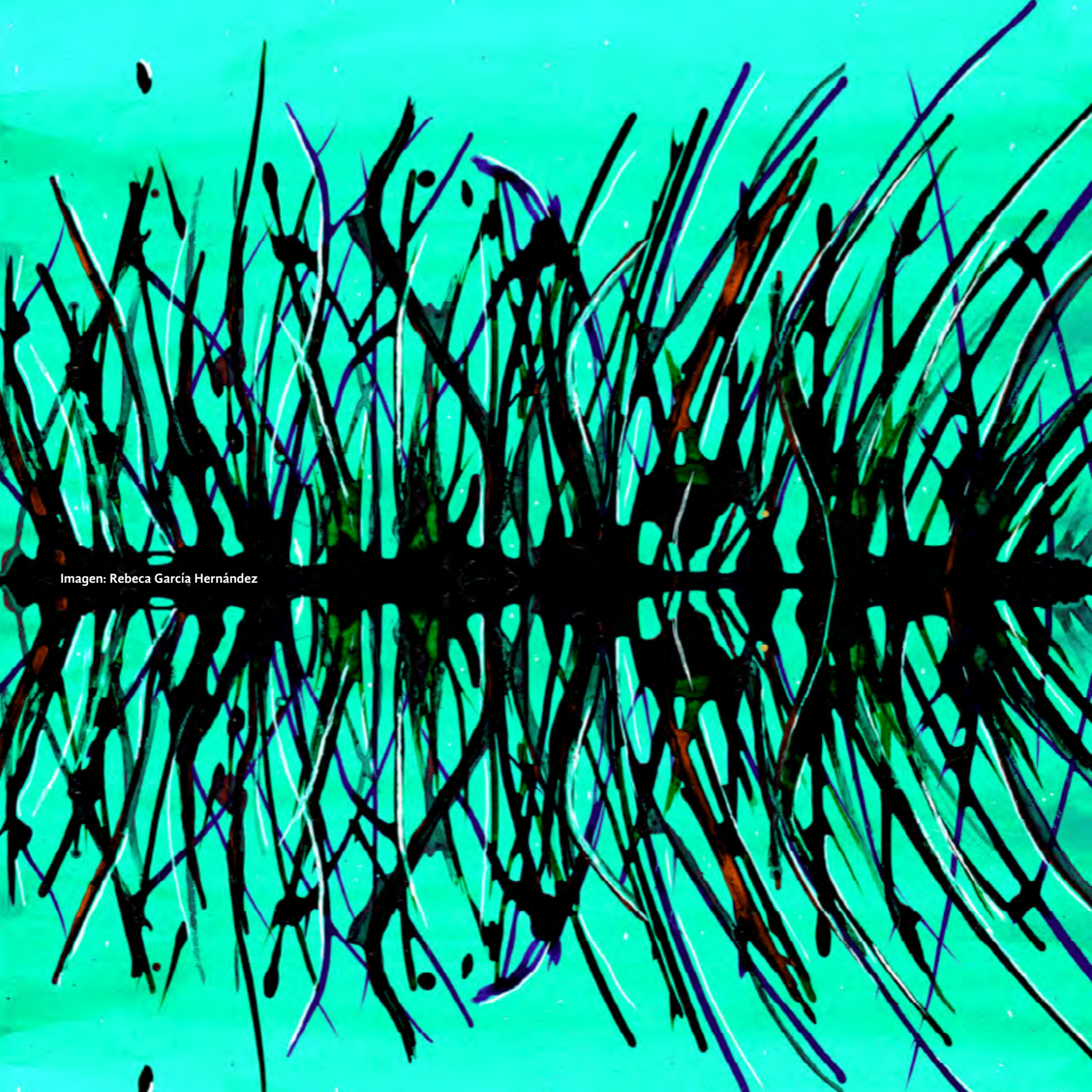


Imagen: Rebeca García Hernández

Diseño de aplicación para la difusión de conocimiento especializado sobre pastos marinos. Caso de estudio *App Seagrass ID*

Application design to disseminate specialized knowledge about seagrasses. Case study: *Seagrass ID app*

Magdiel Juárez Guerrero* Es un estudiante próximo a terminar la carrera de Ciencias de la Computación en la Universidad Nacional Autónoma de México. Algunas de sus áreas de interés tienen que ver con el diseño de interfaces, la investigación en el área de la experiencia de usuario (UX) y cómo las personas interactúan con la tecnología en diversos contextos. También le resulta de sumo interés el aprendizaje del desarrollo de sistemas en diferentes lenguajes de programación, tanto de *Frontend* como de *Backend* para más adelante enseñar a utilizar dicha tecnología. Actualmente es docente en la Facultad de Ciencias de la UNAM y colabora en proyectos del sector privado.

Selene Marisol Martínez Ramírez** Estudió la licenciatura en Ciencias de la Computación en la Universidad Nacional Autónoma de México. Tiene una especialidad en Diseño Gráfico en el área de Hipermedios, una maestría en Diseño en el área de Nuevas Tecnologías y un doctorado en Diseño en el área de Visualización de la Información en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. Actualmente es catedrática en la Facultad de Ciencias en la UNAM, la cual le otorgó una medalla por servicios académicos; es profesora a distancia de UTEL a nivel licenciatura y maestría e imparte materias en diversas maestrías de UNITEC. También ha colaborado con el equipo ESIE del ICAT-UNAM en el Diplomado *Innovación en la Docencia Universitaria 2019* y en el *Diplomado Internacional Innovación en la Docencia Universitaria 2020*; además forma parte del Comité de la revista *T&D* de la UAM Azcapotzalco. En la parte empresarial realiza la dirección de proyectos para evaluar la calidad y el manejo de riesgos en diversos sistemas. Además, trabaja en proyectos para la empresa Estrategas Digitales, diseñando cursos, actividades y evaluaciones para diversas materias a nivel bachillerato y licenciatura, en las modalidades presencial, mixta y a distancia.

Darío Emmanuel Vázquez Ceballos*** Obtuvo su grado de maestría en Ciencias en Sistemas Computacionales Móviles por parte de ESCOM IPN, México, en 2015. Es Licenciado en Ciencias de la Computación por parte de la Universidad Nacional Autónoma de México (2013). Su investigación incluye interacción humano-computadora, diseño de interfaces y diseño de experiencia de usuario. Actualmente es estudiante de doctorado en Diseño y Visualización de la Información en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y profesor de asignatura de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

Resumen

El objetivo de la *app Seagrass ID* es difundir información especializada sobre pastos marinos tropicales del Atlántico occidental. El diseño de la aplicación toma en cuenta patrones de interfaz de usuario, pautas de diseño (*Material Design*) y persuasión basada en el proceso de diseño de interfaz.

Palabras clave: Pastos marinos, *android*, diseño, patrones de interfaz de usuario, usabilidad, difusión, información, diseño de interfaz.

Abstract

The purpose of the *Seagrass ID* application is to disseminate specialized information about tropical seagrass in the western Atlantic. The design of the application takes into account user interface patterns, design guidelines (*Material Design*) and persuasion based on the interface design process.

Keywords: Seagrasses, android, design, user interface patterns, usability, dissemination, information, interface design.



Introducción

Hoy en día se hace un gran esfuerzo por hacer difusión de la investigación lograda en la ciencia para que esta información pueda llegar a manos de una mayor cantidad de personas, de una forma fácil de comprender; lamentablemente no siempre se cuenta con la tecnología y los recursos necesarios para poder hacerlo. A continuación se muestra la estrategia que se utilizó para desarrollar una aplicación cuyo objetivo principal es difundir información de contenido especializado.

La aplicación desarrollada es *Seagrass ID*, y tiene como objetivo principal difundir la existencia de los pastos marinos. En el proceso de desarrollo de esta aplicación se utilizan conocimientos teóricos de diseño de interfaces, de patrones de diseño móviles, y el *framework* de diseño *Material Design*. El aporte de este trabajo es mostrar cómo utilizar estos conocimientos para desarrollar una aplicación con un objetivo tan particular, la cual, además, se desarrolla con el propósito principal de difusión y no de monetización.

Los pastos marinos son un grupo de plantas marinas que producen flores (Tussenbroek, Barba, Ricardo, Van Dijk y Waycott, 2010:10). Su conocimiento es escaso y son un campo al que se le dedica poca difusión. Algunas preguntas importantes por responder de ellos son:

- ¿Cómo se llama el pasto?
- ¿Cuál es la diferencia entre un pasto y un alga?
- ¿Por qué un pasto puede nacer junto a otro que es muy diferente y cómo sucede?
- ¿Qué animales se alimentan de estos pastos?
- ¿Por qué son importantes estos pastos?

Bien, otra razón que llevó al desarrollo de esta aplicación es que aunque actualmente se encuentra publicada la *Guía de los pastos marinos tropicales del Atlántico oeste*, que puede resolver las anteriores preguntas, es un documento de limitado acceso a las personas. Por esta razón se pensó que un material digital sería de gran ayuda para reforzar la difusión de la existencia de estas

plantas con flores marinas. Cabe mencionar que la información que se encuentra en la guía es referente sólo a 11 especies de pastos marinos (Tussenbroek, Barba, Ricardo, Van Dijk y Waycott, 2010:10) y que sólo habitan en el mar del Caribe, por lo que estamos hablando de información muy particular que se está dando a conocer.

Es importante referirnos a generalidades de la guía: el documento describe características fundamentales de los pastos marinos del mar del Caribe y también habla de la fauna que cohabita con éstos. Juntos, estos elementos constituyen un ecosistema que mantiene el equilibrio de los sistemas costeros, sin mencionar que son productores de gran parte de la materia orgánica, por lo que diversos animales marinos dependen directa o indirectamente de estas largas praderas de pastos marinos (Tussenbroek, Barba, Ricardo, Van Dijk y Waycott, 2010, y Anthony, Larkum, Orth y Duarte, 2006).

La aplicación incluye un proceso¹ para identificar pastos marinos utilizando muchos de los recursos gráficos utilizados en la guía, por lo que el proceso de identificación es muy similar. Al acceder a la aplicación, el usuario puede realizar varias tareas, entre las que destacan:

1. Acceder a ver la fauna existente.
2. Realizar la identificación de un pasto marino (y después de realizar la identificación):
 - a) Ver breve descripción del pasto.
 - b) Ver la ubicación del pasto.
 - c) Ver la época de reproducción del pasto.
3. Ver glosario de términos.

Android y el estado del arte

Para apoyar la guía, se propuso hacer uso de tecnologías de la información (TIC) desarrollando una aplicación dirigida a *smartphones* con sistema operativo Android, pues según estudios del INEGI de 2107, el uso de dispositivos móviles va en aumento, y Google menciona en una guía (Google Inc., 2016) que en la *Play Store* se descargan millones de apps y acceden miles de usuarios. Además, Interactive Advertising Bureau (IAB, 2017) publicó que 71.5 millones de usuarios se conectan a internet, y de éstos 81% lo hacen desde algún *smartphone* y casi todos desde su hogar; Cuello y Vittone (2013) mencionan, además, que

[...] una aplicación ofrece una mejor experiencia de uso, evitando tiempos de espera excesivos y logrando una navegación más fluida entre los contenidos.

Por lo tanto, el contexto mencionado anteriormente proporciona las condiciones para optar por un desarrollo móvil. De esta manera, los usuarios sólo tendrán que descargar la aplicación desde Google Play.

Se conocen pocas aplicaciones enfocadas a la difusión de contenido de botánica, pero en relación con el contenido de pastos marinos de México son muy pocas, por lo que *Seagrass ID* es un material sin precedentes e innovador. En este artículo se realizó una investigación y se encontraron tres aplicaciones relacionadas con la temática de pastos marinos y reconocimiento de especies. A continuación se describen:

■ *Seagrass Spotter*

Fue desarrollada por un grupo de Reino Unido; es una aplicación educativa y de conservación que ayuda al descubrimiento de nuevas especies de pastos marinos. La idea es que los científicos contribuyan a la conservación de pastos con unos simples pasos desde su dispositivo móvil (*Project Seagrass*, 2015-2020). Para agregar la ubicación de una especie, se toma una fotografía, que utiliza la ubicación del dispositivo, y se agrega información que describe el pasto marino que se observa.

■ *Pl@ntNet*

Es una aplicación para la identificación de plantas que con tan sólo tomar una fotografía se puede obtener información acerca de la planta fotografiada; esto se logra debido a que contiene un enorme banco de información de miles de plantas que han sido previamente identificadas (Google, 2020).

■ *Beachcomber*

Es una aplicación de identificación que describe algunos de los elementos más comunes que se pueden encontrar en las playas de aguas templadas de Australia Occidental (*Apple Inc.*, 2020). Aunque en esta aplicación se puede encontrar un poco de contenido de los pastos marinos, nada es relacionado a pastos marinos de México y no sirve para identificación.

Este es el material encontrado relacionado a pastos marinos, identificación de plantas y aplicaciones informáticas que difunden contenido especializado de Biología. Lo anterior nos dice que no hay mucha información digital para dispositivos móviles que valoren los pastos marinos.

Desarrollo del proyecto *Seagrass*

El proceso de diseño de interfaces (Stone, Jarrett, Woodroffe y Minocha, 2005), (UXPIN, 2015), (UXD World, s.f.) consiste en 4 etapas fundamentales:

- Análisis
- Diseño
- Implementación
- Evaluación

En este trabajo se hablará sólo de las dos primeras etapas y se acentuará en la etapa de diseño.

Análisis (levantamiento de requerimientos)

Como parte del proceso de la toma de requerimientos para la aplicación, se realizó una visita al mar del Caribe, en Cancún, Quintana Roo, en donde se realizaron las siguientes actividades:

- Se visitó con estudiantes de maestría el ecosistema donde habitan algunas de las especies y hábitat de pastos marinos más comunes.
- Se realizaron entrevistas con expertos y estudiantes de botánica marina para hacer una correcta identificación de necesidades de usuarios.
- Se hizo una primera propuesta de aplicación con *mockups*² de mediana fidelidad en presentación, en donde se planteó el problema y cómo se solucionaba en la aplicación. En esta exposición se lograron identificar algunos requerimientos que no se habían contemplado durante entrevistas anteriores.
- Se discutieron las posibles maneras de hacer promoción de la aplicación después de ser publicada en la *Play Store*.

Diseño

En 2009 se dijo que el diseño es el arte de visualizar soluciones concretas que sirven a metas y necesidades humanas con ciertas limitaciones e implica aprender acerca de las emociones humanas, cognición, ergonomía y desarrollar productos que cumplen con el objetivo de ser útiles (Goodwin, 2009). Actualmente es verdad el argumento. Particularmente, en el área de diseño de interfaces se hace énfasis en que la metodología del diseño de interfaces enfrenta nuevos desafíos, debido a que la tecnología se pone a una variedad más amplia de dispositivos tecnológicos (Coleman, 2017). Como bien se menciona en Ramírez-Acosta (2017), en

[...] el diseño de una interfaz de usuario, más allá de resultar estéticamente agradable, debe tomar en cuenta parámetros a los que, en ocasiones, no se les da debida atención, lo cual puede perjudicar por completo la experiencia del usuario con la herramienta.

Estos nuevos desafíos surgen de nuevas necesidades humanas, lo que sugiere que la metodología de diseño de interfaces seguirá cambiando.

También, por esta razón la definición de usabilidad (definida en términos de efectividad, eficiencia y satisfacción [ISO 9241-11]), define el grado de efectividad y satisfacción del usuario al interactuar con la información que se le presenta en pantalla [Aurel, 2017]) sigue siendo estudiada y es concepto indispensable de diversas metodologías de diseño de interfaces. Mientras se consideren la amplia gama de dispositivos tecnológicos, las formas de interactuar con ellas y el contexto al que los usuarios se exponen mientras utilizan alguno de esos dispositivos, las aplicaciones serán útiles para el usuario.

El *wireframing* es una etapa fundamental para el diseño jerárquico de información, ya que juega un papel muy importante en todas las formas gráficas del diseño (Tidwell, 2011); para esto se realizaron bocetos de baja fidelidad para decidir qué y cómo se le iba a presentar información al usuario. Estos *mockups* sufrieron modificaciones durante el posterior diseño e implementación, debido a cuestiones de usabilidad que impedían un correcto uso, además de que se identificó que las propuestas no eran intuitivas para el usuario. Estos bocetos se muestran a continuación y sólo reflejan la idea inicial que se tenía de la aplicación.



Figura1. Wireframes de bocetos iniciales de la aplicación.

Fuente: Capturas tomadas por el autor.

Para el diseño visual de esta aplicación se eligieron colores que reflejan la portada de la publicación en la que originalmente se encuentra el contenido de los pastos marinos, la siguiente figura representa la asociación de colores. Cabe mencionar que el color es un elemento visual con significado que también sirve para comunicar, estimula el cerebro para establecer una conexión con el usuario desde la perspectiva de la psicología (Coleman, 2017). Con estos colores también se busca mantener la personalidad que se generó cuando se lanzó el material impreso.



Figura 2. Significado de los colores dominantes de la aplicación.

A la izquierda la portada de la *Guía de los pastos marinos tropicales del Atlántico oeste*.

A la derecha la interfaz de la aplicación *Seagrass ID*.

Fuente: Imagen elaborada por el autor.

En el ecosistema donde habitan los pastos marinos tenemos una especie en particular llamada *Thalassia testudinum*, y uno de los habitantes de fauna del ecosistema es la tortuga blanca. Estas dos especies sirvieron para dar identidad a la aplicación. Para conseguir esto se tenían que digitalizar, por lo que se descargó de la plataforma *Ian Symbols* material disponible y se les hicieron ligeras modificaciones.³ Los elementos originales se muestran en la siguiente figura:



Figura 3. Imágenes descargadas de la plataforma de Ian Symbols. Se observa la tortuga blanca y dos imágenes referentes a la especie *Thalassia testudinum*.

Fuente: <https://ian.umces.edu/symbols/>

El ícono de la aplicación se comenzó a diseñar desde cero. Para empezar, se pensó en el ambiente natural en el que se encuentra un pasto, debajo del mar, el movimiento ondulatorio de una hoja de pasto movida por la corriente marina. Se generaron bocetos a papel y lápiz sobre la forma alargada de la ramificación de un pasto. Se digitalizó y se utilizó la metáfora para representar la tarea de los biólogos cuando realizan investigación de campo sobre pastos marinos.



Figura 4. A la izquierda se observa el boceto original en papel. En medio se ven los elementos pertenecientes al ícono vistos por separado. A la derecha el resultado de unir los elementos atómicos que conforman el ícono.
Fuente: Imagen elaborada por el autor.

Cada uno de los elementos del ícono fue diseñado desde cero. La intención de realizar el pasto con líneas rectas es pura técnica de boceto digital basado en rectas y curvas con iluminación con punto de fuga en el cuadrante superior izquierdo.

Patrones que resuelven problemas

Los patrones de interfaz de usuario son soluciones a problemas recurrentes durante el uso de una aplicación, dado un contexto de uso y con una estructura (MacDonald, 2019). Para construir la interfaz de *Seagrass ID* se hará uso de algunos patrones por tres razones:

- Para realizar una o más tareas necesitamos una estructura bien definida.
- La estructura de los patrones de interfaz de usuario tienen el comportamiento que el usuario espera, porque son consistentes y reusables (MacDonald, 2019), así que seguramente él ya se encontró con dicho patrón en alguna otra aplicación.
- Ya que los patrones resuelven problemas, su utilización garantiza un producto más confiable y sobre todo más útil.

Para la aplicación se utilizaron patrones de interfaz de usuario específicamente para dispositivos móviles *Android*, ya que se comentó que es el sistema operativo que utiliza la mayor parte de los usuarios. Los patrones descritos a continuación fueron reconocidos por Hooper y Berkman (2012), Tidwell, Brewer y Valencia (2020) y también se exponen en Neil (2014), quienes expresan o muestran que cada uno resuelve un problema en particular, y aplicados en el contexto correcto generan una aplicación más usable. A continuación describimos cómo se aplicaron los patrones.

Splash

El *splash* es un patrón de diseño muy útil cuando necesitamos dar una buena primera impresión. Este diseño da una bienvenida al usuario mientras la aplicación carga los recursos necesarios para ser mostrados. Más importante, sirve como identidad de *Seagrass ID*, ya que contiene los elementos gráficos (el pasto y la tortuga). El *splash* tiene la intención de llamar la atención del usuario y es una primera impresión de la temática de la aplicación.



Figura 5. *Splash* mientras carga la aplicación *Seagrass ID*.

Fuente: Captura de pantalla tomada por el autor.

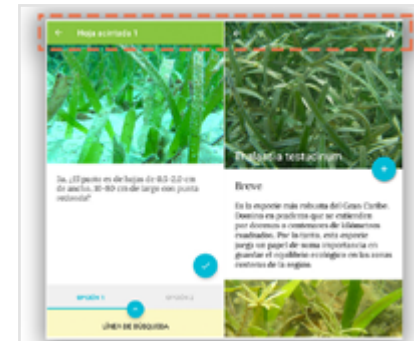


Figura 6. Action Bar indicada con línea anaranjada presente en la aplicación.

Fuente: Capturas de pantalla de *Seagrass ID* modificadas por el autor.

Swipe o drag

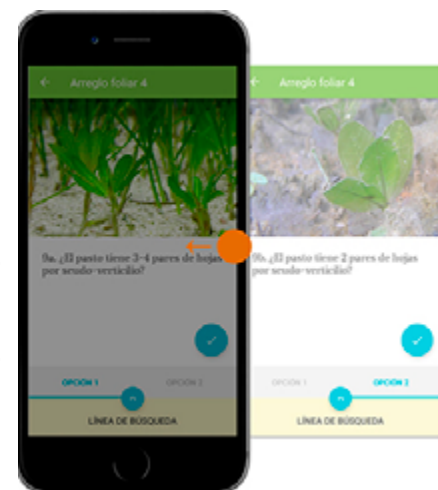
El gesto *swipe* es uno de los gestos para navegar entre distintos paneles de información con el mismo nivel de jerarquía (Neil, 2014). Este patrón se utilizó para que el usuario pueda elegir entre una u otra de las características del pasto marino durante el proceso de identificación. El uso de este patrón no siempre puede ser intuitivo para el usuario.

Barra de acciones o Action Bar

Es un elemento que se encuentra muy frecuentemente en aplicaciones *Android*, ya que permite realizar acciones rápidas y que se realizan de manera muy frecuente. En el proyecto se utiliza para agregar las acciones de *regresar* e *ir a inicio*. Cabe mencionar que los usuarios de *Android* están acostumbrados a una *Action Bar* en la mayoría de las apps de la *Google Play*.

Figura 7. Gesto *swipe* presente en la aplicación y su relación con el uso de *tabs*.

Fuente: Capturas de pantalla de *Seagrass ID* modificadas por el autor.



Tabs y Floating Action Button

Es vital indicarle al usuario en qué parte de la aplicación se encuentra navegando para que no se pierda. Cuando estamos navegando en información con el mismo nivel de jerarquía, cuando hay imágenes relacionadas a cierta información (Tidwell, 2011; Tidwell, Brewer y Valencia, 2020), se pueden utilizar *tabs*. En la aplicación, son pestañas ubicadas en la parte inferior de la pantalla que ayudan a indicar cuántas opciones de pastos marinos se tienen para elegir. En la Figura 8 es importante mencionar la incorporación del *Floating Action Button*, el cual es un botón circular característico de dispositivos Android. Su funcionalidad es la de seleccionar alguna de las opciones de pasto marino respecto del que se realiza la identificación.

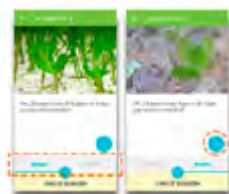


Figura 8. Los *tabs* en la imagen izquierda y el *Floating Action Button* a la derecha.

Fuente: Captura de pantalla de *Seagrass ID* modificadas por el autor.

Aunque en la aplicación se incorporan más elementos de interacción, como el *Navigation drawer*, galerías, *toast notification*, también elementos considerados como buenos patrones de diseño, sólo se describieron los más importantes.

Persuasión

Para reforzar la implementación de las tareas funcionales de la aplicación con diseño visual y patrones de diseño, se trabajan temas de estética para un mayor grado de aceptación por el usuario, siendo este último un elemento del diseño de experiencia de usuario (Treder, s.f., y Córdoba-Cely, 2013). Los elementos visuales de la aplicación tienen la intención de cautivar al usuario. Los resultados de Hassan (2015) revelan que la estética y facilidad de uso se encuentran altamente correlacionados desde antes de usar un sistema, y esta relación se mantiene a lo largo del uso. En Córdoba-Cely (2013) se concluye que «la estética es una dimensión propia en la evaluación de la experiencia de usuario». De esta manera, los elementos de interfaz que se incluyen en *Seagrass ID* buscan mejorar la estética; entre ellos destacan las fotografías incluidas, los colores que se reflejan en la guía física, que se encuentra publicada, y las tipografías. De esta manera, todos estos elementos persuaden también al usuario a utilizar la aplicación.

En la metodología de diseño de UX (*User Experience*) *Six Circles* se menciona que la interfaz de un sistema es el punto de entrada que el usuario tiene con una aplicación, por lo que persuadir al usuario a utilizar con un efecto superior de imagen, el *storytelling*, y organización de la información (Kelway, 2012), ayudan a cumplir este objetivo.

Material Design

Es un conjunto de lineamientos elaborados por Google para diseñar interfaces, especialmente para las plataformas *Android*. La inspiración de este *framework* se basa en la metáfora del simple concepto de colocar hojas de papel en una superficie de manera organizada, simétrica, proporcional, utilizar sombras adecuadamente, seguir las leyes de la física para el movimiento de elementos (Google Inc., s.f.; Google Inc., 2016); todo esto se transforma en distintos patrones de diseño propios del *framework* (*Navigation Drawer*, *Floating Action Button*, *Toolbar*), que son los que forman parte de la aplicación desarrollada.

Conclusiones

La difusión del conocimiento utilizando la tecnología sigue teniendo sus dificultades, por lo que se deben considerar nuevas estrategias para poder lograr este objetivo. En este artículo se mostró el método para desarrollar la aplicación *Seagrass ID*, cuyo objetivo es el de difundir conocimiento especializado.

En un principio, el estudio de mercado del uso de dispositivos y plataformas acotó la tecnología para la cual se iba a desarrollar la aplicación. Además, con esto se identificó la falta de material similar, por lo que se identificó una oportunidad, ya que en este punto cabe mencionar que el material que se desea dar a conocer es muy especializado, porque estamos hablando particularmente de las 11 especies de pastos marinos que solamente habitan en el mar del Caribe.

La etapa de levantamiento de requerimientos es indispensable para un correcto diseño de producto. Mientras el diseñador más se involucre en el contexto de desarrollo de un producto, mejor podrá capturar las características del sistema. Más adelante podrá identificar las tareas a realizar o funcionalidades del producto. En el caso de *Seagrass ID*, involucrarse con investigadores del área y la visita a Quintana Roo permitieron hacer un diseño visual que realmente representa a los pastos marinos. Elementos como el color, la tipografía, el ícono e incluso, el proceso de identificación de pastos marinos mantienen la identidad de la guía de la cual se obtuvo la información.

Los elementos visuales seleccionados tienen la intención de persuadir al usuario y dar identidad a *Seagrass ID*. El diseño del ícono desde cero también se debió al completo involucramiento del hábitat de los pastos marinos, del tema al que se refiere el producto. Se respeta el diseño de la guía original al seleccionar una paleta de colores muy cercana a los de la portada de la guía. Finalmente, se seleccionaron a *Thalassia testudinum* y a la tortuga blanca como elementos digitales que representan elementos del basto ecosistema donde se encuentran.

Después de identificar las funcionalidades (tareas) mínimas que tendrá la aplicación, también necesitamos saber cómo se van a resolver visualmente. Por eso se investigó acerca de patrones de diseño de interfaces y se identificaron aquellos que realizan tareas similares y bajo el contexto en el que se utilizan; además, dado que los patrones resuelven tareas en particular, se construyen aplicaciones más útiles.

Después de seleccionar los patrones se realizaron *wireframes* para realizar propuestas de interfaces, y se seleccionó un diseño final, que es el que se implementó en *Android Studio*. El bocetaje también permite tener más propuestas de diseño y rechazar propuestas que no sean usables o que cumplan su tarea. También nos ofrecen una visión de cómo uno o más patrones se relacionan para conformar una sola interfaz gráfica.

Ya para finalizar, se elige *Material Design* debido a que nuestro público utiliza en mayor medida *Android*. Si además de este *framework* se persuade al usuario a consumir la aplicación con los elementos gráficos anteriormente descritos, se garantiza una experiencia de usuario positiva y juntos contribuyen a dos cosas. Por un lado, se cumple el objetivo de la aplicación y, por el otro, genera en el usuario UX (experiencia de usuario positiva), como se menciona en la metodología *Six Circles*. Se estuvo presente de inicio a fin en el desarrollo del producto, el cual Treder (2013) define como diseño de experiencia de usuario (UXD).

Desarrollar futuras aplicaciones con el objetivo de difusión de la información con los métodos aquí explicados es una iniciativa para desarrollar productos que cumplan con el objetivo para el que son desarrolladas, incluso aplicados a proyectos de diversas áreas de la ciencia.

Trabajo futuro

Para continuar apoyando la difusión del conocimiento, se necesita detallar el método de las dos etapas restantes del proceso de diseño de interfaces: implementación y validación. Es importante porque las aplicaciones tienen el objeto de difusión y las metodologías conocidas se utilizan/desarrollaron en contextos de desarrollo con fines de lucro. Adecuar dichas metodologías al desarrollo de aplicaciones con propósitos de difusión puede hacer la diferencia.

Notas:

- 1 El proceso es mejor conocido por los biólogos como «Clave de identificación de especies».
 - 2 Bocetos de baja fidelidad en donde se propone una interfaz gráfica de la jerarquía de información.
 - 3 *Ian Symbols* permite el libre uso de los elementos descargables cuando se usan sin fines de lucro.
- Las fotografías de animales y de pastos marinos utilizadas en el desarrollo de la aplicación *Seagrass ID* pertenecen al Mtro. Jose Ricardo Wong.

Referencias

- Apple Inc. (2020). Recuperado de: <https://apps.apple.com/au/app/beachcomber/id738897449> (consultado el 4 de noviembre de 2020).
- Anthony W.D., Labrum, R.J. Orth & C. M. Duarte (2006). *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*. Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Aural, E. (2017). *User Interface Design of Digital Textbooks. How Screens Affect Learning*. Springer. Singapore: Gateway East.
- Coleman, C. (2017). *Visual Experiences. A Concise Guide to Digital Interface Design*. Boca Raton, Florida: Taylor & Francis.
- Córdoba-Cely, C. (2013). La experiencia de usuario: de la utilidad al artefacto. *Iconofacto* (pp. 56-70), 9 (12).
- Cuello, J. & Vittone, J. (2014). Diseñando apps para móviles. *CreateSpace Independent Publishing Platform*.
- Goodwin, K. (2009). *Designing for the digital age: how to create human-centered products and services*. Wiley Publishing Inc.: Indianapolis, Indiana.
- Google Inc., (s.f.) *Material Design, Principles*. Recuperado de <https://material.io/design/introduction/#principles>

Google, Inc (2016). Secretos para apps exitosas en *Google Play*. Edición 2.0

Google, <https://material.io/guidelines/#introduction-principles> (consultado el 8 de septiembre de 2020).

Hassan-Montero, Y. (2015). Experiencia de Usuario: Principios y Métodos. https://yusef.es/Experiencia_de_Usuario.pdf

Hoover, S. & Berkman, E. (2012). *Designing Mobile Interfaces*. Canada: O'Reilly Media, Inc.

INEGI, 2017, Recuperado de http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2017/internet2017_Nal.pdf

Interactive Advertising Bureau (2017). Estudio de consumo de medios y dispositivos entre internautas mexicanos. Recuperado de: http://www.iabmexico.com/wp-content/uploads/2017/03/ECMYD_2016_Version_Prensa.pdf

Kelway, J. (2012). *User Path Ways*. Recuperado de <https://www.userpathways.com/experience-design-framework>.

MacDonald, D. (2019). *Practical UI Patterns for Design Systems (1st ed.)*. Apress L. P.

Neil, T. (2014). *Mobile Design Pattern Gallery. UI Patterns for Smartphone Apps (2nd Ed)*. Canadá: O'Reilly Media Inc.

Project Seagrass (2015-2020). Recuperado de: <https://seagrassspotter.org/> (consultado el 4 de noviembre de 2020).

Ramírez-Acosta, K. (2017). Interfaz y experiencia de usuario: parámetros importantes para un diseño efectivo. *Revista Tecnología En Marcha*, 30(5), 49–54. <https://doi.org/10.18845/tm.v30i5.3223>.

Stone, D., Jarrett, C., Woodroffe M. & Minocha, S. (2005). *User interface design and evaluation*. USA: Elsevier, Inc.

Tidwell, J. (2011). *Designing interfaces (2a. ed.)*. Canadá: O'Reilly Media, Inc.

Tidwell, J., Brewer, C. & Valencia, A. (2020). *Designing Interfaces. Patterns for Effective Interaction Design (3a. ed.)*. Canadá: O'Reilly Media Inc.

Treder, M. (2013). *UX Design for startups*. UXPin.

Treder, M. (s.f.). *The user experience guide book for product managers*. UXPin.

Tussenbroek, B., Barba M., Ricardo, J., Van Dijk, J. & Waycott, M. (2010). Guía de los pastos marinos tropicales del Atlántico oeste. Universidad Nacional Autónoma de México.

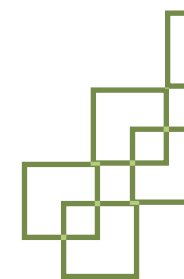
UXPin (2015). *UX Design Process. Best Practices: Documentation for Driving Design Forward*. Recuperado de <https://www.uxpin.com/studio/ebooks/ux-design-process-documentation-best-practices/>

UXPin (2016). *UX Design. The Definitive Beginner's Guide*. Recuperado de <https://www.uxpin.com/studio/ebooks/ux-design-definitive-beginner-guide/>

UX Design World (s.f.). *User experience design fundamentals*. Recuperado de <https://uxdworld.com/free-e-book-ux-design-fundamentals/>



Imagen: Mónica Gómez Ochoa



Propuesta sostenible para el diseño interior de viviendas de interés social. Caso Parroquia Totoras, Tungurahua-Ecuador

Sustainable proposal for the interior design of housing of social interest. Totoras Parish case, Tungurahua-Ecuador

Andrea Cristina Goyes Balladares* Master en Civil Engineering and Building Construction, Ingeniera Civil. Docente investigadora en la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Diseño y Arquitectura.

Pablo Alexis Sánchez Núñez** Arquitecto de Interiores, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Diseño y Arquitectura. Proyecto de investigación previo a la obtención del Título de Arquitecto de Interiores.

Resumen

La presente investigación pretende exponer, a través de metodologías cualitativas, las condiciones actuales de habitabilidad de las viviendas de interés social en la Parroquia Totoras, en la provincia de Tungurahua, Ecuador. Abordando la realidad desde una perspectiva sostenible, se plantea como objetivo principal proponer recomendaciones de diseño sobre la aplicabilidad de las fibras de cabuya y totora en espacios interiores. Se presentan resultados de las condiciones actuales de las viviendas a partir de tres ámbitos: percepción, confort y seguridad. El primero contempla aspectos físicos, espaciales y psicosociales. El segundo aborda el análisis del confort térmico, acústico y lumínico, y el tercero tiene relación con la higiene, el riesgo de generación de incendios y los accidentes. Se analiza, discute y esquematiza la posible aplicación de las fibras de cabuya y totora como aislante térmico, así como también su contribución en la mejoría de la funcionalidad y estética de los espacios interiores.

Palabras clave: Fibras vegetales, confort interior, espacios interiores, vivienda social, arquitectura sostenible.

Abstract

The present research, through qualitative methodologies, aims to expose the current habitability conditions of social interest housing in Totoras Parish in the province of Tungurahua, Ecuador. Approaching reality from a sustainable perspective, the main objective is to propose design recommendations on the applicability of cabuya and reed fibers in interior spaces. Results of current housing conditions are presented from 3 areas: Perception, Comfort and safety. The first contemplates physical, spatial and psychosocial aspects. The second deals with the analysis of thermal, acoustic, and light comfort. And the third, hygiene, risk of generation of fires and accidents. The possible application of totora and cabuya fibers as thermal insulator is analyzed, discussed and outlined, as well as their contribution to improving the functionality and aesthetics of interior spaces.

Keywords: Vegetable fibers, interior comfort, interior spaces, social housing, sustainable architecture.

INTRODUCCIÓN

La vivienda, particularmente la de interés social, constituye uno de los ejes más relevantes en la producción arquitectónica y el desarrollo de cualquier ciudad. Una vivienda adecuadamente diseñada en función de las necesidades y expectativas de los usuarios, resulta esencial para el desarrollo psicológico y social de los individuos. El reconocimiento de la estrecha relación entre espacio interior y bienestar es capaz de generar soluciones con la capacidad de elevar la calidad de vida de las personas.

La realidad de Ecuador es el reflejo del fenómeno de toda la región latinoamericana, que durante las últimas décadas ha orientado sus modelos de gestión de vivienda a aspectos cuantitativos, mientras que la calidad, especialmente la vinculada al diseño interior, ha sido subvalorada (Pérez, 2016), generando soluciones “estandarizadas” que pretenden cubrir necesidades y expectativas de un segmento social que ha sido marginado por su condición socioeconómica. Si bien desde la perspectiva política se contribuye en la disminución del déficit de viviendas en el país, es preciso cuestionarse sobre las condiciones de habitabilidad de estas unidades residenciales y si su diseño es capaz de satisfacer las necesidades de los usuarios.

La investigación, desarrollada bajo un enfoque cualitativo de tipo “caso de estudio”, analiza diez viviendas de interés social de la parroquia Totoras. Para esto, el texto se estructura en cinco secciones principales: la primera presenta una revisión bibliográfica sobre la relación entre el diseño interior y la salud, las características del diseño interior de las viviendas sociales en Ecuador, parámetros de habitabilidad, así como también las principales aplicaciones de las fibras de cabuya y totora en el área del diseño interior. En la segunda sección se sustenta el enfoque implementado en la investigación y especifica la metodología e instrumentos aplicados. La tercera sección describe el objeto de estudio, las características generales de las viviendas necesarias para interpretación, relación de datos y obtención de resultados. En la cuarta sección se presentan los resultados, estableciendo un diagnóstico cualitativo de las condiciones de habitabilidad existentes. Finalmente, la quinta sección corresponde a la discusión, en donde se establecen las recomendaciones de diseño interior fundamentadas a partir del diagnóstico y de las aplicaciones de las fibras de cabuya y totora investigadas.

Revisión Teórica

Diseño, espacio interior y salud

La disciplina del diseño de interiores debe promover el equilibrio entre el espacio y el bienestar de quien o quienes lo habiten. “El bienestar humano es la finalidad última del diseño” (Caan, 2011). Los espacios interiores tienen la capacidad de satisfacer las necesidades más básicas de refugio, pudiendo establecer al diseño como el medio de supervivencia del ser humano, que le ha llevado a generar espacios confortables que responden a las condiciones físicas y naturales del medio. En ocasiones, se puede confundir a esta disciplina con la decoración, sin embargo, esta comparación dista grandemente de su concepción, pues el diseño de interiores contempla una visión integral que abarca aspectos que relacionan la psicología ambiental y el comportamiento de los huéspedes (Lolito, 2009). Se trata de una solución integral no solamente estética, sino también funcional, que genera espacios que propicien la salud y el bienestar de las personas.

El espacio es uno de los recursos principales del diseñador y constituye el elemento por excelencia del diseño de interiores. A través del volumen del espacio no sólo nos movemos, sino que también vemos formas, oímos sonidos, sentimos brisas amables o la calidez del sol, y olemos fragancias de las plantas. El espacio se impregna de las características sensitivas y estéticas del entorno (Ching y Binggeli, 2015). Los elementos arquitectónicos que definen los límites

físicos de las habitaciones y delimitan el espacio, articulan y separan los espacios interiores adyacentes y el exterior. Los suelos, las paredes y los techos no sólo delimitan el espacio, ya que su forma, su configuración y los tipos de aberturas de ventanas y puertas construyen un espacio con ciertas cualidades arquitectónicas o espaciales (Ching y Binggeli, 2015). El interiorismo está estrechamente ligado con aspectos cualitativos y de bienestar del usuario, pues un espacio bien ejecutado garantizará el bienestar del usuario.

Los espacios interiores inciden en la salud física y psicológica de los seres humanos, ya que entre los principales factores que afectan la salud se incluyen la vivienda y el hábitat, por ejemplo, viviendas húmedas, frías o muy calientes, con inadecuada ventilación, deficiente configuración espacial con poca o mucha luz solar, con ruido y presencia de polvo, pueden deteriorar la calidad de vida de sus habitantes (Baldi y García, 2005). De hecho, aquellos individuos que habitan en hogares con áreas minúsculas y con muchos miembros familiares, limitando la privacidad y circulación, pueden desarrollar experiencias traumáticas, estresantes o dañinas, que, a su vez, desencadenan altos niveles de agresividad o depresión (Lolito, 2008). Los espacios tienen la capacidad de incidir en la personalidad y las emociones de los habitantes, ya que es justamente en el espacio donde cada individuo proyecta sus expectativas, esperanzas y sueños, que terminan por redundar en una mejor o peor calidad de vida (Lolito, 2009). Una vivienda inadecuada puede exponer a las personas a una serie de riesgos, entre los principales se encuentran: las deficiencias estructurales, que pueden provocar resbalones o caídas que generen traumatismos; personas de edad avanzada que no pueden acceder adecuadamente a su morada, puede desencadenar traumatismos, estrés o aislamiento; los cambios bruscos de temperatura afectan la salud respiratoria y cardiovascular; la contaminación en el interior causa enfermedades no transmisibles, daña la salud respiratoria y cardiovascular, provoca irritaciones y reacciones alérgicas, como el asma; asimismo, el hacinamiento en las viviendas aumenta el riesgo de exposición a enfermedades infecciosas; la insuficiencia de suministro de agua potable y de saneamiento afecta a la inocuidad de los alimentos y la higiene personal (Organización Mundial de la Salud, 2018).

Los espacios tienen la capacidad de incidir en la personalidad y las emociones de los habitantes...

Desde esta perspectiva, es posible identificar cómo las condiciones físicas de vida están estrechamente ligadas con la salud y el comportamiento de las personas.

El diseño interior, la vivienda social y la habitabilidad

Los programas de vivienda social¹ contemplan la generación masiva de unidades habitacionales a partir de diseños “generalizados”, a los que las familias deben acomodarse. Estas viviendas mínimas, destinadas a estratos sociales cuya capacidad económica es limitada, no contemplan una estabilidad funcional, peor aún, algún tipo de adaptabilidad para realizar modificaciones que permitan a las familias numerosas desarrollarse con dignidad. La pobreza ha sido la vara de medida a partir de la cual se han diseñado las “respuestas” o “alternativas” para la población que ha quedado marginada por la oferta del mercado “formal” (Acosta, 2009). Se concibe, erróneamente, a la vivienda como un hecho cerrado, pues no posee la capacidad de evolución y adaptación, minimizando la importancia de la producción arquitectónica y su papel en la conformación del hábitat de la ciudad y la transformación sociocultural.

El diseño interior siempre pretende conocer la realidad del usuario y sus necesidades, a fin de establecer un diseño funcional, sin embargo, en la aplicación de esta disciplina proyectual en las viviendas de carácter social el usuario es desconocido, por lo que se establecen soluciones repetitivas, a fin de estandarizar las necesidades básicas. La “vivienda tipo” no existe (Livingston, 1995), la masividad en la construcción no puede lograrse a través de la estandarización de ciertos elementos, pues, “con un proyecto típico lo que se ahorra es pensamiento” (Matamoros, 2016).

La vivienda social en Ecuador, lamentablemente, presenta problemas de habitabilidad, debido, principalmente, a escasos

niveles de confort térmico y lumínico, presencia de humedad, insuficiente tamaño de la unidad habitacional y deficiente distribución espacial (Liberio, 2018), pues la problemática del déficit² habitacional en el país ha sido abordada desde un solo ángulo: la cantidad, lo cual no ha representado una verdadera solución, ni siquiera a nivel cuantitativo, mucho menos al establecer un carácter cualitativo, aspecto que ha comenzado a ser parte de la preocupación en la producción social del hábitat, ya que se han pasado por alto factores subjetivos que inciden en la habitabilidad, tales como la cultura, la historia, la vida comunitaria y el ciclo de las familias (Jaramillo y Dávila, 2017). La producción de la vivienda es el resultado de la acción colectiva para satisfacer las necesidades humanas, es así que el espacio físico y la habitabilidad son considerados como la culminación del proceso y no solamente como un producto material (Coalición Internacional del Hábitat, 1995).

Tradicionalmente, al hablar de habitabilidad se ha entendido como la comodidad ambiental que contempla sólo los acondicionamientos térmicos, acústicos y lumínicos, establecidos como el conjunto de condiciones aceptadas como “suficientes” para llevar a cabo actividades ordinarias, sin embargo, en la actualidad la habitabilidad se entiende con un alcance más amplio y está determinada por la relación entre el hombre, su entorno y la capacidad de satisfacer las necesidades humanas particulares, contemplando parámetros como: la prestación funcional, el adecuado desarrollo físico, social y mental, las condiciones de salud, seguridad, higiene, comodidad y privacidad

(D’alençon, Justiniano, Márquez y Valderrama, 2008). Dichos autores establecen tres ámbitos para caracterizar la calidad en la habitabilidad en la vivienda: el primero, la percepción, que contempla lo físico, espacial y psicosocial; el segundo aborda el confort, a nivel acústico, térmico y lumínico, y el tercero la seguridad, en relación a la higiene, y el riesgo de generación de incendios y accidentes.

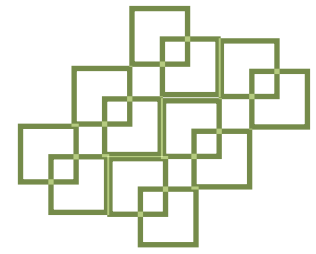
Si bien el diseño es un motor importante de las economías emergentes, el desafío del desarrollo responsable y consciente de la producción del hábitat lleva a reflexionar sobre el contexto en el que el diseñador se desenvuelve, siendo un integrante activo de la sociedad y no un generador autónomo, ya que:

[...] la práctica del diseño no se realiza en un espacio ideal, aséptico, políticamente neutral e incontaminado, sino en un espacio histórico, en contextos fuertemente condicionados por factores económicos, políticos y culturales que se determinan mutuamente (Valdés de León, 2010).

Es así que un proyecto arquitectónico ostentoso desarrollado en una zona exclusiva es tan producto de diseño como una vivienda de bajo costo destinada a poblaciones con recursos económicos limitados. Sin embargo, el factor social condiciona de cierto modo el ejercicio efectivo de la disciplina y termina influyendo sobre la práctica profesional, sobre la ejecución de diseños y sobre la sociedad que los contiene y de la cual forman parte, por lo tanto, «no es el diseño, son las políticas» (Gaitto, 2018).

Aplicación de fibras vegetales en espacios interiores en Ecuador

En la construcción, específicamente en el área del diseño interior, las fibras naturales son aplicadas debido a su baja densidad, alta resistencia, su naturaleza no abrasiva y a su biodegradabilidad. Su aplicación ha sido orientada al desarrollo de aislantes acústicos y térmicos, económicamente accesibles, ya que tradicionalmente se empleaban aislantes costosos, no biodegradables, como la fibra de vidrio, espumas poliméricas termoestables y telas de relleno (Velásquez, Pelaéz y Giraldo, 2016). Las fibras vegetales representan una alternativa sostenible, pues son materias primas provenientes de fuentes renovables y altamente disponibles. Su aplicabilidad en el país es considerada mínima y reciente, aún requiere mayor conocimiento y desarrollo de tecnología (Álvarez, 2018), sin embargo, su aplicación puede contribuir en la disminución de la contaminación ambiental y en el mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de los estratos sociales que no tienen la capacidad económica de adquirir “acabados” comercializados en el medio.



La cabuya: características y principales aplicaciones en espacios interiores

La cabuya es una planta rústica, conocida también como agave, fique, penca o maguey. En Ecuador existen variedades correspondientes a la cabuya blanca, de las especies: Macrofilia, Andina y Humboltiana (Checa y Jurado, 2001), cultivadas, principalmente, en la parte alta de la sierra templada y fría. La planta posee hojas carnosas, grandes y muy fibrosas cuya estructura presenta una nervadura de fibrillas principales, que se fusionan entre sí mediante el cemento vegetal, proporcionándole rigidez y aspereza. Las fibrillas tienen una longitud de 2 a 6mm, son muy cortas, y la unión de estas forman largos filamentos, mismos que son conocidos con el nombre de *fibras* o *hebras de cabuya* (Hollen, Saddler y Langford, 1999) a partir de las cuales se elaboran hilos, de color beige, los cuales pueden ser tinturados de acuerdo a las tonalidades requeridas (Betancourt, 2018).

En el área de diseño interior, la fibra de cabuya se aplica como elemento de revestimiento de paneles de MDF (tablero de fibra de densidad media) y *Plywood* (madera contrachapada). Vera (2018) establece que el panel de MDF revestido de fibras de cabuya presenta un mayor rendimiento acústico en comparación con el panel de *Plywood* con el mismo revestimiento, pudiendo reducir la intensidad sonora en aproximadamente 50%, es decir, que el ruido en el interior equivale a la mitad del existente en el exterior. En cuanto al aislamiento térmico, las fibras de cabuya aplicadas en los paneles de MDF y *Plywood* (ver Figura 1) contribuyen en mejoramiento del confort térmico de los espacios interiores, en promedio es posible disminuir 5°C (centígrados) con relación a la temperatura exterior (Vera, 2018). No es necesario que este material vegetal se distribuya en toda la habitación para su aislamiento, solamente debe concentrarse en el sector o superficie donde se perciba mayor incidencia solar, a fin de evitar el calentamiento de los espacios mediante el principio de convección, logrando un balance térmico por pérdidas a través de ventilación (cámara de aire) e infiltración (MDF/*Plywood* y fibras de cabuya). Generalmente, es aplicado en las paredes con boquetes en comunicación con el exterior. El aislamiento térmico y acústico que proporciona el uso de la fibra de cabuya es únicamente para protección de los espacios internos; los

espacios en contacto con el exterior necesitan de otro tipo de aislamiento como la arborización u otras barreras naturales (Vera, 2018).

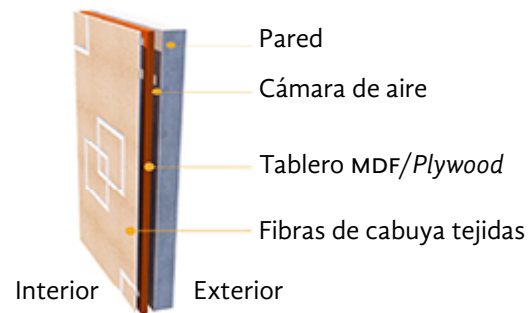


Figura 1. Estructura e instalación del panel de fibra de cabuya.

Fuente: Elaboración propia.

Estos paneles cumplen varias funciones dentro del espacio: primero, como elementos que elevan las condiciones térmicas y acústicas; segundo, como revestimiento de paredes; tercero, como divisores de ambientes, y cuarto, como cielo raso. Por tanto, no solamente contribuyen con la habitabilidad del espacio, sino también en la estética del mismo, a través de diferentes gamas de colores y tejidos, acoplándose a cualquier uso del espacio arquitectónico. La cabuya es una fibra amarga, por tanto, no es amenazada por plagas que puedan perjudicar el espacio interior, sin embargo, es combustible al igual que la madera, es por eso que en los espacios como la cocina no debe instalarse, por presentar riesgo.

Dentro de la aplicabilidad de las fibras de cabuya en el diseño interior es importante mencionar la producción de mobiliario y elementos estéticos que complementan los espacios, mismos que responden a la demanda de productos sostenibles y ecológicos, en donde lo artesanal, natural y fresco se impone a lo procesado, industrial y sin alma (Dimensi-on, 2020). Sin embargo, a pesar de la versatilidad de la fibra como material para desarrollar muebles, alfombras rústicas, sillas, lámparas, cortinas y cojines, se hace hincapié en su aplicabilidad técnico-funcional

como aislante térmico y acústico, debido a su incidencia en la habitabilidad como condicionante para el desarrollo de la calidad de vida, principalmente, en el entorno rural.

La totora: características y principales aplicaciones en espacios interiores

En Ecuador es posible encontrar plantaciones de totora en los alrededores de lagos y lagunas que se encuentran en la parte central de la región interandina del país (Zambrano, 2018). Es una planta de raíz acuática, con una longitud promedio de 3.5m y diámetro de 2.5cm, su crecimiento es muy rápido, pudiendo cosecharla cada seis meses. Tiene una estructura porosa al interior, lo que ocasiona que sea un material muy liviano con propiedades aislantes (Hidalgo, 2007). En el interior posee microcámaras de aire, muy flexibles y esponjosas, mientras que al exterior posee una capa uniforme y liso-fibrosa. Estas características le permiten ser un material idóneo para la aplicación en sistemas constructivos y diseño de un producto arquitectónico sostenible (Jara, 2018).

El ejemplo más representativo de la utilización de la totora en la construcción se ubica en Perú, en las islas flotantes de Los Uros (ver Figura 2), en donde se construyen viviendas de madera revestidas de totora, mismas que han estado presentes en el lago Titicaca por más de 500 años. El hecho de que un sistema constructivo basado en la totora se haya conservado por tanto tiempo sin gran alteración establece una referencia de su durabilidad y capacidad de protección de las condiciones climáticas externas (Hidalgo, 2007).

En Ecuador, en el área del diseño interior, la utilización de la totora ha sido limitada a revestimientos de muros y cielos rasos mediante esteras, en la elaboración de cestas, ornamentos, utensilios y mobiliario, entre otros (Zambrano, 2018). No obstante, estas fibras naturales han sido objeto de diversas investigaciones, principalmente aplicadas como aislante térmico. Hidalgo (2007), en el estudio realizado bajo el nombre *Totora Material de Construcción*, experimenta con diversas técnicas de innovación aplicadas a los procesos productivos convencionales, proponiendo paneles de cubiertas resistentes a la lluvia (ver la imagen a de la Figura 3), paneles exteriores (ver la imagen b de la Figura 3), paneles interiores (ver las imágenes c y d de la Figura 3), mediante totora prensada, tejida o, a su vez,



Figura 2. Vivienda de totora, Los Uros, Perú.
Fuente: Fotografía de José Pesante, en Zambrano (2018).

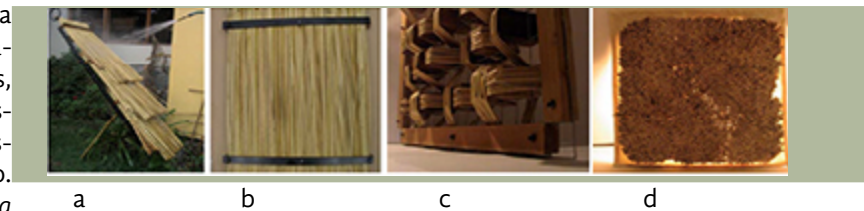


Figura 3. Fibras de totora aplicadas como cubiertas, paneles exteriores e interiores.
Fuente: (Hidalgo, 2007).

pegada en rollos. Dicha investigación se orientó a determinar la facilidad de la fibra a ser manipulada y su capacidad en la estructuración de paneles. Por otra parte, la arquitecta Leyda Aza, en su proyecto *La totora como material de aislamiento térmico: propiedades y potencialidades*, concluye que estas fibras vegetales se pueden considerar como un aislante térmico competente, pues presenta valores de conductividad térmica entre 0.046 a 0.058 W/mk³, valores que se encuentran dentro del rango de materiales comerciales como la perlita, algunas fibras de madera y mínimamente mayor al poliestireno expandido. Los ensayos mostraron que el tipo de aglutinante utilizado para unir las fibras no incide en su comportamiento térmico, sin embargo, los mejores resultados se obtuvieron cuando los tallos vegetales eran de menor tamaño. La medición de las temperaturas de las viviendas antes y después de la intervención

con sistemas de aislamiento térmico con totora han permitido elevar la temperatura de 3°C a 8°C en relación a una vivienda convencional sin intervención (Aza, 2016).

Adicionalmente a la aplicación mencionada, las fibras de totora pueden ser utilizadas como divisor de ambientes, contribuyendo en dos aspectos importantes en cualquier espacio interior: el confort a nivel térmico, así como también con la estética del espacio, debido a su textura y color, ya sea como revestimiento en paredes o tumbados. La durabilidad de este material depende del uso y de la protección que esté presente contra la intemperie. Los tapetes de piso duran hasta cinco años; como revestimiento de pared o cielo raso no hay razón para su desgaste. Sin embargo, se debe cuidar que no esté en lugares húmedos, debido al ataque de hongos, que provocan putrefacción (Hidalgo, 2007).

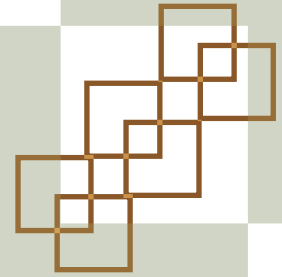
METODOLOGÍA

Para conocer la problemática existente de las viviendas de interés social, desde la perspectiva del diseño de interiores, es necesario entender la relación entre la calidad del espacio interior y el nivel de habitabilidad de los mismos, por lo cual resulta decisiva la participación de los residentes de las viviendas, su percepción y necesidades; un diagnóstico de las condiciones físicas y de habitabilidad de los espacios, así como también la opinión de profesionales.

Ante la pregunta, ¿cómo satisfacer las necesidades de habitabilidad de las viviendas de interés social mediante el diseño interior? Teniendo en cuenta la realidad socioeconómica de los residentes, se plantea como objetivo general proponer recomendaciones de diseño sobre la aplicabilidad de fibras naturales (cabuya y totora), como propuesta sostenible que contribuya a satisfacer las necesidades de habitabilidad de la población con bajos ingresos económicos.

La realidad por descubrir, construir e interpretar delimitaron el enfoque de la investigación en el sentido cualitativo, considerando que la concepción de la realidad es subjetiva, ya que varía en su forma y contenido entre individuos, grupos y culturas, y sólo puede ser entendida desde el punto de vista de los actores estudiados. El objeto de estudio se centra en 10 viviendas sociales de la Parroquia Totoras, delimitado a partir del enfoque de investigación establecido con la modalidad “caso de estudio”, en donde es de gran relevancia «la riqueza, profundidad y calidad de la información, no la cantidad ni la estandarización» (Sampieri, 2014), pudiendo establecer dos etapas para el desarrollo de la investigación. La primera constituyó la construcción de un marco teórico y conceptual, mediante análisis, documental y bibliográfico, que permita establecer la importancia del diseño interior en la calidad de vida de las personas y las principales aplicaciones de la fibra de cabuya y totora en espacios interiores que se adapten al contexto de estudio. Posteriormente, la segunda etapa contempló el relevamiento de información a través de un trabajo de campo, el cual se centró en los tres ámbitos establecidos para la caracterización de la habitabilidad en viviendas: la percepción, a través de un cuestionario

aplicado a los residentes (cabezas de hogar); el confort, y la seguridad, mediante el empleo de fichas de observación, obteniendo información sobre acondicionamientos térmicos, acústicos, lumínicos, así como también de las condiciones de higiene, riesgo de generación de incendios y accidentes (D'alençon, Justiniano, Márquez y Valderrama, 2008). Adicionalmente, se realizaron entrevistas a dos profesionales que han experimentado con las fibras naturales de cabuya y totora, el primero un arquitecto con amplio reconocimiento en la provincia y el segundo un ingeniero textil, dedicado a la investigación de fibras naturales. Todos los insumos fueron analizados, interpretados y relacionados, con el fin de construir un diagnóstico de las condiciones de habitabilidad en las viviendas de interés social y establecer recomendaciones de diseño que pueden mejorar los ámbitos analizados a partir de la aplicación de las fibras mencionadas.



DESCRIPCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

Totoras es una parroquia rural perteneciente al cantón Ambato, en la provincia de Tungurahua, Ecuador. Dicha parroquia se localiza en la zona andina del centro del país a 2,661m.s.n.m. Posee

un clima ecuatorial mesotérmico seco, de tipo templado, registrando una temperatura mínima absoluta de 7.1°C, máxima absoluta de 21.8°C, con una media anual de 14.5°C. Los vientos predominan desde el norte, con velocidades máximas que alcanzan los 1.88m/s, y mínimas de 1.4 m/s (Totoras, 2015). La principal actividad económica de la población es la agricultura, siendo ésta la fuente de sustento familiar, con un ingreso económico mensual que no supera los doscientos dólares americanos (Totoras, 2015). Al igual que la mayoría de las parroquias rurales del país, Totoras se caracteriza por la limitada capacidad económica de sus habitantes, escaso acceso a vivienda y a servicios públicos básicos, entre otros. Es por ello que la parroquia ha sido parte de proyectos sociales patrocinados por el gobierno nacional, a fin de contribuir con la calidad de vida de los habitantes por medio de viviendas sociales. Dichas unidades habitacionales fueron construidas a través de dos diferentes proyectos de gobierno: MIDUVI (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda) y Misión Manuela Espejo. Las viviendas del MIDUVI (imágenes 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 de la Figura 4) cuentan con un área aproximada de 45m² (Figura 5) conformada por dos habitaciones, una sala, un comedor, una cocina y un baño completo. Mientras que las viviendas de la Misión Manuela Espejo (imágenes 8, 9 y 10 de la Figura 4) disponen de un área aproximada de 36m² (Figura 5) distribuida en dos habitaciones, una cocina, un comedor, una sala y un baño completo para personas con capacidades especiales.

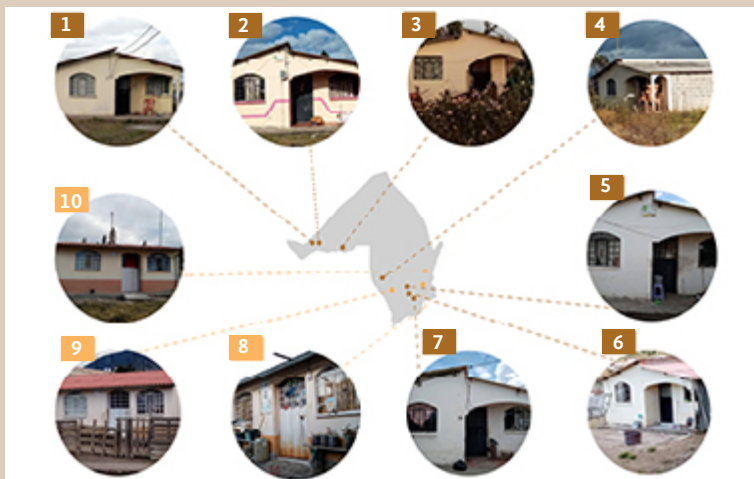
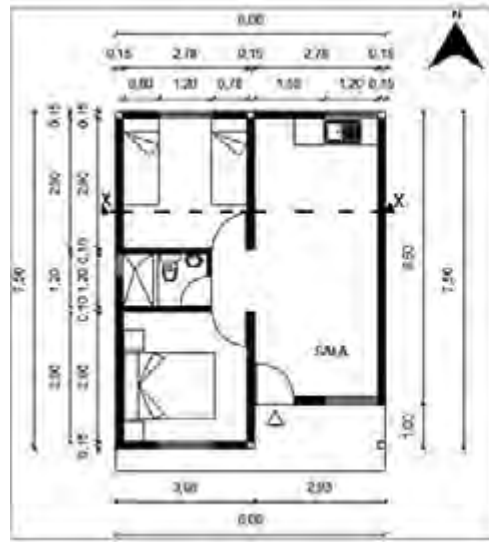


Figura 4. Ubicación de viviendas sociales en Totoras.
Fuente: Elaboración propia.

La diferencia entre las dos viviendas radica en la forma de las plantas, dado que la vivienda del MIDUVI es rectangular, mientras que la vivienda de la Misión Manuela Espejo es cuadrangular. La distribución de los espacios es igual en los dos tipos de vivienda, disponen igual número de ventanas y un acceso principal. Los materiales usados en la construcción son los mismos, la diferencia radica en los acabados de cada vivienda, ya que éstos dependen de cada usuario.

a) Plantas Arquitectónicas

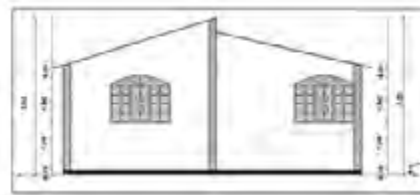


MIDUVI

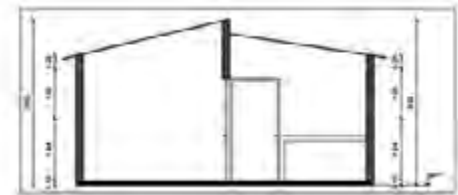


Misión Manuela Espejo

b) Corte Arquitectónico (X-X')



MIDUVI



Misión Manuela Espejo

c) Fachadas



MIDUVI



Misión Manuela Espejo

Figura 5. Plantas arquitectónicas, cortes y fachadas de viviendas sociales.

Fuente: Elaboración propia.

Las viviendas están compuestas por una sola planta y son concebidas como construcción mixta, puesto que su estructura combina el hormigón armado y estructura metálica; su cubierta es de fibrocemento con vigas metálicas como soporte; el piso es de hormigón simple; la iluminación y ventilación es natural, por medio de los ventanales de vidrio con perfilera de aluminio protegido al exterior con varillas de hierro, y la puerta principal es metálica con un ventanal en la parte superior.

Resultados

Los resultados se presentan en función de los tres ámbitos utilizados para caracterizar la habitabilidad en viviendas: percepción, confort y seguridad, construyendo un diagnóstico cualitativo de las condiciones actuales de las unidades habitacionales.

Ámbito 1: Percepción

El 60% de las viviendas analizadas albergan de entre 4 a 7 personas, y el 40% entre 2 y 3 personas. Las viviendas están conformadas por una zona social y privada (ver Figura 5). El área social consta de sala, comedor y cocina, conformando un solo espacio, mientras que el área privada está constituida por dos habitaciones y un baño completo. La espacialidad contempla un diseño simple, entendible y definido. Sin embargo, el 100% de las viviendas analizadas no cumplen con la función preestablecida para la zona social, ya que, se pudo presenciar que este espacio es utilizado como comedor, sala, taller, bodega, sala de estudio y armario, entre otros. Teniendo en cuenta que el 60% de los beneficiarios permanece en la vivienda todo el día, el 20% reside de 4 a 6 horas en la casa y un 20% aseguró sólo habitar durante la noche. Además, el 80% utiliza la casa para habitar y el 20% para realizar actividades laborales. La cocina se establece como el área más frecuentada, seguida de las habitaciones, el comedor y en último lugar la sala.

En cuanto a revestimientos, el 100% de los inmuebles presentan pisos de madera en determinadas áreas. Del mismo modo, del total de las viviendas el 60% de éstas dispone de pisos de cerámica en ciertas superficies, que se conjuga con las áreas de madera, mientras que sólo el 10% del total aún tiene áreas específicas sin acabados en el piso. El 100% de las paredes no cuentan con ningún tipo de revestimiento. El 10% presenta cielo raso y el 90% mantiene la plancha de fibrocemento a la vista.

El 100% de los residentes de las viviendas manifestaron que éstas son pequeñas, puesto que el número de integrantes de la familia ha incrementado, volviéndose reducidas por la falta de espacio en su interior. De la misma manera, coincidieron en la limitada capacidad de modificaciones espaciales y que la improvisada aplicación revestimientos o la inexistencia de los mismos, en algunos casos, generan una escasa apariencia de habitabilidad del inmueble. Adicionalmente, el 50% indicó que se les dificulta realizar actividades en la sala, ya que no existe división de espacios entre la cocina y el comedor, el 30% tienen dificultades para hacer labores en la cocina, el 20% manifestó que se les dificulta desenvolverse en las habitaciones.

Físico-espacial

Psicosocial

Térmico

Ámbito 2: Confort

El 100% de las residencias carecen de acondicionamiento térmico, puesto que los espacios no cuentan con artefactos, aislantes o revestimientos para contrarrestar la variación de temperatura. Según datos recolectados, el 70% de los propietarios coincide en que durante la época de verano existe variación de temperatura, generando una isla de calor en los espacios interiores, mientras que en invierno el 50% expresó que la sensación térmica tiende a descender, sobre todo en las madrugadas. La temperatura interna de las viviendas durante la tarde (15:00 horas) va desde 16 °C a 21 °C, este rango de diferencia entre las unidades habitacionales se debe, principalmente, a que la implantación de cada una de ellas no contempló un análisis de orientación previo, información validada mediante las fichas de observación, en donde se pudo constatar que 80% de las residencias se encuentran orientadas de norte a sur,⁴ es decir, paralelamente al recorrido solar, limitando el aprovechamiento de la radiación de manera natural en el inmueble. Cabe mencionar que el 100% de los propietarios manifestó que la implantación de la vivienda fue establecida de acuerdo a sus preferencias.

Acústico

El 100% de las viviendas no poseen acondicionamiento acústico. Al ser un espacio pequeño, la acústica de la vivienda no presenta mayor inconveniente. Las casas están ubicadas en el área rural y no tienen afectaciones por ruidos externos, a pesar de no presentar ningún aislamiento o revestimiento específico. El contexto propio de la implantación de cada vivienda, alejado de áreas urbanas, permite que el confort acústico de los usuarios no se encuentre afectado.

Lumínico

De acuerdo con las fichas de observación, el 100% de las residencias cuentan con acondicionamiento lumínico. La iluminación natural en cada espacio a través de los ventanales de 1.20m de ancho y 0.80m de alto, permiten el ingreso de luz a los ambientes interiores. Además, existe iluminación artificial mediante luminarias o bombillas del tipo ahorrador. El área de la sala de la vivienda del MIDUVI es de 6.35m² y posee 850 lúmenes,⁵ mientras que la correspondiente a la vivienda de la Misión Manuela Espejo es de 5.34 m² con 700 lúmenes, valores que se encuentran por debajo de los recomendados, ya que Hakimi (2018) establece que se necesitan 1,905 lúmenes y 1,602 lúmenes, respectivamente, para estar correctamente iluminadas. El área de las habitaciones, en los dos tipos de vivienda, es de aproximadamente 8 m² con 850 lúmenes, siendo este valor deficiente, dado que se necesitan 1,200 lúmenes para iluminar adecuadamente esta área.

Ámbito 3: Seguridad

Higiene

El 100% de los domicilios poseen acondicionamiento hidrosanitario con provisión e instalación de agua potable, así como también presentan servicio de alcantarillado. Las viviendas cuentan con un lavaplatos en la cocina. El baño completo dispone de un inodoro, lavabo, ducha y sumidero de desagüe, completamente funcionales. Sin embargo, este último es considerado como insuficiente debido a la cantidad de personas que habitan en las residencias.

Fuego y accidentes

El 100% de los inmuebles se encuentran en buen estado en sus ambientes internos. La estructura de las viviendas presenta estabilidad, las paredes son continuas y la cubierta no presenta agujeros o daños aparentes que perjudiquen el resguardo de los residentes. De manera general, es posible establecer que no existe riesgo de generación de incendios, debido al diseño y las características de los materiales de construcción.

Discusión

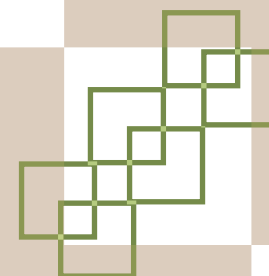
El diseño interior de la vivienda de interés social tiene un carácter particular, con respecto a otros programas arquitectónicos, pues son los usuarios los encargados de completar el diseño de sus propias viviendas, intentando conectar lo preestablecido con sus necesidades. El carácter “inalterable” a nivel formal del inmueble es uno de los principales problemas que se ha identificado, ya que el crecimiento de la familia y sus exigencias se transforman a través del tiempo. Por lo tanto, al estandarizar la “vivienda tipo” a través de propuestas generalizadas provoca, principalmente, que la calidad en la habitabilidad disminuya, pues se ha evidenciado que en áreas de 36m² y 45m² conviven, en su mayoría, de entre 4 a 7 personas, con un sólo baño, razón por la cual los usuarios perciben los espacios como mínimos e insuficientes. La higiene se ve comprometida en las residencias con mayor cantidad de habitantes, debido a que éstas están destinadas a satisfacer los requerimientos de una familia de hasta 4 personas. Al excluir las necesidades de cada familia en la concepción del diseño, se desencadena que éstas utilicen la vivienda no sólo para vivir, sino también como lugar de trabajo o almacenamiento, alterando la funcionalidad de los espacios establecidos. El acto proyectual de una vivienda social debe someterse al principio de adaptabilidad, flexibilidad y progresividad de la evolución familiar.

El análisis de los acondicionamientos interiores mostró deficiencias a nivel lumínico y térmico, en donde la realidad socioeconómica del sector representa una limitante en la adquisición de revestimientos de paredes, pisos y techos, pues el ingreso mensual de los habitantes no supera los doscientos dólares americanos. Las residencias se encuentran en buen estado a nivel físico y estructural, brindando seguridad a los habitantes ante accidentes.

La actividad agrícola del sector es un factor cultural y social, que muestra una sociedad arraigada al campo, a los productos naturales, a lo simple y orgánico. A pesar del desconocimiento de los propietarios sobre la aplicación de las fibras de cabuya y totora en el diseño interior, mostraron total apertura a la intervención, estableciendo que la propuesta sería un espacio de aprendizaje mutuo, de intercambio de saberes y exploración de soluciones conjunta, en donde se palpó la verdadera función social del diseño en la búsqueda de mejores condiciones de vida.

En la entrevista realizada el 20 de diciembre de 2019, el arquitecto Óscar Jara manifestó, con base en su experiencia laboral e investigación, que la fibra de totora ayuda a la renovación del aire en los espacios interiores, ya que, mediante su aroma equilibrado y valor medicinal, hace que los espacios sean sostenibles y purificados. Además, expresó que la ductilidad y absorción de la fibra permite su aplicación en pisos, cielos falsos y cubiertas, entre otros elementos de acondicionamiento térmico y acústico, que inciden directamente en la estética y composición especial. Por otra parte, en la entrevista realizada el 23 de diciembre de 2019, realizada al Ingeniero Textil e investigador Diego Betancourt, se concluye que la fibra de cabuya es muy resistente, poco flexible, versátil y libre de microorganismos por la cantidad de lignina que posee. Es

...la propuesta sería un
espacio de aprendizaje
mutuo...



empleada para aumentar la resistencia de paredes y en la conformación de paneles, y como elemento arquitectónico y decorativo; su presencia no provoca reacciones alérgicas en el hombre.

La aplicación principal de las fibras de cabuya y totora en el medio se ha limitado a la producción de elementos de decoración, utensilios, mobiliario y tapetes, entre otros. Sin embargo, a partir de la revisión bibliográfica se identificaron potenciales propiedades acústicas y térmicas en la cabuya y solamente térmicas en la totora. Por tanto, se establece como ámbito de aplicación de estas fibras naturales, en las viviendas sociales analizadas, el correspondiente a la mejoría en la percepción del confort térmico. A pesar de que las fibras de cabuya también pueden funcionar como componente para el aislamiento acústico, la realidad de las residencias no presenta afectaciones de alto nivel de ruido, ya que se encuentran en la zona rural. A partir de lo mencionado, se establecen las siguientes recomendaciones de diseño sobre la aplicabilidad de las fibras de cabuya y totora en los espacios interiores de las viviendas de interés social de la parroquia Totoras, recalando que no se trata únicamente de emplear materiales naturales, ahorrar energía y disminuir la contaminación ambiental, sino de brindar pequeños oasis que ofrezcan a sus usuarios una calidad de vida adecuada.

La aplicación de paneles de MDF recubiertos de fibras de cabuya como revestimiento de paredes y techos que contribuyen en una mejor percepción del confort térmico, y como divisor de ambientes, mejoran la funcionalidad de los espacios, separando la cocina del comedor y la sala. Las diferentes texturas que se pueden lograr a través del tejido de estas fibras juegan un importante papel a nivel estético, pues es posible desarrollar diversos diseños e incluso se pueden tinturar para obtener las tonalidades deseadas (Figura 6). Adicionalmente, se recomienda que el mobiliario, muebles y sillas, sean revestidos de tela de cabuya con una tonalidad acorde a los paneles, manteniendo una homogeneidad en el estilo. El acabado de piso que más se acopla al ambiente establecido, por las fibras naturales, es aquel con apariencia de madera, esta aplicación no se limita a un tipo en específico.

Paneles desarrollados a partir de fibras de totora de 1cm de ancho y 8cm de longitud, pegados con goma blanca sobre papel filtro de 120 gramos, el cual es pegado, a su vez, sobre las paredes interiores. Esta aplicación cumple dos funciones: como aislante térmico y como elemento decorativo. Con el mismo procedimiento se puede desarrollar un panel divisorio que limite el área de la cocina con la sala y el comedor, mejorando la funcionalidad del espacio. Para recubrimiento del techo, se recomienda otro tipo aplicación de las fibras de totora, en este caso se propone el uso de las esteras, popularmente conocidas, a fin de conjugar las texturas de ambos recubrimientos, las tonalidades, incidiendo positivamente en la estética del lugar (Figura 7). De igual manera, el acabado del piso recomendado es aquel que simule la apariencia de la madera. En el medio, se comercializa mobiliario elaborado a partir de la totora, mismo que puede contribuir en mantener el estilo artesanal y orgánico que se pretende alcanzar en los espacios.



Figura 6. Aplicación de fibras de cabuya en espacio interior de vivienda social. Fuente: Elaboración propia.



Figura 7. Aplicación de fibras de cabuya en espacio interior de vivienda social. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se presenta una combinación de las dos fibras en el interior de las viviendas, el techo revestido con fibras de cabuya y las paredes con fibras de totora. Las posibilidades de combinar este tipo de fibras en espacios interiores tienen gran amplitud, debido a las diversas texturas y tonalidades que se pretendan manejar, en concordancia con el estilo establecido (Figura 8).



Figura 8. Aplicación de fibras de cabuya y totora en espacio interior de vivienda social.

Fuente: Elaboración propia.

Notas

- 1 Desarrollados por el Gobierno Nacional del Ecuador a través del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. Unidad de conductividad térmica: Vatios/(metro * Kelvin)
- 2 Más de dos millones de hogares ecuatorianos sufren de déficit habitacional, de los cuales 1.2 millones se localiza en áreas urbanas (21% con déficit cuantitativo) y 850,000 en áreas rurales (38% con déficit cuantitativo) (Banco Interamericano de Desarrollo, 2019)
- 3 Unidad de conductividad térmica: Vatios/(metro * Kelvin)
- 4 En la zona se recomienda una orientación de este a oeste.
- 5 El nivel de iluminación se mide en una unidad llamada lux. Ésta, a su vez, se deriva de otra, llamada lumen, que mide el flujo luminoso (Hakimi, 2018).

Referencias

- Acosta, M. (2009). "La gestión de la vivienda social en el Ecuador: entre la espada y la pared". Ecuador Debate (pp. 93-106).
- Álvarez, C. (2018). Fibras naturales del entorno, en la producción de papel tapiz, aplicado en espacios interiores (Tesis de Pregrado). Universidad de Cuenca. Recuperado de: dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/29499
- Aza, L. (2016). La totora como material de aislamiento térmico: propiedades y potencialidades (Tesis de Maestría). Universidad Politécnica de Catalunya.
- Baldi, G., & García, E. (2005). Calidad de vida y medio ambiente. La psicología ambiental. Universidad Nacional de San Luis, Facultad de Ciencias Humanas, San Luis. Argentina. Recuperado de: <https://biblat.unam.mx/hevila/UniversidadesMexicoDF/2005/no30/2.pdf>
- Banco Interamericano de Desarrollo (22 de mayo de 2019). Ecuador reducirá el déficit de vivienda con apoyo del BID. Recuperado de: www.iadb.org/es/noticias/ecuador-reducira-el-deficit-de-vivienda-con-apoyo-del-bid
- Betancourt, D. (2018). Desarrollo de un género textil a partir de la hoja de cabuya (Furcraea Andina) para indumentaria (Tesis de Maestría). Recuperado de: repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/29160/1/Betancourt%20Diego.pdf
- Caan, S. (2011). Rethinking design and interiors: Human beings in the built environment. Londres: Laurence King Publishing.
- Checa, C., & Jurado, F. (2001). Mejoramiento de la calidad de la fibra de cabuya y su aplicación (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte. Recuperado de: repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2658/1/04%20IT%20006%20PRELIMINARES.pdf

- Ching, F., & Binggeli, C. (2015). Diseño de interiores: un manual. Barcelona: Gustavo Gili.
- Coliación Internacional del Hábitat (27 de junio de 1995). Producción, mejoramiento y gestión de las viviendas y asentamientos humanos por y para la gente. Recuperado de: <https://www.hic-net.org/es/produccion-mejoramiento-y-gestion-de-las-viviendas-y-asentamientos-humanos-por-y-para-la-gente-2/>
- D'alençon, R., Justiniano, C., Márquez, F., & Valderrama, C. (2008). "Parámetros y estándares de habitabilidad: calidad en la vivienda, el entorno inmediato y el conjunto habitacional". Gobierno de Chile. Camino al Bicentenario. Propuestas para Chile (pp. 271-304). Recuperado de: politicaspUBLICAS.uc.cl/wp-content/uploads/2015/02/parametros-y-estandares-de-habitabilidad.pdf
- Dimensi-on (10 de junio de 2020). "Dimensi-on Arquitectura Interior". Decoración con fibras naturales: el hechizo de lo natural. Recuperado de: www.dimensi-on.com/blog/decoracion-con-fibras-naturales-el-hechizo-de-lo-natural/
- Gaitto, J. (2018). "La función social del diseño o el diseño al servicio social". Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación (pp. 21-29). Recuperado de: <https://doi.org/10.18682/cdc.vi69>
- Hakimi, D. (2 de junio de 2018). Plataforma Arquitectura. Recuperado de: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/897793/como-calcularla-intensidad-de-luz-necesaria-para-tus-ambientes>
- Hidalgo, F. (2007). Aprovechamiento de la Totora como material de construcción (Tesis de Pregrado). Universidad de Cuenca.
- Hollen, N., Saddler, J., & Langford, A. (1999). Introducción a los textiles. Mexico: Limusa.
- Jara, O. (2018). Artes y oficios (*constructivis* en totora) como vinculación material al diseño y detalle arquitectónico (Tesis de Maestría). Universidad Técnica de Ambato.
- Jaramillo, S., & Dávila, M. (2017). "Arquitectura interior en viviendas de interés social: una ruptura de esquemas". Arquitectura y Urbanismo (pp. 113-125).
- Liberio, O. (2018). Estudio de eco materiales para su aplicación en el diseño de espacios interiores en la vivienda de interés social (Tesis de Pregrado). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Livingston, R. (1995). "El método Caracas". Ediciones Urraca. S.A(13), 75.
- Lolito, F. (2008). Estrés: el azote del siglo XXI. Un trastorno transversal que afecta a niños, adolescentes y adultos. Santiago: Editorial Puerto de Palos.
- Lolito, F. (2009). "Arquitectura, Psicología, Espacio e Individuo". Revista AUS (pp. 12-17). Universidad Austral de Chile.
- Matamoras, M. (2016). "Problemas actuales de diseño de interiores de la vivienda social en Cuba". Arquitectura y Urbanismo (pp. 51-62).
- Organización Mundial de la Salud (2018). Directrices de la OMS sobre la vivienda y salud.
- Pérez, A. (2016). "El diseño de la vivienda de interes social. La satisfacción de las necesidades y expectativas del usuario". Revista Arquitectura. Recuperado de: www.redalyc.org/articulo.oa?id=125146891007
- Sampieri, R. (2014). Metodología de la Investigación (sexta edición). México: Mc Graw Hill.
- Totoras (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Ambato.
- Valdés de León, G. (2010). Tierra de nadie: una molesta introducción al estudio del Diseño. Buenos Aires: Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Facultad de Diseño y Comunicación. Universidad de Palermo.
- Velásquez, S., Pelaéz, G., & Giraldo, D. (2016). "Uso de fibras vegetales en materiales compuestos de matriz polimérica: una revisión con miras a su aplicación en el diseño de nuevos productos". Informador Técnico (pp. 77-86).
- Vera, K. (2018). Estudio del rendimiento acústico y térmico de la fibra de cabuya como panel para el revestimiento de paredes (Tesis de Pregrado). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Recuperado de: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/2077>
- Zambrano, M. (2018). Totora: análisis de su comportamiento como material en la construcción para futuras aplicaciones (Tesis Pregrado). Universidad Católica de Cuenca.

Modelo de competencias para el diseñador gráfico en las industrias creativas

Competency model for the graphic designer in the creative industries

Adolfo Guzmán Lechuga* Dr. en Arquitectura, Diseño y Urbanismo por la UAEM, Maestro en Artes Visuales, Comunicación y Diseño Gráfico por la Academia de San Carlos-UNAM. Licenciado en Diseño Gráfico por la FAD-UNAM. Perfil Prodep. Miembro del cuerpo académico Expresión Visual de la Escuela de Artes Plásticas Rubén Herrera de la UA de C. Líneas de investigación: Imagen, Comunicación y Cultura; Tecnología y Procesos Creativos del Discurso Visual. Profesor de Tipografía y Taller de Investigación y Producción I y II.

María del Socorro Gabriela Valdez Borroel** Mtra. en Metodología de la Investigación por la UA de C y Licenciada en Diseño de la Comunicación Gráfica por la FAD-UNAM. Perfil Prodep. Miembro del cuerpo académico Expresión Visual de la Escuela de Artes Plásticas Rubén Herrera de la UA de C. Líneas de investigación: Imagen, Comunicación y Cultura; Tecnología y Procesos Creativos del Discurso Visual. Profesora de Teoría y percepción del color; Envase y embalaje, y Factores económicos para el diseño.

Resumen

Este es un estudio descriptivo con un enfoque cualitativo, que dio relevancia al contexto laboral. Para realizarlo se consideró un conjunto de materiales relacionados con las Industrias Creativas (IC). Se realizó un análisis en relación con las habilidades que se están solicitando a los diseñadores gráficos, y se organizaron bajo las competencias genéricas. el resultado fue un modelo de competencias específicas para los creativos, que cubre las necesidades interpersonales, instrumentales y sistémicas que las organizaciones están solicitando. Y un modelo con recomendaciones para el desarrollo de competencias en las Instituciones de Educación Superior (IES) que forman creativos para el mercado global.

Palabras clave: Competencias, diseñador gráfico, industrias creativas.

Abstract

This is a descriptive study with a qualitative approach, which gave relevance to the work context. To carry it out, a set of materials related to Creative Industries (CI) was considered. It was analyzed what skills are being requested from graphic designers and they were organized under generic competencies. The results were; a model of specific competences for creatives; that covers the interpersonal, instrumental and systemic needs that organizations are requesting. And a model with recommendations for the development of competencies in Higher Education Institutions (IES) that train creatives for the global market.

Keywords: Competencies, design graphic, creative industries.

Introducción

Según Gatica (2020), el mercado laboral está en constante cambio y seguirá cambiando; los empleos evolucionan, el conocimiento tradicional que teníamos de ellos ya no es el mismo. Ahora se requiere desarrollar competencias específicas para potenciar el talento emergente. Los nuevos profesionales deben actualizar y renovar sus competencias, puesto que los nuevos puestos de trabajo se están adecuando a la digitalización del mundo. Por ello, las instituciones de educación superior deben estar al día en el desarrollo de las competencias en los estudiantes para insertarse en los nuevos modelos de negocio. Como sostiene Gatica (2020:1), «las profesiones emergentes requieren de especialización concreta, para hacer frente a las demandas laborales y posicionarse rápidamente entre los cientos o miles de solicitantes que podría llegar a convocar una vacante». Las IES deben ofrecer «nuevas herramientas, métodos de aprendizaje y prácticas para estar a la altura de las demandas laborales, para que los alumnos, además de un título universitario, demuestren su competitividad con especialidades» (Gatica, 2020:1). Con la situación descrita, ya de por sí compleja, al día de hoy hay que considerar los cambios que la pandemia del COVID-19 ha traído en todas las actividades humanas. Cabe señalar que la adversidad siempre viene acompañada de oportunidad. En este momento, para los estudiantes de diseño y las IES se plantea el reto de actualizarse en las nuevas maneras de aprender, enseñar, trabajar y ser productivos. Para ello, habrá que desarrollar los mecanismos que permitan formar estudiantes con las competencias necesarias para afrontar la nueva realidad.

Contexto del creativo

Según Mendoza (2013), en la actualidad las IC de un país son un capital clave para lograr el desarrollo económico; en México éstas se encuentran entre las cinco industrias que dan proyección internacional, están al mismo nivel estratégico de exportación que las industrias aeroespacial, de agricultura, de alimentos y automotriz.

El espectro de competencias en los diseñadores gráficos vistos como creativos, tiene trascendencia para generar ideas e implementarlas como propuesta de negocio. Como creativo cuenta con un capital para innovar y generar oportunidades de negocio. Para Paola Desentis, fundadora y directora de BONUS Creative Week, el capital creativo es fundamental para iniciar los proyectos y materializarlos en una propuesta de negocio. Ejemplo de esto son los videojuegos, la producción audiovisual, la moda, la publicidad y el diseño. Para Desentis (cit. en Mendoza, 2013), vivimos un momento clave, porque «es evidente que las industrias creativas tienen potencial para generar un impacto económico y cultural sobresaliente, la generación de empleos y su carácter intersectorial permiten que estas actividades se conviertan en un ecosistema de talentos valiosos». El desarrollo de las IC requiere proyectos de innovación, los cuales surgen de creativos competentes en conocimientos teóricos y técnicos, con valores y aptos socialmente.

Ribecco (2017:29) sugiere fomentar en los estudiantes la actitud del emprendimiento, pues es una necesidad actual de los empleadores. Dado el enfoque global de los proyectos, propone que la formación sea en «los escenarios de inserción laboral futura, con el compromiso de formar profesionales capacitados para implementar proyectos de innovación a través de estrategias de gestión empresarial». Para ello serán indispensables el conocimiento y la competencia en el manejo de los derechos de la propiedad intelectual. Cualquier idea puede crear valor y convertirse en una oportunidad de negocio, no obstante, si las ideas materializadas no se regulan, los derechos sobre éstas quedan sin adjudicación. Según Gallegos (cit. en Mendoza, 2013), del Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCC), el conocimiento de los creativos respecto de los derechos de autor es deficiente y debe atenderse, a fin de consolidar la materialización de las ideas como negocio. Esto es un llamado a formar creativos con las competencias necesarias para la implementación y gestión de proyectos de innovación. La falta de competencia señalada es

atribuible a distintas situaciones, una de ellas es la carente relación entre los planes de estudios y los perfiles de egreso en las IES. La concordancia que debe existir entre los contenidos y la formación de las competencias es vital para la inserción en las organizaciones actuales. Existe una opinión generalizada entre los estudiosos del tema, acerca de la amplia brecha que hay entre la formación universitaria y las necesidades del campo laboral. Según Parris y Saville (2011, cit., en Cabrera, López y Portillo, 2016:85), para mejorar la formación práctica de los estudiantes y sus competencias, es necesario adoptar tres tipos de medidas: «llevar a cabo prácticas en empresas, estrechar vínculos con el mundo laboral y aumentar la presencia de los aspectos vinculados a la práctica profesional en los planes de estudios». Estas medidas propician un eficiente desempeño académico universitario; egresados competentes en el desempeño laboral y en su integración a la vida social. Ello es de considerar, ante las peticiones que se hacen a las IES, sobre todo los empleadores, sector que impulsa la economía de un país. Las acciones dirigidas a la formación de competencias en los estudiantes traerán beneficios para la inserción laboral, el desarrollo profesional, las nuevas demandas del profesionista y la gestión de sus propios emprendimientos. Cabe señalar que la situación descrita habrá que considerarla dentro de un marco de efectos adversos producidos por la pandemia. Visualicemos que en unas pocas semanas los profesionales, emprendedores creativos y las instituciones culturales detuvieron totalmente sus actividades y,

en consecuencia, sus ingresos; ello los colocó en una situación crítica. Frente a este escenario de deterioro generado por el COVID-19 surgen desafíos sin precedentes, los cuales requieren de soluciones extraordinarias. Se requieren medidas que den respuesta a la crisis de manera integral y de largo plazo. En este sentido, una red de expertos del Banco Interamericano de Desarrollo (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020), a partir de reuniones llevadas a cabo con expertos de los sectores cultural y creativo de América Latina, proponen en el documento: *La pandemia pone a prueba a la economía creativa. Ideas y recomendaciones de una red de expertos*,¹ líneas de acción para que la economía creativa pueda enfrentar y superar esta situación, las cuales se irán comentando.

«El mundo de las organizaciones nos pertenece y todo lo que suceda en ellas impactará en la cultura; los cambios que en ellas sucedan serán cruciales»

Las organizaciones

Las organizaciones desempeñan un papel fundamental en la vida al estructurar y organizar a los seres humanos en entidades sociales que permiten a los individuos pertenecer y organizarse en un sólo cuerpo que persigue los mismos fines. Se dice que toda nuestra vida está ligada a una organización; según Guízar (1998), desde que se nace, los individuos reciben educación y trabajan en una organización; sin importar lo que hagamos, todas nuestras actividades están relacionadas con un sinnúmero de organizaciones, ya sea porque trabajamos para ellas o porque tenemos alguna vinculación de manera indirecta. El mundo de las organizaciones nos pertenece y todo lo que suceda en ellas impactará en la cultura; los cambios que en ellas sucedan serán cruciales. Existen organizaciones con distintos propósitos; están las escolares, sociales, empresariales, políticas y técnicas, entre otras. Este trabajo aborda la empresarial dentro de las IC. Según Ferrell *et al.* (2004) este tipo de organización se caracteriza por:

Ensamblar y coordinar los recursos humanos, financieros, físicos, de información y otros, que son necesarios para lograr las metas, y en actividades que incluyan atraer a gente a la organización, especificar las responsabilidades del puesto, agrupar tareas en unidades de trabajo, dirigir y distribuir recursos y crear condiciones para que las personas y las cosas funcionen para alcanzar el máximo éxito (Ferrell *et al.*, 2004:3).

Con la apertura de los mercados internacionales toda organización entra en una competencia comercial con el exterior, además de la permanente competencia interna. En este contexto, una organización debe prepararse para estar en condiciones de competir. Por ello, según Guízar (1998), se deben modernizar los procesos, los equipos, la maquinaria, los sistemas financieros, pero, sobre todo, el factor humano, que es el elemento más importante en la organización y del cual dependerán el resto de la modernización y adecuación

de los otros factores descritos. Las organizaciones deben desarrollar la habilidad para integrarse o adaptarse a los cambios, es el caso de la emergencia sanitaria COVID-19, en la que el conocimiento y la tecnología han sido elementales para superarla. En la actualidad las organizaciones han tenido que adaptarse al cambio tecnológico de la información, de igual modo lo tendrán que hacer los recién egresados que buscan integrarse a ellas, deberán estar a la altura de lo que éstas requieren, formados con las competencias específicas para una vacante. Entre algunas de las principales tendencias que buscan fortalecer el potencial de los individuos destacan las competencias creativas, metodológicas y tecnológicas; la relación social, y el emprendimiento. McCullough (2014, cit. en Ávila, 2019), refiere el movimiento *Maker*, tendencia que está dejando claro que las innovaciones tecnológicas ya no son exclusivas de la grandes corporaciones; todo individuo que aplica su creatividad tiene posibilidad de generar productos. Ávila (2019) opina que el empoderamiento de las personas, a través de la innovación y el conocimiento abierto, es la firme posibilidad de materializar sus ideas sin realizar grandes inversiones. El *Do It Yourself* (DIY) es otra tendencia que busca apropiarse del conocimiento, generando redes de cooperación que proporcionen autonomía, al contrario que las grandes compañías, que acaparan el conocimiento. El acceso a tecnologías y *software* libre faculta a los creativos a materializar sus ideas en maquetas o prototipos. Ésta es una habilidad de las nuevas generaciones de creativos.

Industrias creativas

La definición de la economía creativa hecha por John Howkins (2001, cit., en Boix y Lazzeretti, 2012), consideró todas las actividades relacionadas con la propiedad intelectual, la propiedad industrial, las marcas y el diseño; la definición se extiende y alcanza a las industrias creativas y culturales (ICC), además de las patentes. El concepto de IC aparece en Australia en 1994, dentro del informe Creative Nation; tiene repercusión cuando el Department for Culture, Media and Sport (UK-DCMS, 1998), con el propósito de impulsar su economía en torno a la creatividad, las define como las que originan la creatividad, la habilidad y el talento individual y son prometedoras para generar riqueza y empleo, explotando los derechos de propiedad intelectual. Según Casani *et al.* (2012), la clasificación británica para las IC integra trece sectores: publicidad, arquitectura, artes y antigüedades, artesanía, diseño, moda, cine, *software* interactivo de ocio, música, artes escénicas, edición, servicios de *software* y *hardware*, y radio y televisión.

Cuando la creatividad genera productos con un propósito de remuneración económica, en ese momento emergen las IC, las cuales, según Boix y Lazzeretti (2012:183), se deben comprender en «un concepto holístico con interacciones complejas entre cultura, economía y tecnología en un mundo actual y globalizado que es dominado por símbolos, textos, sonidos e imágenes». Entre las definiciones que ofrece la bibliografía, la del Department for Digital, Culture, Media and Sport (DCMS, 2001:5) (cit. en Boix y Lazzeretti (2012:8), dice que se originan con: «la creatividad, habilidades y talentos individuales, y tienen un potencial para la creación de riqueza y puestos de trabajo mediante la generación y explotación de la propiedad intelectual». En opinión de Boix y Lazzeretti (2012), quienes añaden valor económico a la creatividad son la llamada clase creativa, compuesta de un núcleo súper-creativo y los profesionales creativos. Según Florida (2004, cit. en Boix y Lazzeretti, 2012:184), la misión del núcleo súper-creativo:

Es producir nuevas formas o diseños que sean fácilmente transferibles y ampliamente usados. Está formado por científicos, ingenieros, profesores de universidad, poetas, novelistas, artistas, actores, diseñadores y arquitectos, así como líderes intelectuales como escritores de no ficción, editores, figuras del mundo de la cultura, *think-tank* de investigadores, analistas y formadores de opinión.

El estudio de Boix y Lazzeretti (2012): *Las industrias creativas en España: una panorámica*, es una referencia del impacto en la producción, empleo, localización y políticas públicas de las IC. Según este estudio, en España el 22% de la población con un empleo pertenece a la llamada “clase creativa”; el 5.7% de la producción tiene su origen en las IC. Con el estudio, se propusieron dos líneas para el diseño de las políticas: la primera centró el desarrollo del sector creativo en toda la estructura económica, administrativa, institucional, derechos de autor, incluido el fomento y soporte para los *clusters* creativos. La segunda extendió la lógica de la creatividad a toda la economía, con el fin de incrementar la producción de sus productos y servicios, y generar empleo. El estudio es evidencia del impacto de las IC en la economía de un país, y en donde subyace el creativo como figura que genera nuevos negocios, los implementa y los administra.

Según Casani *et al.* (2012), la incorporación de los aspectos intangibles del diseño a productos y servicios han propiciado nuevos modelos de negocio que encuentran en la innovación y las posibilidades tecnológicas una manera de hacerse competitivas, desafiando a las grandes corporaciones. Según Rodríguez *et al.* (2017), para la UNESCO las IC tienen un papel significativo en el desarrollo económico de los Estados, y para la Unión Europea (UE) son sectores estratégicos que con el talento creativo activan recursos y detonan la innovación y perfilan la evolución en nuevos modelos de producción.

Evidencia de la trascendencia de las IC extendidas al sector de la cultura está en la investigación de Rodríguez *et al.* (2017): *Las industrias culturales y creativas en la Comunidad de Madrid: contexto y desarrollo económico 2008-2014*. Con datos del Eurostat² de 2010, España fue el quinto lugar de la UE con empleos en la economía creativa, aún con una recesión económica. Con datos del CNAE³ 2009 (Rodríguez *et al.* 2017:300), el estudio reveló como sectores relevantes de las ICC en Madrid:

- Libros y prensa: comercio al por menor de libros, periódicos y artículos de papelería en establecimientos especializados. Edición de libros, periódicos y revistas. Actividades de las agencias de noticias. Actividades de traducción e interpretación.
- Audiovisual: comercio al por menor de grabaciones de música y vídeo en establecimientos especializados. Edición de videojuegos. Actividades cinematográficas de vídeo y programas de televisión. Actividades de radiodifusión. Actividades de programación y emisión de televisión. Alquiler de cintas de vídeo y discos.
- Arquitectura: servicios técnicos de arquitectura.
- Publicidad: agencias de publicidad y los servicios de representación de medios de comunicación.
- Artes visuales: actividades de diseño especializado y actividades de fotografía. Creación artística y literaria (para el CNAE es una subcategoría de las Artes escénicas).
- Artes escénicas: las artes escénicas en sí. Actividades auxiliares a las artes escénicas.
- Bibliotecas, archivos, museos: actividades de museos, bibliotecas y archivos.

El impacto económico de las ICC en la comunidad de Madrid arrojó una cifra de participación del 9.2% del PIB, generado por 34,940 empresas de los sectores descritos. Los datos muestran el reconocimiento que hacen la sociedad en general y la comunidad científica a las actividades culturales y creativas como generadoras de innovación, cabe referir la situación adversa generada por la pandemia y para la que no existe una solución universal, ya que cada país requiere estrategias particulares. Los expertos coinciden en que las acciones para la sostenibilidad deben surgir como políticas públicas, las cuales, según el documento del BID (2020:10-13), consta de varios ejes, el primero de los cuales tiene que ver con lograr la sobrevivencia y reactivación de las ICC; para este momento de crisis proponen:

- Implementar medidas laborales que apoyen a los trabajadores, a las actividades creativas y a las actividades de soporte de las ICC.
- Generar medidas financieras que respalden a las ICC ante la crisis.
- Promover el fomento a la innovación.
- Potenciar la colaboración entre los creadores y los sectores público y privado.

Nuevos modelos de negocio y el mercado de la red social

Uno de los propósitos de este trabajo es destacar al creativo como el individuo que impulsa el desarrollo de una organización; su capacidad creativa tiene un papel esencial para proponer negocios con ventajas competitivas basadas en la innovación. En la actualidad, los modelos de negocio que emergen desde las IC tienen la oportunidad de desarrollarse por las posibilidades de interacción que las tecnologías permiten. Estos modelos se mueven fuera del modelo tradicional del mercado, lo hacen desde el mercado de la red social, con nuevas maneras de concretar el consumo. Según Casani *et al.* (2012), en ellos se requiere un manejo inteligente de las nuevas tecnologías, ya que se deben considerar la conectividad, los estilos de vida, la identificación con el producto o servicio y la integración de las personas a las comunidades digitales. El manejo de un negocio en los medios digitales requiere de las competencias para resolver problemas, habilidades individuales y sociales, capacidad emprendedora y liderazgo. Las organizaciones de las IC requieren de creativos competentes para implementar y consolidar las nuevas ideas.



En contextos adversos o atípicos, como la actual pandemia por COVID-19, el BID (2020) sugiere que los desafíos en las ICC las han llevado a buscar nuevos formatos y modelos de negocio alternos. Han surgido nuevos conceptos y prácticas que quizá se conviertan en modelos consolidados, aunque por ahora no son necesariamente exitosos, sin embargo, resultan interesantes por ser alternativas para la recuperación económica, en las que ciertas competencias de sus creadores han sido esenciales para desarrollar esos modelos alternos o temporales. Según el BID (2020),⁴ esos modelos surgieron en las áreas: Audiovisual, Artes visuales, Artes escénicas, Artesanías, Arquitectura, Diseño, Editorial, Gastronomía, *Streaming*, Videojuegos y Transversales. En este marco de adversidad para las ICC, se han propuesto acciones para la sostenibilidad; en un segundo eje, el BID (2020:10-13) propone acciones para digitalizar los modelos de negocio:

- Desarrollando y mejorando la infraestructura digital.
- Desarrollando habilidades y capacitando en procesos digitales.
- Sensibilizando respecto de las ventajas de la digitalización para las ICC.

El estudio de Casani *et al.* (2012), titulado *Los nuevos modelos de negocio en la economía creativa: Emociones y redes sociales*, muestra que en los nuevos modelos de negocio los equipos de trabajo están formados por personas altamente creativas, que saben escuchar y confrontar sus ideas con el resto del equipo, lo que permite crear nuevos conceptos. El estudio cita a la organización Davidelfín con su proyecto *Ilustrarte*. Esta firma reúne semanalmente a su equipo, donde participan los “creativos oficiales” y personas responsables del taller de costura, de ello resulta que todos los participantes se sienten incluidos y corresponsables del proyecto. *Ilustrarte*, a través de una estrategia, atrae ilustradores a un espacio creativo (Espacio blanco) y una etiqueta (Club de Ilustradores), con la que va formando una red de colaboradores. La red mantiene el contacto compartiendo ideas e intereses con reuniones presenciales y virtuales. En proyectos como el citado, ideado por una empresa emergente, la opinión de Casani *et al.* (2012) es que la generación de un entorno afectivo positivo en el equipo es una competencia que propicia que los colaboradores sean parte de la red de influencia del proyecto, promocionando los proyectos a nivel empresarial, aplicando competencias para innovar y tender una red de relaciones humanas y de negocio.

El desenvolvimiento de las IC propicia el desarrollo de otros sectores y el nacimiento de actividades, esa expansión geográfica de la economía creativa se ha definido como distritos creativos, caracterizados por distinguir a ciertos distritos urbanos con la acumulación de empresas culturales/creativas y locales de consumo especializado con un adecuado mercado laboral. Según Mercado (2016), un distrito creativo se define por la aglomeración de empresas e individuos creativos distribuidos en algunas zonas, que tienen coincidencia con contextos urbanos seductores o de interés, así como una importante actividad gastronómica y de consumo especializado. La acumulación de distritos con esas características se aborda como *cluster* creativo; su dimensión está compuesta por varios distritos creativos y por su conexión a una cadena de producción de bienes y servicios especializados.

En Europa, las particularidades de las ciudades, ricas en sitios históricos y naturales, además del tipo de turismo, entre otros distintivos, se abordan como distritos culturales metropolitanos, estas zonas se caracterizan por su riqueza de sitios históricos, museos, espacios para las artes escénicas o actividades al aire libre. En opinión de Mercado (2016), es necesario hacer una distinción de estos tres fenómenos, cada uno tiene características espaciales y urbanas distintas, incluidas las escalas territoriales. Considerando los distritos creativos como la consolidación de las ICC y, sobre todo, las oportunidades de negocios y empleo especializado que se desarrollan para los creativos, es conveniente referir el estudio de Mercado (2016), titulado *Distritos creativos en la Ciudad de México en la segunda década del siglo XXI*, el cual visibiliza los distritos creativos de la Ciudad de México. Según el estudio, se ha conformado un *cluster* económico que opera a una escala metropolitana,

en la que están conectadas zonas, empresas y diversos empleos. El estudio realizado con los censos económicos de 2009 y datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2012), ubicó y clasificó a las empresas de carácter cultural y creativo. La clasificación se basó en el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN). Se consideraron las empresas relacionadas con actividades artísticas, cuyo producto o servicio tuviera un símbolo cultural significativo, se identificaron: la industria editorial, la industria del audio y audiovisual, el área del diseño y la arquitectura, la publicidad, el sector educativo y comercial que se vincula con el arte y artistas, y compañías artísticas y sus representantes. Del estudio se concluye que las ICC son relevantes por crear empresas y empleos para la ciudad y de las cuales es necesario realizar mayores estudios sobre su evolución y competitividad. En esta resolución cabe mencionar que, ante la adversidad generada por la pandemia, se abre la coyuntura para ello, a través del tercer eje propuesto por el BID (2020), el cual busca visibilizar a las ICC en las agendas públicas:

- Impulsando una sólida narrativa que ponga en evidencia el impacto que tienen las ICC en distintos sectores de la economía del país.
- Generando la vinculación entre las organizaciones, los trabajadores autónomos y los sectores productivos, a fin de promover y potenciar el valor de las ICC.
- Haciendo patente el patrimonio creativo y cultural con una visión regional.

Competencias genéricas

A nivel mundial se ha propuesto el desarrollo de competencias que sean comunes a cualquier profesión, a fin de permitir a los individuos lograr un desempeño óptimo en la vida social, laboral y personal. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2005), a través de sus proyectos DeSeCo y Tuning, promueve y estandariza las competencias genéricas, también llamadas transversales o esenciales. Según López (2017, cit. en Juárez y González, 2018, párr. 13), éstas se clasifican en:

- Competencias instrumentales: son funciones cognitivas, metodológicas, tecnológicas y lingüísticas; establecen un conjunto de conocimientos y habilidades necesarias para resolver un determinado problema. También son las capacidades relacionadas con la comprensión de un contexto y la construcción del conocimiento.
- Competencias interpersonales: son atributos tanto individuales como sociales; también son conocidas como relacionales; hacen referencia a la capacidad de mantener una adecuada relación social y se vinculan con la colaboración y la cooperación en el trabajo grupal. Estas competencias son base para el desarrollo integral de la persona.
- Competencias sistémicas: son las de organización, la capacidad emprendedora y el liderazgo; se vinculan con la capacidad de alcanzar una visión de conjunto e implican la comprensión y sensibilidad de las personas, además de que permiten al individuo ver cómo las partes de un todo se relacionan y se agrupan.

Estas competencias son comunes en la mayoría de las profesiones, y según López (2017, cit. en Juárez y González, 2018, párr.3), tienen que ver con «la puesta en práctica integrada de aptitudes, rasgos de personalidad, conocimientos y valores adquiridos». Las competencias son necesarias para desempeñarse en los ambientes social y productivo, sin importar la profesión, el cargo o actividad que desempeña un individuo. Según la Secretaría de Educación Pública (SEP) (2000, cit. en Juárez y González, 2018), las competencias genéricas son determinantes en:

Contextos personales, sociales, académicos y laborales amplios. Relevantes a lo largo de la vida. Transversales: relevantes a todas las disciplinas académicas, así como actividades extracurriculares y procesos escolares de apoyo a estudiantes. Transferibles: refuerzan la capacidad para adquirir otras competencias, ya sea genéricas o disciplinares (párr. 4).

En las organizaciones empresariales de las IC, las competencias genéricas son determinantes para la integración de un individuo en un puesto. Los empleadores buscan individuos con competencias interpersonales y disciplinares específicas, porque requieren que se adapten a las necesidades de las organizaciones y circunstancias de la época.

Creación de competencias

Según Porto (2008), tanto en Europa como en Latinoamérica, estamos pasando por un proceso de renovación universitaria en cuanto a los procesos de convergencia. La reforma implica modificar el orden y la estructura de los estudios universitarios, con un sentido crítico y de renovación de la docencia y los propósitos formativos. La integración a la globalización y a la sociedad del conocimiento es fundamental; los empleadores esperan que las IES desarrollen en los estudiantes las competencias adecuadas para integrarse al mundo laboral actual, lo cual supone planes de estudio que consideren las competencias que las organizaciones están requiriendo, por tanto, serán necesarias nuevas didácticas pedagógicas para la enseñanza y el aprendizaje.

Según Boterf (2000, cit. en Porto, 2008), los estudiantes deberán ser capaces de aplicar el conocimiento a situaciones profesionales en donde, según Perrenoud (2000, cit. en Porto, 2008), sean competentes no sólo por los conocimientos, capacidades y destrezas, sino porque articulan y conectan conocimientos y habilidades con los que logran solucionar problemas complejos. Sin duda, las instituciones trabajan en esa renovación; hay propuestas de cátedras que motivan el emprendimiento en los estudiantes para que descubran su potencial de transformar su pensamiento. Para Pérez (2019), los estudiantes son individuos con la capacidad de transformar la realidad, ser conscientes de ello genera impacto y abre la posibilidad de trascenderla, por lo que este autor retoma la propuesta de Schön (1988) de la Práctica Reflexiva, para una evaluación del aprendizaje en el contexto de las prácticas de enseñanza, donde la autoevaluación y coevaluación son procesos necesarios para que el estudiante logre la reflexión sobre sus experiencias de aprendizaje, buscando una transformación. Esta propuesta busca alinearse con los tiempos actuales, busca romper con el modelo educativo tradicional, advierte que los conocimientos no son suficientes para evaluar al estudiante; se deben considerar aspectos como: capacidades, habilidad

en los procesos, resolución de problemas, con los que se mida su progreso. Bajo esta idea, Pérez (2019) opina que evaluar bajo esta perspectiva implica que el estudiante sea responsable de su aprendizaje; es una manera de integrarlo en el proceso de aprendizaje y en su progreso. En opinión de Vergara (2019), la sociedad del siglo XXI, hiperconectada y de economía global, requiere de un cambio disruptivo en la educación, diferente al ofrecido por la escuela del siglo pasado, una propuesta es la iniciativa de Educación para el Empoderamiento, la cual pretende transformar los sistemas educativos en el contexto del siglo XXI. El proyecto de visión global y transdisciplinario propone el empoderamiento personal y comunitario del docente, haciendo uso de las conexiones humanas que son posibles con las NTIC. La Educación para el Empoderamiento basa su propósito en áreas del desarrollo humano que incrementen la mentalidad de los docentes.

La formación de las IES en las competencias con una perspectiva creativa implica desarrollar la habilidad de usar la información para solucionar problemas, generar nuevos conceptos o nuevas visiones. Según Siufi (2008, cit. en Porto, 2008), la docencia actual debe formar a los estudiantes bajo el pensamiento problematizador, creativo, competente en localizar las respuestas adecuadas a los problemas. Jiménez (2008, cit. en Porto, 2008) ha llamado a esto desarrollo de competencias creativas, las cuales se forman bajo:

Una estrategia educativa que permite al estudiante asumir responsabilidades y autonomía en sus aprendizajes, definiendo sus propias metas según sus expectativas, tomando en cuenta su historia (éxitos y fracasos) para seleccionar recursos que propicien un aprendizaje significativo vinculado a su realidad única y personal, inserta en un marco ambiental y conceptual determinados y cambiantes (Jiménez, 2008, cit. en Porto, 2008:81).

La formación en las IES, donde el estudiante para resolver problemas se responsabiliza de localizar la información, construir e incrementar su aprendizaje, no encaja del todo con la actual enseñanza. Para Escudero, Tejedor, Porto (1995, 1998, 2005, cit. en Porto, 2008:82-83), la enseñanza universitaria actual tiene los siguientes rasgos generales:

«la docencia actual debe formar a los estudiantes bajo el pensamiento problematizador, creativo, competente...»

- Actitudes negativas del profesor hacia la evaluación.
- Diferencia de los momentos y tareas de enseñanza, de los momentos y tareas de evaluación.
- Predominio del examen convencional, con la evocación o reproducción de conocimiento.
- Énfasis en el pensamiento convergente, dando como válida una única respuesta.
- Atención a los resultados más que al proceso.
- Ausencia de modalidades de evaluación que potencien el aprendizaje.
- No hay atención a la evaluación continua.
- Escaso uso de los resultados para ajustes institucionales de acuerdo al rendimiento general.
- Se evalúa sólo al alumno, sin valorar el proceso formativo.
- Evaluación de los conocimientos conceptuales, sobre los procedimentales y actitudinales.

No podemos afirmar que la enseñanza en las IES está mal, es un error suponerlo. La discusión sobre lo que funciona y es necesario mantener y lo que debe cambiar o actualizarse requiere de amplios espacios, este es breve para ello, aquí sólo se expone un enfoque en la formación de universitarios creativos, basada en las competencias genéricas, la cual propone considerar la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes, a fin de ser competente para solucionar problemas reales y actuales.

La creatividad debe ser una habilidad a desarrollar en las IES, no es exclusiva de una “clase creativa”; por naturaleza, todos estamos llamados a desarrollar esta habilidad, pues siempre será necesaria para resolver los problemas, los planes de estudio deben considerar su desarrollo y aplicación. Para López (2007, cit. en Porto, 2008), el desarrollo de la competencia creativa implica trabajar en los rasgos de «la motivación, fluidez, iniciativa, adopción de riesgos y elaboración de respuestas alternativas» (p. 87). La creatividad es eso, proponer alternativas de solución; en ello, los soportes tecnológicos como las TIC son aliados revolucionarios para una enseñanza actualizada y acorde con los tiempos. Su incursión en la enseñanza requiere romper con la concepción clásica de la enseñanza, tanto en lo comunicacional como en lo pedagógico, de modo tal que su incorporación requiere de nuevos entornos didácticos. Según Errobidart (2019), esos entornos de enseñanza-aprendizaje se deben visualizar como un acto compartido de innovación y creación, es decir, hay que replantear de manera colectiva los desafíos de la educación, y en el caso del momento actual de pandemia que nos ha confinado, es la oportunidad para ello.

Foro de Consulta Curricular en Diseño Gráfico

El Foro de Consulta Curricular en Diseño Gráfico (2016), realizado por la Escuela de Artes Plásticas (EAP) de la Universidad Autónoma de Coahuila (UA de C), contó con la participación de docentes, expertos y empleadores. Los organismos empresariales e instituciones educativas que participaron fueron: CANACINTRA, COECYT, COMIMSA, COPARMEX, ITESM, ITS, UA de C, UANE, ULSA y UTC. El objetivo del foro fue analizar el programa educativo de la Licenciatura en Diseño Gráfico, enfocándolo en las nuevas tendencias y temas de vanguardia.

Los resultados de la mesa de Diseño Gráfico en multimedia fue la competencia del diseñador para adaptar la producción impresa a la multimedia. Es indispensable la competencia en el manejo de la Suite de Adobe, programación HTML y CSS, así como *software* para la edición de video y audio. La administración y gestión son una competencia indispensable en todo proyecto, así como los conocimientos en la cobranza por los servicios prestados. El diseñador ordenado, proactivo y comprometido con su trabajo es visto como un profesional competente. Son de interés para las organizaciones los individuos que se ocupan de estar actualizados en tendencias, modas

y tecnologías, que son críticos de su trabajo y tienen control de sus emociones, sobre todo del ego. En la mesa de Diseño Gráfico en la industria fue relevante la competencia en la aplicación de las herramientas digitales y crear comunidades digitales.

En la mesa de *Freelance* fue relevante que, para la contratación de los servicios de un diseñador, éste sea competente para resolver problemas de comunicación, que además cuente con los conocimientos para el manejo de los derechos de propiedad intelectual y sea hábil para la negociación y las ventas; que sea competente para desarrollar propuestas que combinen las técnicas manuales y las digitales; que sea organizado en el desarrollo de su trabajo, informando al cliente y respetando los tiempos de entrega; que tenga responsabilidad social, ética y paciencia.

En la mesa del empleador se destacó que el diseñador debe ser consciente que forma parte de una organización, en donde se realizan distintos procesos. Debe comprender que su función es generar oportunidades de negocio. Se consideran como competencias imprescindibles que sea empático con su cliente, que realice trabajo colaborativo y que tenga actitud de servicio, liderazgo y una buena presentación personal, actitud de apertura al cambio, que siga instrucciones, que tenga resistencia a la frustración y acepte retroalimentación para concluir los proyectos.

Según la mesa de medios de impresión, son obligatorios los conocimientos y la competencia en el manejo de los sistemas de impresión. Planes de estudios con estancias dentro de la industria de las artes gráficas.

Competencias de los graduados y la evaluación de los empleadores

El estudio desarrollado en España en los sectores educativo, farmacéutico y de ingenierías, titulado *Las competencias de los graduados y su evaluación desde la perspectiva de los empleadores* (2016), expone cuáles son las competencias que los empleadores, sin considerar el puesto a ocupar, evalúan en los candidatos a ingresar en una organización. Los empleadores de los tres sectores en un primer bloque de resultados valoraron de las competencias instrumentales: la comunicación oral y escrita, y la resolución de problemas. En las competencias interpersonales fue valorado el trabajo en equipo, actitud positiva hacia éste, capacidad de crítica y autocrítica, compromiso ético con el entorno y la organización. En las competencias sistémicas fue valorada la disposición por aprender, el liderazgo, la adaptación al cambio, la orientación a los resultados y la generación de ideas. En un segundo bloque de resultados se consideró el punto de vista de los empleadores en relación a la enseñanza de competencias y las medidas que deberían tomar las universidades para mejorarlas; destacó la necesidad de definir y delimitar las competencias comunes con una evaluación periódica, planes de estudio adecuados a lo que la sociedad demanda de los profesionales y la reducción del número de alumnos por aula, coherencia entre la realidad de las empresas, las necesidades del mercado laboral y lo que se imparte en la universidad, charlas específicas de profesionales de la industria y la elaboración de los planes de estudios entre las universidades y las empresas. En cuanto a la enseñanza de las competencias instrumentales solicitan habilidades discursivas, argumentación en debates, exigencia personal, rigor en la resolución de las tareas, organización, eficiencia y gestión del tiempo. En las competencias interpersonales, el aprendizaje cooperativo, trabajo y proyectos en equipo. En las competencias sistémicas la autogestión de emociones y autorregulación,

autoconocimiento para compensar déficit, automotivación, superación personal y trabajo bajo presión, inteligencia emocional, liderazgo, participación e implicación y resiliencia. En lo metodológico, el desarrollo de las competencias para la aplicación del método científico; además, capacidad para programar actividades competenciales y actividades de aprendizaje basado en resolución de problemas y proyectos. Participación en discusión y debate sobre casos reales, presentaciones orales en público, entrega de informes escritos, trabajos y proyectos en equipo, *role-playing* y dinámicas de grupo.

Competencias del Diseñador Gráfico según expertos nacionales

En el reportaje realizado por Laura Morales para el periódico *Vanguardia* (2012), titulado *Día del diseñador: La evolución de la creatividad*, cinco profesionales nacionales del diseño gráfico expusieron, según su experiencia, cuáles son las competencias necesarias para los nuevos diseñadores gráficos.

Oscar Estrada, diseñador líder del estudio Epígrafe, sostiene que el trabajo debe ser valorado por uno mismo. Considera necesario amar lo que se hace y encontrar una veta para dejar huella y trascender.

Eduardo Danilo Ruiz, director de Danilo Black Inc., recomienda a los estudiantes de diseño y a los integrados al campo laboral no dejar de prepararse día a día, deben educarse en la mercadotecnia y los negocios; permite ver el diseño con una perspectiva de negocio y el comportamiento del individuo que compone el mercado, ello provee de herramientas para generar valor. Es un error pensar que el diseño sólo es creatividad o emotividad. No debe pensarse únicamente en el proceso creativo, debe pensarse en la función. Se deben utilizar ambos hemisferios cerebrales, el emocional-creativo y el racional-pragmático, utilizarlos de manera balanceada y coherente hará un diseñador exitoso.

Mauro Torres, director académico de *Digital Invaders*, escuela de la agencia Grupo W en Saltillo, considera que si el diseñador busca comunicar debe profundizar en el tema que está trabajando, de no hacerlo «sólo estará vistiendo y maquillando cosas». Según Torres, esto explica por qué hay tantos mensajes irrelevantes, con poca profundidad y mínimo impacto. Recomendamos interesarse por la propia imagen personal, la eficiencia y por lograr pláticas contundentes, además de considerar el aprendizaje de sus primeros empleos para lograr cumplir las metas profesionales.

Iván W. Jiménez, especialista en proyectos editoriales como: *Sputnik*, *Atomix*, *Eres*, *Popular Mechanics* y *Caras de México*, piensa que el diseño en México debe profesionalizarse aún más. Hay diseñadores que viven muy bien del diseño, y lo que prevalece en ellos es una personalidad emprendedora, conocimiento, bagaje cultural, estrategia; son lectores con información. Aconseja el trabajo continuo, saber pensar y hablar de negocios, revolución y progreso.

Federico Jordán, constante colaborador de publicaciones como *The New Yorker*, *Time Inc.*, *The Washington Post* y *Harvard Business Review*, opina que el diseñador es un ser «visionario y persuasivo» que da valor al diseño a través de la estética, la funcionalidad y el valor comercial. Sugiere a los estudiantes interesarse por el pasado del diseño, apreciando su aportación y reconociendo sus defectos.

Competencias del Diseñador Gráfico según expertos extranjeros

El libro *Carreras para diseñadores. Guía de negocios para diseñadores gráficos* (2001), de Goldfarb, reúne la opinión de cinco profesionales sobre las competencias necesarias en los nuevos diseñadores gráficos que desean integrarse a una organización. Según Goldfarb (2001), si hubiera que definir algún rasgo del diseño, sería que es un terreno emocional donde trabajan personas creativas dedicadas al arte del diseño en cualquiera de sus aplicaciones, y que se comprometen con el arte de una manera desafiante. En ese terreno, los diseñadores con éxito comparten una pasión por el diseño como componente esencial de sus vidas, sin olvidar que el diseño es una actividad con aplicaciones prácticas en las que intervienen factores económicos. En la actualidad, según Goldfarb (2001):

Los buenos diseñadores deben poseer otro conjunto de habilidades a fin de sobrevivir en este complicado clima comercial, global y tecnológico. Conviene recordar que se ha acusado a los diseñadores de no ser capaces de ver el “marco global”, de centrarse demasiado en el detalle del diseño, de estar tan ocupados con el diseño como para olvidar los requisitos comerciales de los proyectos (p. 11).

El rasgo que señala Goldfarb está desapareciendo, el ciudadano común ha identificado que el diseñador es el responsable de la forma que tiene nuestro mundo, porque todo ha sido creado a través del diseño. De ahí que según Goldfarb (2001) un diseñador deba contar con múltiples competencias:

Los diseñadores deben ser internacionales en el verdadero sentido de la palabra. Deben ser conscientes de todo aquello que afecta al cambio y al estilo. Las políticas y las finanzas, el entretenimiento y la literatura, bellas artes e historia, comida y música... todos ellos desempeñan un importante papel en nuestro entorno en cambio constante. En otras palabras, deben observar, y quizás participar en todas las facetas de la vida (p. 26).

Para Brent Oppenheimer, director creativo y socio de *OH & Co., Nueva York*, hay grandes retos para los diseñadores que trabajan para las grandes corporaciones, la más importante es cubrir requisitos globales. Para Oppenheimer (citado en Goldfarb, 2001) la globalización:

Es algo con lo que vamos a tener que aprender a vivir. Algunas corporaciones tienen ganancias mayores que muchas de las economías de países enteros. Ahora tienen una responsabilidad de comunicarse con sus accionistas como nunca antes la habían tenido. El diseño se encuentra en el centro de esta enorme tarea de gestión y es el responsable de articular la posición de la empresa y el lugar donde se encuentra (p. 41).

«...el ciudadano común ha identificado que el diseñador es el responsable de la forma que tiene nuestro mundo, porque todo ha sido creado a través del diseño.»

Para Kenneth Cooke, de *Siegelgale*, no importa si está en busca de algún diseñador gráfico, redactor publicitario, director de arte o diseñador de páginas *web*, lo que busca en un profesional son las mismas competencias: inteligencia y persuasión. Lo que le interesa es que sea hábil para dar vida a una idea, su capacidad de persuadir al otro para que considere la propuesta o quizá cambie de opinión. Le interesa alguien que lleve a las personas a la acción y sepa manejar sus emociones. Según Cooke (cit. en Goldfarb, 2001):

Es difícil encontrar a ese tipo de gente, y cuando la encuentras, todo lo demás (educación, conocimientos informáticos, etc.) pasa a segundo plano cuando te preguntas por qué quieres contratar a esa persona. No sólo estamos aquí para que las cosas resulten más bonitas, por lo menos esperamos que no sea así. En realidad, queremos mejorar las cosas y tener un impacto real en la vida de la gente para ayudarles a entender, a considerar y esperamos que a reconsiderar la manera en que piensan y lo que hacen (p. 218).

Para Marc Gobé de *d/g**, los diseñadores jóvenes requieren de los últimos conocimientos técnicos y de las habilidades para dominar la *web*, ello los hace atractivos para las organizaciones. Deben tener afinadas las técnicas para el desarrollo de conceptos. Para Gobé es interesante el portafolio de una persona, siempre y cuando contenga trabajo digital y tenga la habilidad de explicar cómo llegó a esas soluciones. Para Gobé (cit. en Goldfarb, 2001), sus diseñadores se relacionan todo el tiempo con los clientes:

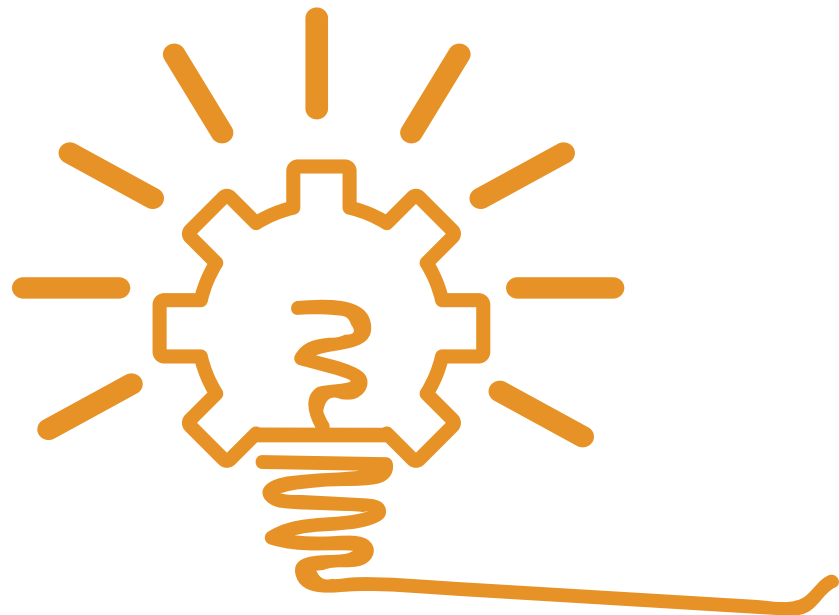
No con los del departamento de contabilidad. Aquellos que son capaces de abordar estrategias de diseño tienen una gran ventaja sobre los que son demasiado tímidos o no se expresan bien. Valoro mucho a la gente con habilidad de expresar por escrito sus pensamientos (esto documenta su habilidad para vender sus razones) y aplaudiría ver este tipo de redacción o texto en una carpeta de trabajos (pp. 218-219).

Para Simon Williams, de *Sterling Group*, son necesarias las competencias técnicas y un buen portafolio, aunque considera arcaico evaluar a un diseñador bajo estos elementos, piensa que lo importante son la destreza y la seguridad en uno mismo. En ese sentido y a diferencia de otros empleadores, según Williams (cit. en Goldfarb, 2001) busca:

Alguien que dé soluciones brillantes, cuyos diseños vayan desde soluciones cercanas a la evolución a las que son totalmente innovadoras y heterodoxas. Busco a alguien que no sea un diseñador. El diseño es un subsegmento del proceso creativo; alguien que tenga miras más anchas y a quien le guste por igual la dirección artística (pp. 219-220).

Considerando la opinión de Williams, será apreciado alguien que disfrute ejercer el diseño, pero, sobre todo, alguien que tenga expectativas más altas, asumiendo que busca ejercer la profesión con libertad, según Goldfarb (2001) esa persona requiere de tres cosas:

Una formación apropiada para conocer los conceptos y herramientas necesarias para el desarrollo personal; ambición y compromiso para alcanzar el mejor rendimiento posible, y estar al día sobre lo que pasa en la profesión y sobre la realidad del mundo en general (p. 9).



No basta con ser un soñador, se requiere de una formación sólida y claridad en los objetivos que se tienen en lo personal y profesional, con atención a lo que sucede en la realidad. Según Goldfarb (2001), en el ejercicio del diseño no podemos perder de vista que el estado de todo negocio es digital, y por tanto global, eso lo hace sofisticado y complejo. El diseñador actual debe estar atento a los cambios sociales, tecnológicos y de hábitos, pero a pesar de esos cambios las “bases” del diseño no cambian, por ello opina que:

Es importante mantener la perspectiva, ya que el uso de sistemas y tecnología no reemplazan los requisitos básicos de diseño, composición, tipografía, buen gusto y talento. La tecnología nos ha proporcionado una mayor comprensión de la importancia del contenido, además de la necesidad del arte de la comunicación. ¿Qué mejor entorno podría pedir un diseñador? Este mundo de soluciones de sistemas, visuales y de contenido para la comunicación es un entorno que requiere de diseño en todos los frentes. La naturaleza del pensamiento analítico y la solución de problemas de diseño es un requisito claro para obtener soluciones (p. 14).

Frente a este mundo cambiante y exigente, un diseñador que busca oportunidades de desarrollo requiere decisión para elegir la dirección de su vida. Es indispensable el compromiso con el trabajo y con uno mismo al llevar a cabo las acciones para alcanzar los objetivos. La información es indispensable para “elegir con libertad”. Para ello, según Goldfarb (2001:16), es necesario que los nuevos diseñadores sean competentes en:

- La educación adecuada, disponer de los conceptos y herramientas necesarias para el desarrollo personal.
- La ambición y el compromiso de querer hacerlo lo mejor posible.
- Conocer y mantenerse informado sobre la carrera elegida y el mundo en general.

Método

El desarrollo de los modelos de competencias tuvo un enfoque cualitativo, con relevancia en el contexto laboral, interpretando los trabajos y organizándolos bajo las categorías de las competencias genéricas. Las muestras de trabajo fueron: *Foro de Consulta de Diseño Gráfico (2016)*, de la EAP con las organizaciones locales; la investigación titulada *Las competencias de los graduados y su evaluación desde la perspectiva de los empleadores (2016)*; el reportaje *Día del diseñador: la evolución de la creatividad*, y el libro *Carreras para diseñadores. Guía de negocios para diseñadores gráficos (2001)*.

Los modelos propuestos pretenden afrontar los retos que ya existían antes de la pandemia, además de las exigencias para los nuevos escenarios heredados por ésta. Los retos no sólo están con los empleadores, sino con las IES, pues además de las competencias en el empleo de los recursos tecnológicos, se hacen más urgentes e indispensables las competencias de la inteligencia emocional, la comunicación interpersonal, la colaboración y la autocrítica. Las IES requieren preparar a los estudiantes con las competencias, como

Resultados

Hasta hace un año, las competencias solicitadas por las organizaciones tenían definición, sin embargo, con la emergencia sanitaria esa situación ha cambiado. Habrá que poner mayor atención en aquellas que se han hecho casi indispensables para adaptarse a esta nueva realidad para lo individual, colectivo y profesional, porque la manera de enseñar, aprender, trabajar, convivir y realizarse merece una manera distinta de abordarse, ya que el mundo se ha transformado para ser otro en un breve lapso.

el autoaprendizaje y la adaptación, indispensables para su inserción en los ámbitos social y económico de esta nueva vida pospandemia. Es necesario que las IES, con sus planes de estudio y a través de sus docentes, generen didácticas de aprendizaje en las que los estudiantes desarrollen las competencias para resolver problemas que se han vuelto más complejos por los efectos de la pandemia. Las estrategias didácticas que trabajen las competencias del ser serán del mayor impacto en el nuevo entorno de la distancia e individualidad. Habrá que ser creativo en romper los esquemas de la distancia física y crear ambientes “normales” para la educación a distancia, realizados con las nuevas tecnologías y sus herramientas para la enseñanza.

Como resultado del objetivo planteado, se generó un modelo de competencias específicas para los diseñadores gráficos como individuos creativos, el cual muestra correspondencia con las necesidades interpersonales, instrumentales y sistémicas que las organizaciones de las IC están solicitando (Ver cuadro 1).



Cuadro 1. Modelo de competencias específicas para los diseñadores gráficos. Creación propia (2020).

De igual modo, se generó un modelo de competencias interpersonales, instrumentales y sistémicas para las IES, a fin de que los estudiantes adquieran las competencias que el mercado global está requiriendo (Ver cuadro 2).



2. Modelo para el desarrollo de competencias genéricas en las IES. Creación propia (2020).

Conclusiones

Como resultados de relevancia y a manera de conclusión se exponen las siguientes ideas:

- El modelo de competencias específicas para el diseño gráfico es una contribución para las instituciones de educación que imparten esta disciplina –quizá el diseño en general–, propone un conjunto de competencias específicas que las organizaciones están requiriendo en la actualidad y que deben ser consideradas en su formación.
- El modelo de las competencias específicas del diseñador gráfico tiene valor en cuanto a que es una contribución al tema. Nos recuerda que en la actualidad persisten las demandas de las organizaciones en cuanto a egresados con competencias de acuerdo con los tiempos, ya que continúa la desvinculación y desarticulación entre las organizaciones y las universidades.

- El modelo para el desarrollo de competencias genéricas en las universidades aporta recomendaciones de valor para las instituciones de educación superior, para que las consideren en la actualización de sus programas educativos, a fin de integrar el desarrollo de competencias que los empleadores requieren.
- Para los diseñadores gráficos será de suma importancia comprender que el mundo es un mercado globalizado ansioso de novedades, en el que las competencias instrumentales, interpersonales y sistémicas específicas serán determinantes para que los proyectos logren su materialización en una propuesta de negocio.
- El resultado más sobresaliente fue confirmar que la creatividad es una competencia fundamental en los individuos dentro de una organización, sobre todo en las IC e ICC. Es el elemento que permite innovar en los procesos, productos y servicios para el desarrollo de nuevos modelos de negocio y, así, detonar la economía de regiones específicas de cualquier tamaño.

Notas

- 1 Banco Interamericano de Desarrollo (2020). La pandemia pone a prueba a la economía creativa. Ideas y recomendaciones de una red de expertos. Recuperado de: www.iadb.org
- 2 Eurostat: oficina estadística de la Comisión Europea, produce datos sobre la Unión Europea.
- 3 CNAE: Clasificación Nacional de Actividades Económicas.
- 4 Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). La pandemia pone a prueba a la economía creativa. Ideas y recomendaciones de una red de expertos. Recuperado de: www.iadb.org

Referencias

- Avila, J. (2019). "Proyectos de base tecnológica como estrategia para integrar profesionales en un ambiente universitario. Diseño de material didáctico y simuladores para la enseñanza de anatomía de la Universidad El Bosque de Bogotá". Reflexión Académica en Diseño y Comunicación. Interfaces en Palermo (pp. 96-100). Año XX. Vol. 40. Congreso para Docentes, Directivos, Profesionales e Instituciones de nivel Medio y Superior Facultad de Diseño y Comunicación. Universidad de Palermo, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista_detalle_publicacion.php?id_libro=821 (Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2020).
- Banco Interamericano de Desarrollo (2020). La pandemia pone a prueba a la economía creativa. Ideas y recomendaciones de una red de expertos. Recuperado de: www.iadb.org (Fecha de consulta: 7 de marzo de 2021).
- Boix, R. y Lazzeretti, L. (2012). "Las industrias creativas en España: una panorámica". Investigaciones Regionales Journal of Regional Research (pp. 181-205), (22) Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=289/28923184009> (Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2020).
- Casani, F., Rodríguez-Pomeda, J., & Sánchez, F. (2012). "Los nuevos modelos de negocio en la economía creativa: Emociones y redes sociales". Universia Business Review (pp. 48-69), (33) Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=433/43323186003> (Fecha de consulta 19 de noviembre de 2020).

1. Cabrera, N., López, M., & Portillo, M. (2016). "Las competencias de los graduados y su evaluación desde la perspectiva de los empleadores". *Estudios Pedagógicos* (pp. 69-87). XLII (3), Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173550019004> (Fecha de consulta 2 de septiembre de 2019).
2. Department of Culture, Media and Sport (1998): *Creative Industries Mapping Document*, DCMS, London.
3. — (2001). *Creative Industries Mapping Document 2001*, DCMS, London.
4. Escuela de Artes Plásticas Prof. Rubén Herrera (2016). *Foro de Consulta Curricular. Diseño Gráfico*. UA de C. Consejo de Vinculación Universidad Empresa. *Desarrollo de Perfil Académico*.
5. Errobidart, A. (2019). "Desafíos para los usos de las TIC en el proceso pedagógico-didáctico y en la dinámica social de la escuela". *Reflexión Académica en Diseño y Comunicación. Interfaces en Palermo* (pp. 114-117), VI, año XX, Vol. 40. Congreso para Docentes, Directivos, Profesionales e Instituciones de nivel Medio y Superior, Facultad de Diseño y Comunicación. Universidad de Palermo, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_publicacion.php?id_libro=821 (Fecha de consulta 23 de noviembre de 2020).
6. Ferrell, O., Hit, G., Ramos, L., Adriaenssens, M., & Flores, M. (2004). *Introducción a los Negocios en un Mundo Cambiante*. Cuarta Edición. México: Mc Graw-Hill Interamericana.
7. Gatica, P. (2020). "Empleos "del futuro" ya son del presente". *Vanguardia*. Recuperado de: <http://www.vanguardia.com.mx> (Fecha de consulta 14 de septiembre de 2020).
8. Goldfarb, R. (2001). *Carreras para diseñadores. Guía de negocios para diseñadores gráficos*. Barcelona.
9. Guízar, R. (1998). *Desarrollo organizacional. Principios y aplicaciones*. México: Mc Graw-Hill.
10. Howkins, J. (2007). *The Creative Economy: How People Make Money from Ideas*, The Penguin Press, London (2ª. ed.).
11. Juárez, A., & González, M. (2018). "La construcción de las competencias genéricas en el nivel superior". *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*. Recuperado de: <http://www.eumed.net/rev/atlante/2018/01/competencias-genericas.html> y <http://hdl.handle.net/20.500.11763/atlante1801competencias-genericas> (Fecha de consulta 20 de agosto de 2019).
12. Martínez, L. (2015). "Evaluación del perfil de egreso: primer paso para la reformulación del currículum". *CPU-e. Revista de Investigación Educativa* (pp. 210-221). Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=283140301011> (Fecha de consulta 29 de agosto de 2019).
13. Mendoza, V. (2013). "Capital creativo, la otra palanca del crecimiento". *Forbes*. Recuperado de: <https://www.forbes.com.mx/capital-creativo-la-otra-palanca-del-crecimiento/> (Fecha de consulta 20 de agosto de 2019).
14. Mercado, A. (2016). "Distritos creativos en la Ciudad de México en la segunda década del siglo XXI". *Territorios* (pp. 183-213), (34). Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357/35744556008> (Fecha de consulta 20 de noviembre de 2020).
15. Morales, L. (25 abril 2012). "Día del diseñador: la evolución de la creatividad". *Vanguardia*. Recuperado de: <http://www.vanguardia.com.mx> (Fecha de consulta 20 de agosto de 2019).
16. Porto, M. (2008). "Evaluación para la competencia creativa en la educación universitaria". *Cuadernos de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales-Universidad Nacional de Jujuy* (pp. 77-90), (35) Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=185/18512511007> (Fecha de consulta 24 de noviembre de 2020).
17. Pérez, C. (2019). "Nuevas maneras de evaluar: Evaluación para el aprendizaje y en el contexto de las Prácticas de Enseñanza". *Reflexión Académica en Diseño y Comunicación. Interfaces en Palermo* (pp. 195-198), VI, año XX, Vol. 40. Congreso para Docentes, Directivos, Profesionales e Instituciones de nivel Medio y Superior, Facultad de Diseño y Comunicación. Universidad de Palermo, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_publicacion.php?id_libro=821 (Fecha de consulta 23 de noviembre de 2020).

Rodríguez E., Real E. & Rosique, G. (2017). “Las industrias culturales y creativas en la Comunidad de Madrid: contexto y desarrollo económico 2008-2014”. Revista Latina de Comunicación Social (pp. 295-320), (72). Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=819/81952828016> (Fecha de consulta 21 de noviembre de 2020).

Ribecco, M. (2017). “Cómo colaborar con el desarrollo profesional y la inserción laboral de los egresados”. XI Encuentro Latinoamericano de Diseño. VII Congreso Latinoamericano de Enseñanza del Diseño. Actas de Diseño. Año 11, núm. 22. Foro de Escuelas de Diseño. Facultad de Diseño y Comunicación. Universidad de Palermo. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: <https://www.palermo.edu/dyc/congreso-latino/> (Fecha de consulta 1 septiembre de 2020).

SEP (2008). “Competencias genéricas que expresan el perfil del egresado de Educación Media Superior”. Recuperado de: <https://www.uv.mx/dgdaie/files/2013/09/Competencias-Genericas.pdf> (Fecha de consulta 20 de agosto de 2019).

Schön, D. (1998). “El profesional reflexivo. Como piensan los profesionales cuando actúan”. Barcelona: Paidós.

Vergara, F. (2019). “La Iniciativa de Educación para el Empoderamiento”. Reflexión Académica en Diseño y Comunicación. Interfaces en Palermo (pp. 251-259), VI, año XX, vol. 40. Congreso para Docentes, Directivos, Profesionales e Instituciones de nivel Medio y Superior Facultad de Diseño y Comunicación. Universidad de Palermo, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_publicacion.php?id_libro=821 (Fecha de consulta 23 de noviembre de 2020).





Premio **ADA BYRON** A LA MUJER TECNÓLOGA

CAPÍTULO
MÉXICO **2ª** EDICIÓN

El **Premio Ada Byron** a la mujer tecnóloga, en su segunda edición en México, quiere reconocer y visibilizar la trayectoria excelente de tecnólogas actuales, que tienen su referencia en las mujeres científicas y tecnólogas que llevan siglos haciendo aportaciones relevantes en distintas disciplinas.

CONVOCATORIA ABIERTA:
Del 6 de abril al 31 de julio de 2021

PUEDEN PARTICIPAR:
Mujeres mayores de edad y de nacionalidad mexicana, que posean titulación universitaria superior de Ingeniería o ciencias o haber desarrollado su carrera profesional en el ámbito tecnológico o científico.

CONOCE LAS BASES COMPLETAS EN:
premiadabyron.iberomx

IBERO CIUDAD DE MÉXICO • LEÓN • PUEBLA • TIJUANA • TORREÓN



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara



TECNOLOGÍA & DISEÑO



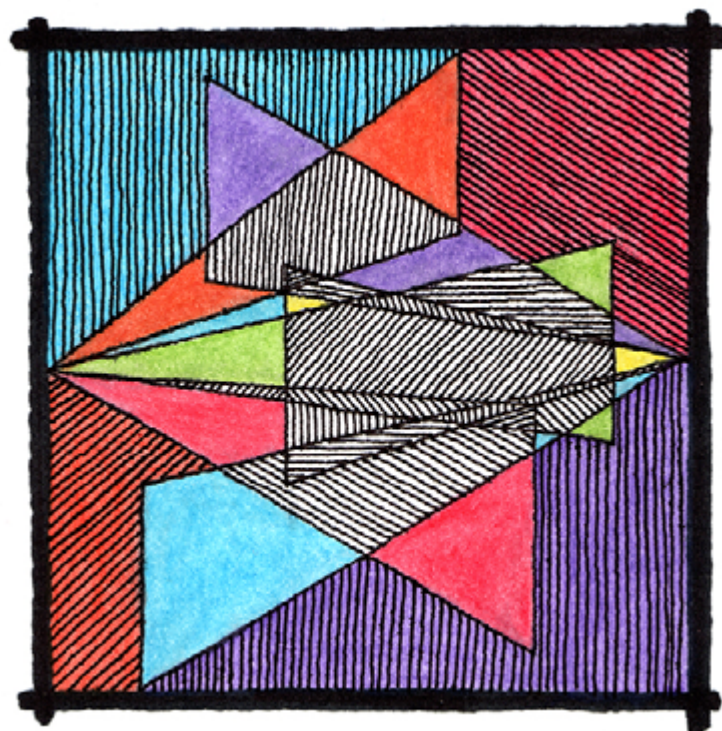
AT&T

NÚM. 15

MOVIMIENTO

STEAM

2021



TECNOLOGÍA & DISEÑO
Núm. 15, 2021

ISSN 2594-0341 (versión electrónica)

ISSN 207-8781 (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 14.6 MB.



Universidad Autónoma Metropolitana

Dr. Eduardo Abel Peñalosa Castro

Rector General

Dr. José Antonio de los Reyes Heredia

Secretario General

Universidad Autónoma Metropolitana

unidad Azcapotzalco

Dr. Oscar Lozano Carrillo

Rector de Unidad

Dra. María de Lourdes Delgado Núñez

Secretaria de Unidad

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Dr. Marco Vinicio Ferruzca Navarro

Director

Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas

Secretario Académico

Dr. Edwing Antonio Almeida Calderón

Jefe de Departamento de Procesos
y Técnicas de Realización