

10

SketchIN

Revista de Arquitectura y Diseño

ISSN: 2954-5145

VOLUMEN 6, NÚMERO 10



ENERO - JUNIO 2024



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA

DIRECTORIO

Dra. Silvia Amaya Llano

RECTORA

Dr. Rolando Javier Salinas García

SECRETARIO ACADÉMICO

Dr. Manuel Toledano Ayala

SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN,

INNOVACIÓN Y POSGRADO

Lic. Diana Rodríguez Sánchez

DIRECTORA DEL FONDO EDITORIAL UNIVERSITARIO

Dra. María de la Luz Pérez Rea

DIRECTORA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Dr. Juan Carlos Jáuregui Correa

JEFE DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

FACULTAD DE INGENIERÍA

MDI Jorge Javier Cruz Florín

COORDINADOR DEL DESPACHO DE

PUBLICACIONES FACULTAD DE INGENIERÍA

SketchIN, vol. 6, no. 10, enero-junio 2024, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas, s/N, Col. Las Campanas, Querétaro, Qro., c. p. 76010. Tel. (442)1921200 ext. 6023, <http://revistas.uaq.mx/index.php/sketchin>, sketchin@uaq.mx. Editores responsables: Avatar Flores Gutiérrez y Jorge Arturo García Pitol. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No.04-2021-090215255600-102, ISSN: 2954-5145, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Jorge Arturo García Pitol, Cerro de las Campanas, s/N, Col. Las Campanas, c. p. 76010, Querétaro, Qro., fecha de última modificación: 31 de enero de 2024.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido, siempre y cuando se atribuya la fuente y se proporcione un enlace al original. Esta obra está bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

Esta revista está actualmente indizada en el Directorio de Latindex.

latindex





COMITÉ EDITORIAL

MI Jorge Arturo García Pitol

Universidad Autónoma de Querétaro, México

DIRECTOR

Dr. Avatar Flores Gutiérrez

Universidad Autónoma de Querétaro, México

EDITOR RESPONSABLE

COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Manuel Toledano Ayala

Universidad Autónoma de Querétaro, México

Dr. Luis Fernando Maldonado Aspeitia

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México

Dra. Magdalena Mendoza Sánchez

Universidad Autónoma de Querétaro, México

MDI Lorena Suárez Álvarez

Universidad Autónoma de Querétaro, México

Dra. Alejandra Nivón Pellón

Universidad Autónoma de Querétaro, México

MDI Guillermo López Domínguez

Universidad Autónoma de Querétaro, México

Dr. Miguel Angel Montiel Arroyo

Universidad de Tecnología de Auckland, Nueva Zelanda

MDI Analisse Yerett Oliveri Rivera

Universidad Autónoma de Querétaro, México



EQUIPO EDITORIAL

Lic. Mariana Cano León

Universidad Autónoma de Querétaro, México

DISEÑO EDITORIAL Y PORTADA

Ing. Soid Ruiz Ramírez

Universidad Autónoma de Querétaro, México

Andrea Cristina Garza Sandoval

Universidad Autónoma de Querétaro, México

Daniela Nañez Rodríguez

Universidad Autónoma de Querétaro, México

Myldret Ángeles Medina

Universidad Autónoma de Querétaro, México

CORRECCIÓN DE ESTILO

CONTENIDOS

PÁG. 6

DISECCIÓN DE UNA REPARACIÓN: EL ARTE COMO MEDIO PARA EL CAMBIO DE PERCEPCIONES AMBIENTALES

**Ana Jimena Fernández Luna
Eduardo Blanco Bocanegra
Sergio Alonso Martínez**

PÁG. 24

DISEÑO DE ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE PARA LA LICENCIATURA DE DISEÑO INDUSTRIAL BAJO UN ENFOQUE DE LA EDUCACIÓN 4.0

**Leonardo Benatto Mercado Rodríguez
Eduardo Blanco Bocanegra
Sergio Alonso Martínez
Froylán Correa Martínez**

PÁG. 41

PRESERVACIÓN DE EDIFICIOS HISTÓRICOS A TRAVÉS DE LA ARQUITECTURA VIRTUAL

**Salvador Martínez Chavero
Verónica Leyva Picazo**

PÁG. 52

LAS DISTINTAS CERTIFICACIONES SUSTENTABLES EXISTENTES PARA EDIFICIOS EN MÉXICO

**Adriana Guadalupe Tavares Aguilar
Verónica Leyva Picazo**



DISECCIÓN DE UNA REPARACIÓN: EL ARTE COMO MEDIO PARA EL CAMBIO DE PERCEPCIONES AMBIENTALES

DISSECTION OF A REPAIR: ART AS A TOOL TO CHANGE ENVIRONMENTAL PERCEPTIONS



Ana Jimena Fernández Luna^{1*}
Eduardo Blanco Bocanegra¹
Sergio Alonso Martínez¹

¹Universidad Autónoma de Querétaro

*ana.fernandez@uaq.edu.mx

El presente artículo deriva de la
Tesis de Maestría en Diseño e Innovación
elaborada por Ana Jimena Fernández Luna

Se encuentra en el Repositorio Institucional UAQ:
<https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/9047>

Abstract

The new textile production techniques aimed at reducing costs and time have resulted in a wide range of products that evolve rapidly with current trends. In turn, consumers have intensified this phenomenon, leading to an excess of textiles in the world. Fletcher (2012) emphasizes the importance of consumers in extending the life of textile products through conservation and usage practices. Thus, it is relevant to generate knowledge about users' textile disposal habits to design revaluation strategies that will help reduce textile waste. The present research focuses on discouraging users from discarding their textiles through the design and implementation of an artistic intervention that influences the environmental perception of a young population in the city of Querétaro. Art as a means of social intervention provides the opportunity to create emotional connections with the users and, in this case, motivate them to participate in initiatives to address current environmental and social issues.

Keywords: activism, post-consumer textile waste, textile waste, environmental perception strategy, disposal intention, artistic intervention.

Resumen

Las nuevas técnicas de producción textil enfocadas a reducir costos y tiempos han resultado en una amplia oferta de productos que evolucionan rápidamente con las tendencias de la moda. Los consumidores han intensificado este fenómeno, provocando un exceso de textiles en el mundo. Fletcher (2012) enfatiza el rol de los consumidores en extender la vida de los productos textiles mediante prácticas de conservación y uso. Así, resulta apremiante generar conocimiento sobre los hábitos de desecho textil de los usuarios para diseñar estrategias de revalorización con las que se pretende reducir dicha contaminación. A través del diseño e implementación de una intervención artística que fomente la conciencia ambiental de una población joven de la ciudad de Querétaro, esta investigación se enfoca en disuadir a los usuarios de desechar sus textiles. El arte como medio para la intervención social ofrece la oportunidad de conectar emocionalmente con los usuarios y, en este caso, motivarlos a participar en iniciativas para resolver los problemas ambientales y sociales actuales.

Palabras clave: activismo, desechos textiles post-consumo, desecho textil, estrategia de percepción ambiental, intención de desecho, intervención artística.



Introducción

En los últimos años han surgido técnicas para abaratar costos y acortar tiempos de producción textil, lo que ha resultado en una amplia oferta que evoluciona rápidamente con las tendencias. Los consumidores en esta industria han intensificado este fenómeno, generando un exceso de textiles en el mundo: descartan los productos con poco uso y los sustituyen por otros nuevos para mantenerse en tendencia y expresar su identidad personal (Becker-Leifhold, Carolin; Heuer, 2018). Como consecuencia, ha aumentado la cantidad de desechos textiles en el mundo.

La industria textil se ha consolidado como una de las más contaminantes a nivel global porque sus cadenas productivas generan ingentes desechos (Tedesco & Montacchini, 2020). En el continente americano, específicamente, se descartan hasta 10 millones de toneladas de productos textiles cada año (KPE et al., 2017). En México constituyen el 1.4 % de los rellenos sanitarios, y una considerable porción podría clasificarse como desechos textiles posteriores al consumo (Deschamps et al., 2017).

Antecedentes

El desecho textil post-consumo

Fletcher (2012) enfatiza la importancia del rol de los consumidores en extender la vida de los productos textiles a través de prácticas de conservación y uso. En nuestra sociedad, donde se reverencia la novedad, se cree falsamente que las prendas reparadas carecen de valor ante las prendas nuevas. Se genera en los usuarios una percepción negativa hacia las actividades de conservación.

El desecho esta inherentemente conectado a nociones de valor que cambian constantemente. Por ejemplo, algunos objetos considerados como desecho podrían más adelante clasificarse como posesiones de valor para alguien más, según la propia experiencia de cada persona (Binotto & Payne, 2017). En el caso particular de los desechos textiles post-consumo (DTPC), se les pueden atribuir nuevos juicios de valor gracias a la adopción de estrategias sustentables de conservación: reparación, reutilización y reciclaje;



sin embargo, en la actualidad estas prácticas son cada vez menos populares (Rotimi et al., 2021). Uno de los motivos más frecuentes por los que una prenda llega a considerarse como desecho es que pierde su novedad rápidamente ante las modas y las tendencias. En otras palabras, la velocidad con que el mercado introduce las modas propicia la aparición del DTPC (Ruano et al., 2016).

El DTPC surge del comportamiento de un consumidor, de la decisión que toma respecto al producto textil que ha dejado de utilizar (Wai Yee et al., 2016), y se genera por motivos no necesariamente relacionados con el estado del mismo. Los comportamientos se pueden clasificar en tres áreas principales, de acuerdo con la taxonomía para el desecho de productos propuesta por Jacoby et al. (1977):

1. **Características psicológicas.** Atributos personales, entre las que encontramos emociones, actitudes, personalidad, creatividad, inteligencia, clase social, presión social y conciencia social.
2. **Factores intrínsecos del producto.** Algunos son físicos, como el color, tamaño y material; otros abstractos, como los costos inicial y de reparación, tiempo de uso, adaptabilidad y durabilidad.
3. **Factores extrínsecos al producto o situacionales.** Falta de espacio de almacenamiento, cambios de moda o nuevas tendencias, método de adquisición (compra o regalo), consideraciones económicas, etc.

El estudio de los comportamientos de DTPC se acota en tres aspectos principales: la motivación, el método y los factores que influyen, que a su vez podrían analizarse enfocándose en las relaciones interpersonales, la identidad y los valores (Koukouvinos, 2012). Park et al. (2016) mencionan que escasea la investigación de los comportamientos de desecho en comparación con las dedicadas a los hábitos y prácticas de consumo.

No obstante, es pertinente el estudio de los comportamientos de desecho porque tienen implicaciones en la conservación del medio ambiente. El conocimiento generado en esta área puede orientar a los consumidores para la toma responsable de decisiones de compra. De esa misma manera, desarrollar y promover prácticas de conservación textil en las comunidades contribuiría a extender el uso de vida de los productos textiles (Morgan & Birtwistle, 2009).

La intención de desecho

Para entender el concepto de *intención de desecho*, es necesario detallar el de *intención de compra*, el cual resulta fundamental en el ámbito de la mercadotecnia. La intención de compra se define como la voluntad de un consumidor para realizar un determinado comportamiento de compra (Peña García, 2014). Estudiar dicha intención brinda información clave durante la implementación de nuevos productos o canales de distribución y funciona también como una validación inicial para determinar si vale la pena desarrollar el producto. Posteriormente se decide a qué mercado y segmento de consumidores irá dirigido.

Aquí se plantea como *intención de desecho* la predisposición o voluntad de una persona por descartar, eliminar o prescindir de un objeto textil que por algún motivo deja de satisfacer sus necesidades (Fernández Luna, 2022). Se considera importante ampliar el estudio en esta área para conocer las motivaciones y actitudes de los consumidores al desechar algún producto.

Revalorización textil: reparación y cuidado

Algunos estudios reconocen la reparación como un método esencial para la preservación y longevidad de las prendas de vestir (Durrani, 2018). Extender la vida útil de estos productos puede reducir el impacto ambiental generado durante su manufactura, fomentando la transición de los consumidores hacia estilos de vida sustentables (Diddi & Yan, 2019). Un reporte emitido por la fundación Ellen MacArthur afirma que extender el ciclo de vida de las prendas de vestir durante más de nueve meses puede contribuir significativamente a la reducción de los desechos que se generan al año (Morlet et al., 2017).

Algunos de los causantes del desinterés por parte de los consumidores hacia las prácticas de reparación son el desconocimiento de técnicas y habilidades, los costos asociados y la falta de tiempo. Como respuesta, en los últimos años han aparecido iniciativas para abrir espacios de diálogo sobre la importancia de la reparación mientras se genera una comunidad para compartir experiencias y adquirir habilidades técnicas (Diddi y Yan, 2019). Podemos encontrar ejemplos en el Club de Reparadores en Argentina, el programa *Worn Wear* de la marca Patagonia, así como los *Repair Café*

en varias localidades a nivel global. Diddi y Yan demostraron que compartir habilidades, tiempo y experiencias promueve la colaboración entre comunidades y genera conciencia sobre el consumo responsable, así como determinación para realizar los cambios necesarios en los patrones de desecho.

El arte como medio para el cambio de percepciones ambientales

En el ámbito artístico existen corrientes que buscan visibilizar los problemas sociales, culturales y ambientales del día a día; la creciente necesidad por comunicar efectivamente estos problemas y educar a la sociedad ha incrementado el apoyo a las acciones colectivas (Curtis *et al.*, 2012). El arte funge como medio para persuadir, instigar cuestionamientos, generar conciencia y cambiar percepciones; todas estas conductas son oportunas para movilizar a la sociedad hacia una causa conjunta (Tereso, 2012).



El arte contemporáneo, especialmente el activismo, destaca por abordar problemas sociales y ambientales, movilizando a la sociedad hacia causas comunes.

Dentro de las corrientes artísticas actuales, el activismo (arte y activismo) se distingue por su capacidad de intervención social. Surge en la década de los sesenta como un cuestionamiento en el mundo del arte, donde cada obra puede constituirse como un objeto político. Durante su auge, el activismo se conformó como un movimiento antiglobalización, también vinculado a las luchas feministas y medioambientales, entre otras.

Las características del activismo (Escobar Fuentes y Aguilar Tamayo, 2019) son las siguientes:

1. Es un movimiento diverso, heterogéneo, autónomo y colectivo.
2. Su organización promueve acciones autónomas descentralizadas y creativas que aporten apoyo a la protesta.
3. Está fuertemente vinculado al espacio público.
4. Es de carácter efímero.

Se divide en dos vertientes; la primera es el activismo clásico, donde el artista transmite un mensaje de manera unilateral. La segunda es el estructural, en que el artista se abstiene de manifestar las propias pero ofrece herramientas para que la sociedad exprese sus opiniones; este se considera como participativo y de colaboración social (Corral Chagolla, 2016).

Nina Felshin (1995) menciona que el arte activista se entiende como un híbrido entre el arte, el activismo y la organización comunitaria. Su objetivo es el desarrollo de propuestas que impulsen cambios sociales. El activismo propicia la generación de conciencia a través de la implementación de estrategias políticas, sociales y ambientales, ya que permite la creación de narrativas y plantea nuevos medios de comunicación educativa que desarrollan en los espectadores autonomía, disidencia y oposición (Aladro Vico et al., 2018).

Denunciar los problemas sociales, culturales o ambientales mediante el arte resulta efectivo para conectar con el público emocionalmente y atraer apoyo a las iniciativas que se proponen superar los obstáculos presentes en nuestra sociedad. El arte es un medio de comunicación noble con el que se logra exhibir de forma sintetizada y atractiva información que de otra manera sería demasiado difícil (Curtis et al., 2012).

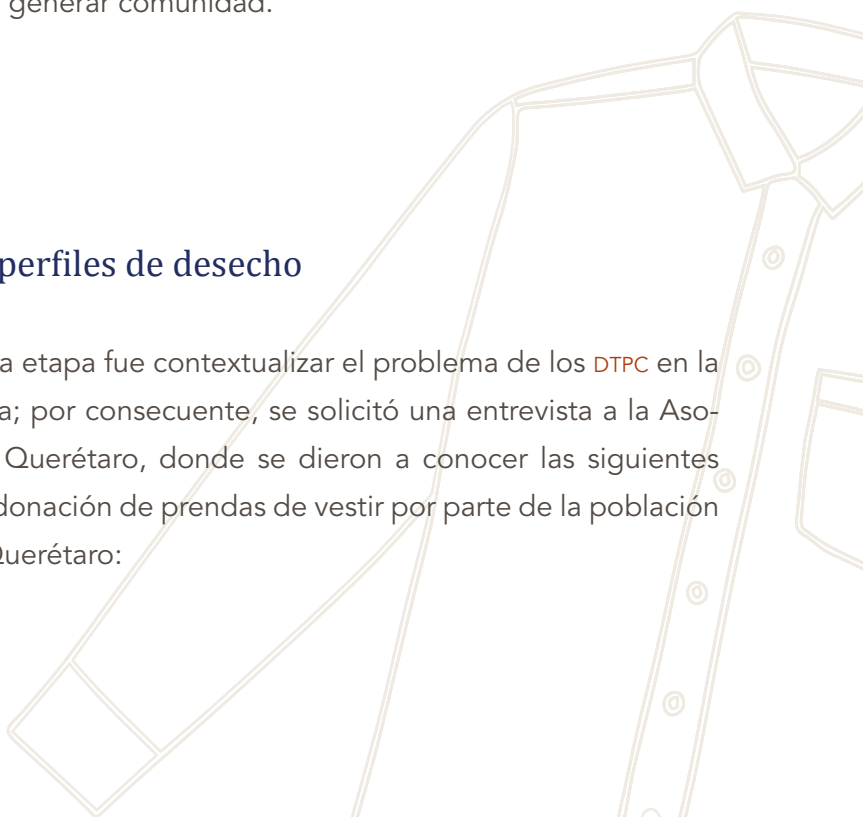
Metodología

A partir de un proceso de diseño iterativo se pretende generar una propuesta de instalación artística que impulse un cambio en la percepción de los consumidores relacionada al problema ambiental de los DTPC. La instalación se diseñó en tres etapas cuyo objetivo es entender el contexto de los desechos textiles en la ciudad de Querétaro, desarrollar perfiles de usuario enfocados a los hábitos de desecho y propiciar la participación de los consumidores para generar comunidad.

Resultados

Primera etapa: perfiles de desecho

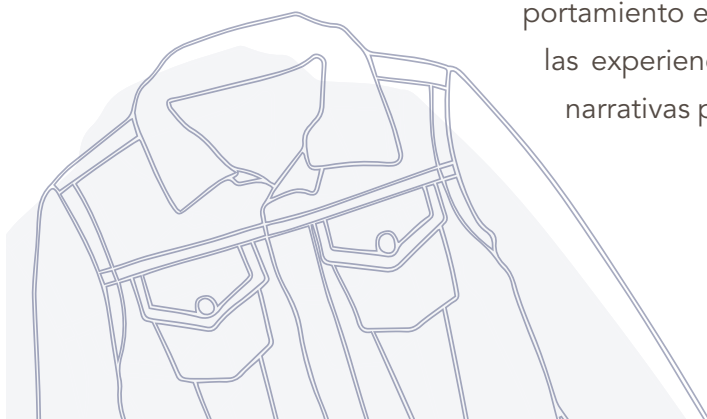
El propósito de esta etapa fue contextualizar el problema de los DTPC en la sociedad queretana; por consiguiente, se solicitó una entrevista a la Asociación Cáritas de Querétaro, donde se dieron a conocer las siguientes cifras relativas a la donación de prendas de vestir por parte de la población del municipio de Querétaro:



1. En 2021 se recibieron 200 toneladas de donativos por medio de los 18 contenedores instalados en la ciudad.
2. En 2021 la asociación logró reducir la huella de carbono en 4 119 700 toneladas por medio de la reutilización de prendas de vestir.
3. 70 % de las donaciones recibidas anualmente pertenecen a la categoría de prendas de vestir.
4. Del total de prendas de vestir, al menos un 27 % se encuentra en tan mal estado que termina siendo desechado o triturado.
5. Hay un aproximado de 80 000 personas en los 18 municipios en el estado de Querétaro que han gozado de los beneficios del programa de donación.
6. Durante la pandemia de COVID-19, las donaciones de prendas de vestir aumentaron en un 200 %.
7. Las prendas de vestir que se consideran en buen estado se distribuyen entre personas de bajos recursos, lo que supone un ahorro de aproximadamente 25 % del ingreso familiar mensual.

Gracias a esta información se obtuvieron datos iniciales con los que más adelante se desarrolló un estudio diagnóstico sobre la percepción ambiental de los jóvenes en la ciudad de Querétaro. Este estudio marcó la pauta que define los hábitos de desecho de una población joven: el método predominante para desechar prendas de vestir es la donación y las razones frecuentes por las que los consumidores deciden descartar sus prendas son que estas han dejado de ajustarse correctamente, han dejado de reflejar la identidad de la persona o se encuentran en mal estado.

Adicionalmente, algunos consumidores evitan desechar ciertas prendas porque les atribuyen un valor emocional, y tienden con más frecuencia a llevar a cabo prácticas de conservación y reparación o a transformar sus prendas en otros objetos; es decir, presentan gran interés en extender la vida útil de sus textiles. Neto y Ferreira (2021) justifican este comportamiento en que las prendas actúan como un registro de las experiencias y memorias de un individuo, generando narrativas personales y propiciando apegos emocionales.





Segunda etapa: la instalación

Tras establecer las características sobre las que la propuesta de instalación debía fundarse, se determinaron los requerimientos basados en los principios del activismo:

1. Fomentar prácticas para extender la vida útil de las prendas a través de la reparación, transformación y reapropiación.
2. Implementar actividades de participación social que fomenten la cooperación de los usuarios.
3. Promover un entorno para explorar la creatividad enfocada en revalorizar el **DTPC**.
4. Generar narrativas positivas y nociones de valor favorables hacia los desechos textiles.

Posteriormente, se dio pie al desarrollo de la propuesta de diseño. En esta fase se evaluaron diferentes ideas con el objetivo de mostrar las posibilidades de intervención creativa a las prendas de vestir a fin de extender su vida útil. La propuesta seleccionada lleva el nombre de “Disección de una reparación”, y se basa en el concepto de las disecciones anatómicas, las cuales son la separación de las partes de un organismo de manera que sean observables sus estructuras internas.

La instalación constó de tres bases estructurales o “disecciones” donde se presentaron prendas de vestir intervenidas, ya sea con reparaciones, alteraciones o modificaciones. Como parte del concepto principal se tomó en cuenta la información recabada en la primera etapa, con el fin de proponer alternativas que solucionaran cada una de esas problemáticas.

La Figura 1 presenta dos paneles de acrílico, en el panel principal se encuentra la prenda a intervenir; sobrepuesto se halla un panel secundario donde se enmarca la intervención realizada. Ambos paneles están sujetos a una base metálica de forma que la obra se presenta en posición vertical. La intención fue ejemplificar las reparaciones y modificaciones textiles para mostrar a los usuarios cómo ellos podrían experimentar creativamente con sus prendas de vestir y su estilo personal.

FIGURA 1.
Disección de una
reparación. Propuesta
de diseño preliminar.



Se buscó que las disecciones incentivaran la interacción de los usuarios con la obra por medio de la toma de fotografías y la contemplación de los detalles desde diferentes ángulos de la pieza como se muestra a continuación en la Figura 2.

FIGURA 2.
Disección de una
reparación. Vista
en perspectiva.



Una vez definida la propuesta conceptual y el alcance general de la instalación, se comenzó la búsqueda de financiamiento, por lo que se envió la propuesta de la instalación a la convocatoria “Instalaciones Escultóricas en espacios públicos de las Delegaciones del Municipio de Querétaro”, fomentada por la Secretaría de Cultura del Municipio de Querétaro. Dicho programa se propuso exhibir públicamente instalaciones escultóricas de gran formato realizadas por artistas visuales; la consigna era reapropiar el espacio público a través del involucramiento activo de la población local en las etapas de creación, reproducción y/o producción.

El financiamiento concedido al proyecto fue por una cantidad de \$50,000.00 (cincuenta mil pesos mexicanos) con los que se tendría que cubrir la totalidad de la producción de la obra.

Siete instalaciones fueron merecedoras del financiamiento, a condición de contemplar tanto la producción como el emplazamiento en un lapso de dos meses. Cada una de las piezas ganadoras se ubicó en un espacio público de las siete delegaciones del Municipio de Querétaro, "Dissección de una reparación" se destinó a la delegación Felipe Carrillo Puerto.

La obra se ubicó en el Centro Cultural Comunitario "Felipe Carrillo Puerto", en la colonia El Tintero, un sitio que fomenta la cultura y el arte, donde convergen personas de todas edades y niveles socioeconómicos. Además, fue una opción ideal al ser un lugar donde una gran audiencia podría tener acceso a la exposición. La pieza final se instaló en la entrada principal del Centro Cultural (Figura 3), un lugar estratégico debido al flujo de personas.



FIGURA 3.
Centro Cultural
Comunitario "Felipe
Carrillo Puerto".
Entrada principal.

Tercera etapa: producción e implementación

La propuesta de diseño contempló una estructura tubular de acero de $\frac{3}{4}$, calibre 14, como base y soporte de la pieza, donde se colocaron tres paneles de acrílico. La estructura se elaboró en tres partes individuales unidas de forma que simularan una silueta continua para dar una apariencia de fluidez, reforzada en el diseño por los ángulos biselados (Figura 4).

FIGURA 4.
Disección de una
reparación. Detalle
de soldadura de
estructura base.



El armado de la estructura base (Figura 5) se trabajó en paralelo con los paneles donde se colocarían las prendas a intervenir. Los paneles principales fueron montados mediante placas de acrílico transparente de 6 mm de espesor; los secundarios, donde se presentan los detalles e intervenciones, con placas de acrílico de 3 mm.

FIGURA 5.
Disección de una
reparación. Estructura base armada.



Los tipos de prendas empleados para elaborar la pieza se designaron a partir de las prendas más comunes en los guardarropas; el objetivo, que los espectadores logran generar una relación con la ropa que ya poseen y, en consecuencia, se motivaran a intervenirla. Así, se eligió una camisa de vestir, un vestido de fiesta y una chamarra de mezclilla.



FIGURA 6.
Prendas seleccionadas para la obra
"Disección de una
reparación".

Cada disección propone solución a una de las tres razones más comunes por las que las personas desechan sus prendas. Para la primera (que las prendas dejan de representar la identidad o estilo de su propietario), se realizaron modificaciones en las mangas del vestido y se agregó un detalle en la falda para cambiar de un estilo formal a casual para que pudiera utilizarse en toda ocasión (Figura 7).



FIGURA 7.
Proceso de diseño
de intervención a
vestido.

La segunda se centró en presentar reparaciones a prendas dañadas o en mal estado. Se dispuso una chamarra de mezclilla deteriorada por el uso y el tiempo e intervenida con parches en una misma paleta de color para dar coherencia al diseño de la prenda. Al presentar la prenda renovada, se esperaba que los espectadores se inspiraran a tomarse el tiempo de reparar sus prendas dañadas y brindarles una segunda oportunidad.

Por último, la tercera disección planteó alternativas al problema de que las prendas dejan de ajustarse a la talla de la persona. Se intervino una camisa de vestir de talla **XL** mediante la adición de unas pinzas al frente y en la espalda para ajustarla en la cintura. También se cosió un tableado para extender el largo de la camisa y convertirla en un vestido, dándole un propósito diferente. La intención fue ejemplificar cómo, con sencillas modificaciones, una prenda puede volver a ajustar el cuerpo de una persona, al mismo tiempo que se agregan detalles para hacerla única (Figura 8).

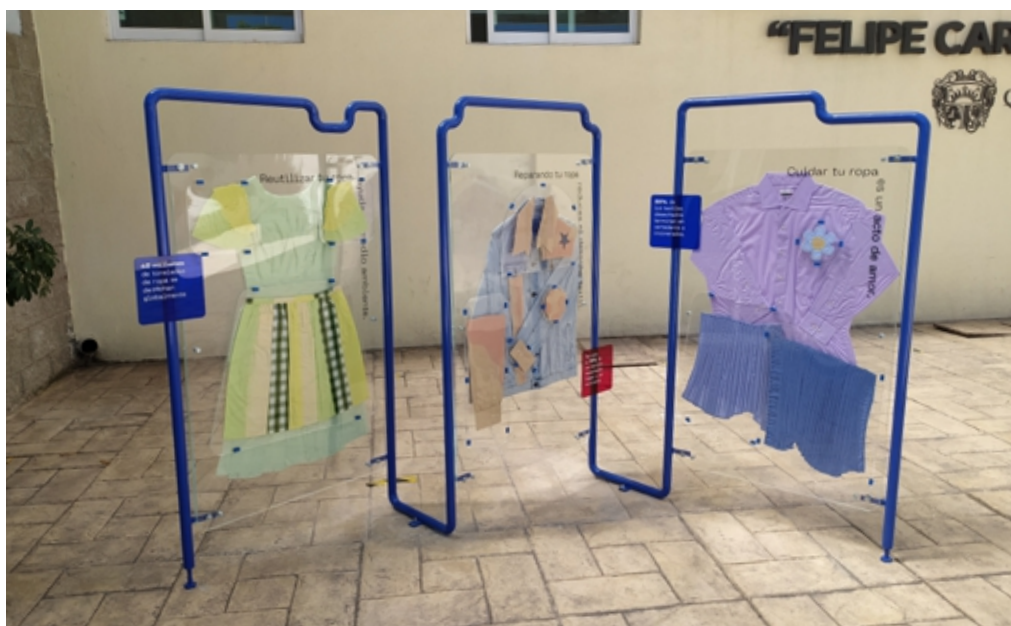


FIGURA 8.
Disección de una
reparación. Obra
terminada.

Como parte de la retribución al financiamiento, se contempló también que la comunidad de la delegación Felipe Carrillo Puerto participara directamente, por lo que se organizaron cinco talleres abiertos al público donde se abordaron técnicas de costura a mano enfocadas al remiendo de ropa (Figura 9). Durante los talleres se presentó material gráfico con cifras relevantes sobre el desecho textil, así como algunas de las puntadas más comunes para reparación. De forma simultánea se organizó una colecta de ropa y materiales de costura, con los que se realizaron las intervenciones en las prendas de la instalación. Tanto los talleres como la colecta se efectuaron con el apoyo de la Secretaría de

Cultura del Municipio de Querétaro, quienes difundieron los eventos para congregarse la mayor cantidad de asistentes posibles.



FIGURA 9.
Taller técnicas creativas de reparación textil. Participación comunitaria delegación Felipe Carrillo Puerto.



“Disección de una reparación” se inauguró el 20 de octubre de 2022 y actualmente se encuentra en exposición permanente en la explanada del Centro Cultural Comunitario “Felipe Carrillo Puerto”.

Discusión

Koch y Domina (1999) encontraron que los consumidores descartan sus prendas debido al deterioro, la baja calidad de los productos, que han pasado de moda y que la talla deja de ser adecuada. Sus conclusiones coinciden con las respuestas obtenidas en el ítem anterior del presente estudio; es decir, cabe suponer que estas motivaciones son similares en diferentes ciudades del mundo.

Por su parte, Diddi y Yan han desarrollado estudios cualitativos sobre la percepción del consumidor relacionada a eventos de reparación textil en Reino Unido, Noruega, Escocia y otros países; observaron que la desmotivación de los consumidores a adoptar prácticas de conservación textil se debe a la falta de habilidades técnicas y los altos costos asociados; por otro lado, mencionan que promover actividades públicas de reparación comunitaria es una opción para ofrecer a los consumidores oportunidades de intercambio social, reducir el desecho de los materiales textiles y contribuir a la enseñanza de técnicas y habilidades para la reparación. Tales acciones fomentarían en las personas la disposición para realizar reparaciones y extender el tiempo de vida de su prendas (Diddi y Yan, 2019).

Conclusión

Los hábitos de desecho textil se han estudiado desde la década de 1970; no obstante, los estudios actuales se enfocan en las intenciones de compra de los consumidores. Una de las limitantes encontradas durante el desarrollo de este proyecto atañe la escasa investigación en torno al estudio de las intenciones de desecho textil. Entenderlas resulta ineludible para solucionar con efectividad los problemas ambientales derivados; de igual manera, es una herramienta útil para generar cambios en los hábitos de compra y desecho. Urge tomar en cuenta las interacciones de los consumidores con sus prendas para entender la toma de decisiones relacionadas al desecho y armar estrategias enfocadas a reducir el DTPC.

Felshin (1995) menciona que el activismo fomenta la articulación de narrativas que alteran las preconcepciones de una sociedad; además, constituye un instrumento para generar impacto y cambio ante los problemas sociales (Centella, 2015). A través de este tipo de intervenciones es posible sensibilizar al público ante temas de interés actual. En el caso de la obra "Disec-ción de una reparación", se observó que un pequeño grupo de personas desconocían las repercusiones ambientales de los DTPC, pero tras entrar en contacto con la intervención artística, logró conectar positivamente con el problema, conocerlo y cambiar su perceptiva inicial. Los resultados de este proyecto reafirman la teoría del que el arte es un medio de comunicación efectivo para generar cambios positivos en la sociedad.

Referencias

Aladro Vico, E., Jivkova Semova, D. y Bailey, O. (2018). Activismo: Un nuevo lenguaje educativo para la acción social transformadora **TT** - Activism: A new educative language for transformative social action. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, 26(57), 9–18.

Becker Leifhold, C. y Heuer, M. (2018). *Eco-Friendly and Fair*. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781351058353>

Binotto, C. y Payne, A. (2017). The Poetics of Waste: Contemporary Fashion Practice in the Context of Wastefulness. *Fashion Practice*, 9(1), 5–29. DOI: <https://doi.org/10.1080/17569370.2016.1226604>

- Centella, V. O. (2015). El activismo como acción estratégica de nuevas narrativas artístico-políticas. *CALLE14: Revista de investigación en el campo del arte*, 10(15), 100-111. DOI: <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.c14.2015.1.a08>
- Corral Chagolla, M. A. (2016). *Atrapados en las apariencias. Análisis filosófico del homo consumens en la sociedad de consumo*. [Archivo PDF]. <https://rei.iteso.mx/bitstream/handle/11117/4054/Tesis Apariencias.pdf?sequence=2> [Ahttps://rei.iteso.mx/bitstream/handle/11117/4054/Tesis Apariencias.pdf?sequence=2](https://rei.iteso.mx/bitstream/handle/11117/4054/Tesis Apariencias.pdf?sequence=2)
- Curtis, D. J., Reid, N. y Ballard, G. (2012). Communicating ecology through art: What scientists think. *Ecology and Society*, 17(2). DOI: <https://doi.org/10.5751/ES-04670-170203>
- Deschamps, T. C., Carnie, B. y Mao, N. (2017). Public consciousness and willingness to embrace ethical consumption of textile products in Mexico. *Textiles and Clothing Sustainability*, 2(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40689-016-0017-2>
- Diddi, S. y Yan, R. N. (2019). Consumer perceptions related to clothing repair and community mending events: A circular economy perspective. *Sustainability*, 11(19). DOI: <https://doi.org/10.3390/su11195306>
- Durrani, M. (2018). "People gather for stranger things, so why not this?" Learning sustainable sensibilities through communal garment-mending practices. *Sustainability*, 10(7). DOI: <https://doi.org/10.3390/su10072218>
- Ernantez, E. K. P., Barrera, MMB. y Navacerrada, MA. (2017). Textile Wastes: State of the Art. *Journal of Textile Science y Engineering*, 07(06), 1-4. DOI: <https://doi.org/10.4172/2165-8064.1000322>
- Escobar Fuentes, S. y Aguilar Tamayo, M. F. (2019). Artivismo en la cultura digital. Dos casos en México: #IlustradoresConAyotzinapa y #Noestamos todas. *Index, Revista de Arte Contemporáneo*, 08, 142-150. DOI: <https://doi.org/10.26807/cav.v0i08.273>
- Fernández Luna, A. J. (2023). *Estrategia de percepción ambiental para reducir la intención de desecho textil post-consumo*. [Tesis de maestría]. <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/9047>
- Felshin, N. (1995). *But is it art? The Spirit of Art as Activism*. Bay Press Inc.
- Fletcher, K. (2012). Durability, Fashion. Sustainability: The Processes and Practices of Use. *Fashion Practice*, 4(2),

- 221-238. DOI: <https://doi.org/10.2752/175693812x13403765252389>
- Jacoby, J., Berning, C. K., y Dietvorst, T. F. (1997). What about Disposition? *Journal of Marketing*, 41(2), 22. DOI: <https://doi.org/10.2307/1250630>
- Koch, K., y Domina, T. (1999). Consumer Textile Recycling as a Means of Solid Waste Reduction. *Family and Consumer Sciences Research Journal*, 28(1), 3-17. DOI: <https://doi.org/10.1177/1077727X99281001>
- Koukouvinos, D. (2012). *Psychosocial Factors Influencing Young Consumers' Clothing Disposal Behaviour in Greece*. [Tesis de Maestría en Gestión de moda], Universidad de Borås.
- Morgan, L. R. y Birtwistle, G. (2009). An investigation of young fashion consumers' disposal habits. *International Journal of Consumer Studies*, 33(2), 190-198. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1470-6431.2009.00756.x>
- Morlet et al. (2017). A new textiles economy: Redesigning fashion's future. *Ellen MacArthur Foundation*, 1-150. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/a-new-textiles-economy-redesigning-fashions-future>
- Neto, A. y Ferreira, J. (2021). "I Still Love Them and Wear Them"—Conflict Occurrence and Management in Wearer-Clothing Relationships. *Sustainability*, 13(23). DOI: <https://doi.org/10.3390/su132313054>
- Park, H.-H., Choo, T. G., y Ku, Y. S. (2016). The Influence of Shopping Orientation on Difficulty Discarding and Disposal Behavior of Fashion Products. *Fashion & Textile Research Journal*, 18(6), 833-843. DOI: <https://doi.org/10.5805/sfti.2016.18.6.833>
- Peña García, N. (2014). El valor percibido y la confianza como antecedentes de la intención de compra online: el caso colombiano. *Cuadernos de Administración*, 30(51), 15-24. DOI: <https://doi.org/10.25100/cdea.v30i51.39>
- Rotimi, E. O. O., Topple, C. y Hopkins, J. (2021). Towards a conceptual framework of sustainable practices of post-consumer textile waste at garment end of lifecycle: A systematic literature review approach. *Sustainability*, 13(5). DOI: <https://doi.org/10.3390/su13052965>
- Tedesco, S. y Montacchini, E. (2020). From textile waste to resource: a methodological approach of research and experimentation. *Sustainability*, 12(24), 1-12. DOI: <https://doi.org/10.3390/su122410667>

Tereso, S. (2012). Environmental education through art. *International Journal of Education Through Art*, 8(1), 23–47.

DOI: https://doi.org/10.1386/eta.8.1.23_1

Ütebay, B., Çelik, P. y Çay, A.

(2016). *Textile wastes: status and perspectives*. Waste in Textile and Leather Sectors.

DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.92234>

Wai Yee, L., Hassan, S. H. y

Ramayah, T. (2016). Sustainability and Philanthropic Awareness in Clothing Disposal Behavior Among Young Malaysian Consumers. *SAGE Open*, 6(1). DOI: <https://doi.org/10.1177/2158244015625327>

DOI: <https://doi.org/10.1177/2158244015625327>

DISEÑO DE ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE PARA LA LICENCIATURA DE DISEÑO INDUSTRIAL BAJO UN ENFOQUE DE LA EDUCACIÓN 4.0

DESIGN OF A LEARNING STRATEGY FOR THE INDUSTRIAL
DESIGN DEGREE UNDER A 4.0 EDUCATION APPROACH

Leonardo Benatto Mercado Rodríguez^{1*}
Eduardo Blanco Bocanegra¹
Sergio Alonso Martínez¹
Froylán Correa Martínez¹

¹Universidad Autónoma de Querétaro

*leonardo.mercado@uaq.edu.mx

El presente artículo deriva de la
Tesis de Maestría en Diseño e Innovación elaborada
por Leonardo Benatto Mercado Rodríguez

Se encuentra en el Repositorio Institucional UAQ:
<https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/9367>

Abstract

Resumen

El presente trabajo describe la implementación experimental de una estrategia de aprendizaje basada en la Educación 4.0 en los estudiantes de la Licenciatura en Diseño Industrial (LDI) de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). Se compara una metodología de autoaprendizaje por medio de recursos audiovisuales y la plataforma de Google Classroom contra el modelo tradicional aún prevalente en los programas curriculares. La información se recopiló a partir de dos intervenciones en las cuales fue presentado un proyecto de diseño desde el enfoque teórico-práctico de la LDI. Los grupos se segmentaron mediante un proceso de selección aleatoria de los participantes. Los resultados favorecieron al método tradicional, sin embargo, a partir de la retroalimentación de profesores y estudiantes, se concluyó que un método híbrido puede ser la alternativa más eficiente para lograr un mejor aprendizaje.

Palabras clave: aprendizaje asíncrono, aprendizaje digital, autoaprendizaje, Educación 4.0, estrategias de aprendizaje, medios audiovisuales.

This work presents the experimental implementation of a learning strategy based on Education 4.0 in students of the Industrial Design Degree (LDI) at the Autonomous University of Querétaro (UAQ). A comparison is made between a self-learning methodology using audiovisual media and the Google Classroom platform against the traditional model still prevalent in the curriculum. Information was gathered through two interventions in which a design project was presented from the theoretical-practical approach of the LDI. The groups were segmented through a random selection process of the participants. The results favored the traditional method; however, based on feedback from teachers and students, it was concluded that a hybrid method could be the most efficient alternative to achieve better learning performance.

Keywords: asynchronous learning, digital learning, self-learning, Education 4.0, learning strategies, audiovisual media.



Introducción

La educación ha evolucionado del aula tradicional al aprendizaje a distancia o asíncrono gracias a la evolución de las tecnologías de la información. Así, las instituciones educativas han cambiado sus modelos de enseñanza a fin de satisfacer las necesidades formativas de los estudiantes mediante la creación de un entorno ideal de aprendizaje (Ebojoh y Xu, 2007).

El modelo estandarizado de aprendizaje directo, aún predominante en los sistemas escolares incluyendo la educación pública en México, responde a las exigencias de la Primera y Segunda Revolución Industrial; es decir, se orienta a los procesos repetitivos y trabajos de manufactura. Sin embargo, las preferencias de aprendizaje han evolucionado, los estudiantes son más prácticos y desean involucrarse directamente en sus procesos de aprendizaje: asimilan la información de formas nuevas, aprenden mejor mediante el material audiovisual, prefieren la interactividad en la construcción de sus conocimientos y poseen la capacidad de elegir el trayecto formativo más afín a sus intereses. Por lo tanto, es importante que los modelos se adapten a las necesidades de los estudiantes en el contexto actual (Hussin, 2018; Cataldi y Dominighini, 2015; WEF, 2020).

La educación evoluciona de la enseñanza tradicional a la Educación 4.0 para adaptarse a las preferencias de aprendizaje actual. La propuesta de la UAQ promueve la innovación y el autoaprendizaje para satisfacer las demandas del mercado laboral emergente.

En virtud de que la educación pública debe innovar y contar con un modelo que cumpla con las demandas tecnológicas emergentes del mercado laboral, la UAQ propone una pedagogía orientada a romper con el aprendizaje repetitivo. El autoaprendizaje nutre la creatividad, la resolución de problemas, el aprendizaje colaborativo y la cooperación (Flores, Rodríguez, y Chávez, 2019; UAQ, 2017). En el caso de LDI, se busca fomentar en los egresados una formación integral multidisciplinaria y una vocación propositiva para insertarse en el medio profesional (UAQ, 2015).

Este estudio analiza cómo un modelo basado en Educación 4.0 impacta en la asimilación del conocimiento de los estudiantes. Se presta especial atención a la experiencia de aprendizaje a fin de construir un entorno educativo en sintonía con las nuevas tendencias y que fomente el autoaprendizaje.

Educación 4.0 y el aprendizaje en áreas creativas

Como se dijo anteriormente, el modelo estandarizado de aprendizaje directo, prevalente en los sistemas educativos, responde a las necesidades de la Primera y Segunda Revolución Industrial, a pesar de que el desarrollo tecnológico ha devenido en modelos renovados de productividad. La automatización, las tecnologías de la información y la era digital son aspectos introducidos por la Tercera y Cuarta Revolución Industrial. No obstante, aún existen sistemas de aprendizaje pasivo enfocados en la memorización e instrucción directa, en lugar del pensamiento crítico e individual necesario en el contexto actual (WEF, 2020). Por tal motivo, es necesario que las instituciones educativas modifiquen la forma de enseñar y creen un ecosistema de aprendizaje que satisfaga las necesidades de los estudiantes (Ebojoh y Xu, 2007).

El paradigma de Educación 4.0 surge de la Cuarta Revolución Industrial. Fisk (2017) explica que esta nueva perspectiva no solo promueve que los alumnos desarrollen las habilidades y conocimientos necesarios de su ámbito, sino que también brinda las fuentes y herramientas necesarias para adquirirlos. El aprendizaje se construye en torno a los estudiantes y los compañeros adquieren prominencia en el aprendizaje, ya que aprenden unos de otros, mientras que los profesores se relegan al papel de *facilitadores*. Ahora los estudiantes se involucran en los procesos de aprendizaje y persiguen entornos didácticos interactivos; no limitan su formación al salón de clases, ya que cuentan con modos de aprender en cualquier lugar y momento (Kozinski, 2017).

Aprendizaje personalizado y a ritmo propio

Resulta contradictorio que, aunque ya es posible personalizar casi cualquier aspecto de nuestras vidas, la educación conserve un enfoque estandarizado. La migración hacia un sistema de aprendizaje a medida puede ayudar a las escuelas a reflejar las realidades del ambiente laboral y el entorno fuera de las aulas de clase, y también ha cosechado mejores resultados en los estudiantes (WEF, 2020). En consecuencia, la educación pública debe adoptar un modelo formativo apegado a las demandas de las tecnologías emergentes del mercado laboral, que evolucione con ellas (Flores, A., Rodríguez, J. y Chávez, G., 2019). A lo largo de la década pasada, el desarrollo

global difuminó las fronteras geográficas y limitaciones temporales, reivindicando los entornos digitales como medio educativo (Mose, 2013).

El aprendizaje en línea y el asistido por computadora son procesos asincrónicos, es decir, no requieren el intercambio simultáneo entre maestro y alumno (Larbi-Siaw y Owusu-Agyeman, 2017). En ese contexto, el dominio de las TIC, pensamiento crítico y análisis de la información constituyen competencias imprescindibles para el autoaprendizaje significativo y permanente (Akmanova et al., 2019).

Asimilación del conocimiento

Introducido por el psicólogo Jean Piaget, el concepto de *asimilación del conocimiento* se define como la comprensión de aquello que se aprende, la incorporación de información nueva a la que ya se poseía para aplicarla en la práctica (Rojas y Camejo, 2010). A pesar de que existen tres niveles, el presente estudio se enfoca en el tercero, el de la creación individual. Este aspecto se caracteriza por la posibilidad de desarrollar nueva experiencia, lo que le permite al estudiante resolver problemas por cuenta propia según sus capacidades. En este nivel los alumnos deben ser capaces de:

- Trasladar de forma independiente los conocimientos y habilidades a una situación nueva.
- Detectar problemas nuevos dentro de una situación ya conocida.
- Combinar métodos adquiridos o construir nuevos.
- Reconocer la estructura de un objeto o situación.
- Plantear varias soluciones para un mismo problema (Rojas y Camejo, 2010).

La asimilación del conocimiento es fundamental para abordar un problema, puesto que la memorización por sí sola no garantiza que el alumno haya comprendido la información presentada. Rojas y Camejo (2010) estratifican la asimilación del conocimiento en tres niveles, por ello es necesario que la labor docente tenga claro el nivel de información a transmitir según cada tipo de aprendizaje pretendido. El diseñador industrial precisa alcanzar el tercer nivel porque su profesión, basada en la innovación, se reinventa constantemente (Baño, 2010).

Metodología

El proyecto es un híbrido basado en las metodologías User Centered Design y Design Innovation Process.

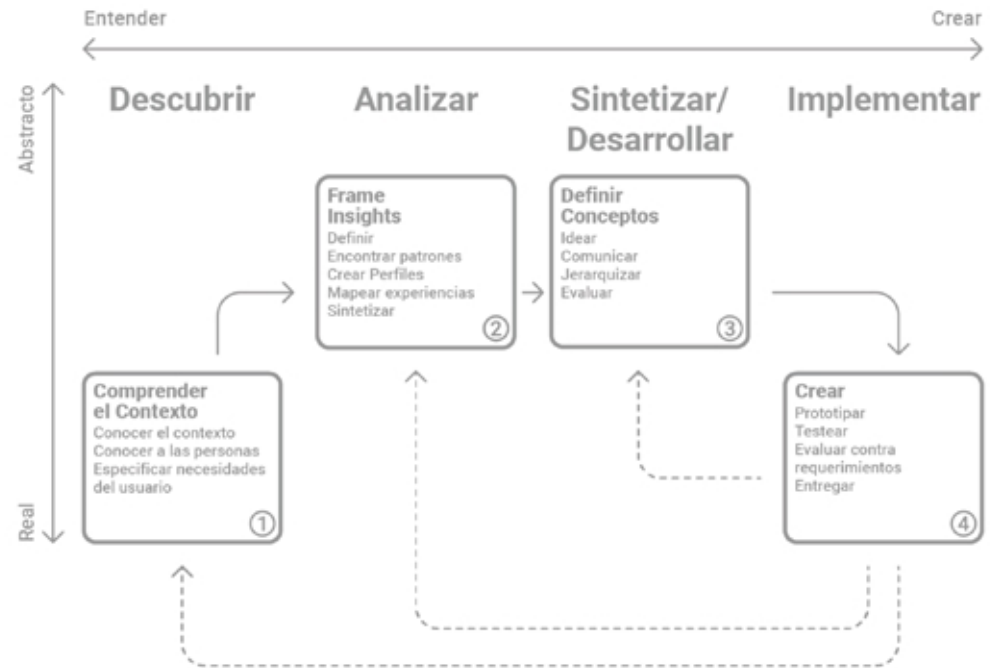


FIGURA 1.
Metodología
de diseño.

Población

La estrategia se implementó en la Facultad de Ingeniería de la [UAQ](#) con la participación del cuerpo docente, quienes aportaron sus conocimientos e intervinieron en el desarrollo del contenido al momento de la aplicación. La muestra se conforma por alumnos de segundo semestre de la [LDI](#); con base en un mapeo estructural de las asignaturas de la carrera, se eligió una de las asignaturas de corte práctico/proyectual, porque implican la asimilación de conocimiento de tercer nivel. Este tipo de asignaturas solicita al alumno una creación individual, lo desafía a plantear diversas soluciones a un mismo problema por medio de la aplicación de los conocimientos ya obtenidos (Rojas y Camejo, 2010). Como resultado de la filtración, se escogió la materia de Interfaces Gráficas. Se efectuaron dos iteraciones: durante la primera participaron 39 alumnos; en la segunda, 18. Es necesario recalcar que la variación en el número de participantes por iteración se debe a que la cantidad de alumnos inscritos en la materia normalmente corresponde al total de la generación de ese semestre específico.



Experimentación

Desde el enfoque teórico-práctico de la LDI, se presentaron dos intervenciones mediante ejercicios de diseño. El propósito del experimento fue evaluar la eficacia del método de enseñanza tradicional en comparación con uno basado en medios audiovisuales.

Interfaces Gráficas tiene como objetivo generar en el alumno las habilidades para desarrollar aplicaciones gráficas con el apoyo de software especializado. El ejercicio a realizar se eligió tras determinar las prácticas donde los estudiantes necesitan la asimilación de conocimiento de tercer nivel. El bloque seleccionado para el experimento fue el de Envase, donde el participante debe componer la identidad gráfica de un producto nuevo a través de un análisis de marca. El producto a desarrollar en las intervenciones fue una etiqueta junto con sus elementos gráficos para una cerveza. Los objetivos del bloque se listan a continuación:

- Aplicar elementos gráficos en productos de consumo y colocar un producto en el mercado.
- Integrar requerimientos de mercado en soluciones de diseño a través del entendimiento de las necesidades de un cliente.
- Realizar el análisis y comprensión de una marca.
- Generar una propuesta de identidad gráfica a través del diseño de una etiqueta de cerveza.
- Aplicar el conocimiento adquirido en los bloques anteriores de la materia.

Con la finalidad de evaluar el desempeño de los participantes durante el experimento, se estructuró una rúbrica en tres apartados: *Presentación visual*, *Book* y *Propuesta de diseño*. La escala en cada uno decrece desde *Completo y eficiente*, *Estándar* hasta *Debajo del estándar* (Tabla 1).

TABLA 1.

Rúbrica de Evaluación condensada.

ENTREGABLE	COMPETENCIAS		COMPLETO Y EFICIENTE	ESTÁNDAR	DEBAJO DEL ESTÁNDAR
PRESENTACIÓN VISUAL 20 PUNTOS	Diagramación	6			
	Layouts	8			
	Tipografías	6			
ENTREGABLE	COMPETENCIAS		COMPLETO Y EFICIENTE	ESTÁNDAR	DEBAJO DEL ESTÁNDAR
BOOK 30 PUNTOS	Realiza investigación de mercado y análisis de tendencias del producto.	10			
	Entendimiento del problema.	10			
	Crea propuestas de identidad gráfica en un producto nuevo (cerveza) para una marca seleccionada.	10			
ENTREGABLE	COMPETENCIAS		COMPLETO Y EFICIENTE	ESTÁNDAR	DEBAJO DEL ESTÁNDAR
PROPUESTA DE DISEÑO 50 PUNTOS	Aplicación de elementos gráficos en productos de consumo y colocación de un producto en el mercado.	20			
	Integrar requerimientos de mercado en soluciones de diseño a través del entendimiento de las necesidades visuales de un cliente.	20			
	Aplicación del conocimiento adquirido en bloques anteriores.	10			

Todos los apartados contenidos en la Tabla 1 fueron explicados a los alumnos y a los profesores evaluadores. Los evaluadores puntuaron paquetes constituidos aleatoriamente, todos del mismo número de proyectos, y el procedimiento se llevó a cabo por el protocolo de doble ciego para asegurar la imparcialidad.

Actualmente predomina el método tradicional de presentación por diapositivas para introducir los temas a los alumnos; para contrastar, se creó un método didáctico audiovisual basado en Educación 4.0 que les permite avanzar a su propio ritmo de manera asincrónica. Al crear el contenido, se consideraron las dinámicas que exigen la interacción profesor-alumno a fin de determinar la mejor manera para la resolución de dudas.

El contenido se generó bajo la supervisión del profesor adscrito de la materia, se buscó que ambas dinámicas para la experimentación presentaran información idéntica, pero de modo distinto. Posteriormente se cargó en la plataforma de Google Classroom. El material audiovisual fue montado en el sitio de Youtube y se le dio acceso solo a la mitad del grupo. A continuación, se describe la segmentación de la población en ambas iteraciones.

Primera iteración

Se segmentó la población para crear los grupos control y experimental; sin embargo, se observó que, debido a la cantidad de alumnos en el semestre, ya se encontraban divididos en dos grupos. Para la experimentación se utilizó esta división (Tabla 2).

Se llevaron a cabo tres sesiones: la primera, para informar a los participantes de la dinámica del experimento; las siguientes, para brindarles retroalimentación del proceso de diseño. Al Grupo 61 se le presentó el contenido de manera tradicional, por medio de diapositivas y explicación del profesor. En el caso del grupo experimental (Grupo 62), se le compartió la URL de los videos almacenados en YouTube; de igual manera, se les asignó una sección en Classroom para que esclarecieran sus dudas y mostraran los avances en el desarrollo de su propuesta.

TABLA 2.

Segmentación de estudiantes: primera iteración.

PARTICIPANTES TOTALES:			
Sexo femenino	21	Sexo masculino	18
GRUPO DE CONTROL- 61 - MÉTODO TRADICIONAL: 22			
Sexo femenino	12	Sexo masculino	10
GRUPO EXPERIMENTAL- 62 - MÉTODO ASINCRÓNICO: 17			
Sexo femenino	9	Sexo masculino	8

Segunda iteración

A partir de los resultados de la primera iteración del experimento, entrevistas con los alumnos tras la actividad y retroalimentación del sínodo, se modificaron los objetivos del bloque para la aplicación del experimento:

- Aplicar elementos gráficos en productos de consumo.
- Integrar requerimientos de mercado en soluciones de diseño a partir de la comprensión de las necesidades visuales del cliente.
- Realizar el análisis y comprensión de una marca.
- Generar una propuesta de identidad gráfica en un producto presentando la creación de una etiqueta de cerveza.

Otro de los ajustes fue la forma de evaluación; en este caso, el ejercicio se realizó en cuatro sesiones en lugar de tres (Tabla 3).

TABLA 3.

Descripción de sesiones segunda intervención.

1ª SESIÓN	Se realiza la explicación del proyecto a ambos grupos, quienes ya fueron previamente divididos. Al grupo análogo (Grupo 61), le es presentado el contenido del proyecto de la manera tradicional, por medio de una presentación y ejemplos se les da el tema para que puedan desarrollar la consigna de la creación de la etiqueta. Al grupo experimental (Grupo 62) se les separa y se les brinda el link a los videos de YouTube para poder acceder al contenido del ejercicio.
2ª SESIÓN	La segunda sesión es para revisión de avances, ambos grupos presentan los avances de su investigación y diseño.
3ª SESIÓN	La tercera sesión funciona de igual manera que la segunda, se utiliza la clase como un espacio para retroalimentación en el proceso de diseño, en este punto los alumnos deben traer muestras físicas de su avance.
4ª SESIÓN	Los alumnos presentan físicamente los resultados del ejercicio, los entregables son evaluados en sitio.

El grupo de esta iteración no se encontraba dividido como el anterior; entonces, se segmentó de manera aleatoria (Tabla 4). El contenido audiovisual para el grupo experimental también fue modificado, debido a que la consigna, los objetivos y algunos requerimientos de los entregables cambiaron. El contenido correspondiente a esta segunda iteración constó de once videos donde se expone toda la información necesaria para desarrollar el proyecto en cuestión. Los videos se presentaron por secciones al Grupo 62, y los links se pusieron a disposición en Google Classroom.

TABLA 4.
Segmentación de estudiantes: segunda intervención.

PARTICIPANTES TOTALES:			
Sexo femenino	10	Sexo masculino	7
GRUPO DE CONTROL- 61 - MÉTODO TRADICIONAL: 8			
Sexo femenino	5	Sexo masculino	3
GRUPO EXPERIMENTAL- 62 - MÉTODO ASINCRÓNICO: 9			
Sexo femenino	5	Sexo masculino	4

Resultados

Primera iteración

Una vez que los alumnos entregaron las evidencias de la práctica, se calcularon los promedios de cada evaluación. A continuación, se muestran algunos de los proyectos, así como los resultados de los evaluadores.



FIGURA 2.
Resultados de la
primera iteración
del experimento.
Grupo 61.

FIGURA 3.
Resultados de la
primera iteración
del experimento.
Grupo 62.



Cabe destacar que, debido a las condiciones de la pandemia de COVID-19, la entrega de la primera iteración no pudo ser presencial, por lo que se les consignó a ambos grupos que montaran sus propuestas por medio de *mockups* y los enviaran en paquetes digitales para que los evaluadores pudieran revisarlos. Los evaluadores de la primera iteración se designaron según los siguientes criterios:

- No impartir cátedra al grupo participante durante el desarrollo del ejercicio experimental.
- Conocer a detalle las áreas de diseño referentes a los apartados de la rubrica y dominar los softwares utilizados en la materia de Interfaces Gráficas.
- Ser profesor adscrito a la Universidad Autónoma de Querétaro.
- Contar con la disponibilidad para llevar a cabo la revisión de las propuestas de los alumnos.

En la Figura 4 se aprecian las calificaciones expedidas por los cuatro evaluadores y, en la Figura 5, los promedios de ambos grupos en el ejercicio.



FIGURA 4.
Primera iteración:
puntajes asignados
por los evaluadores.

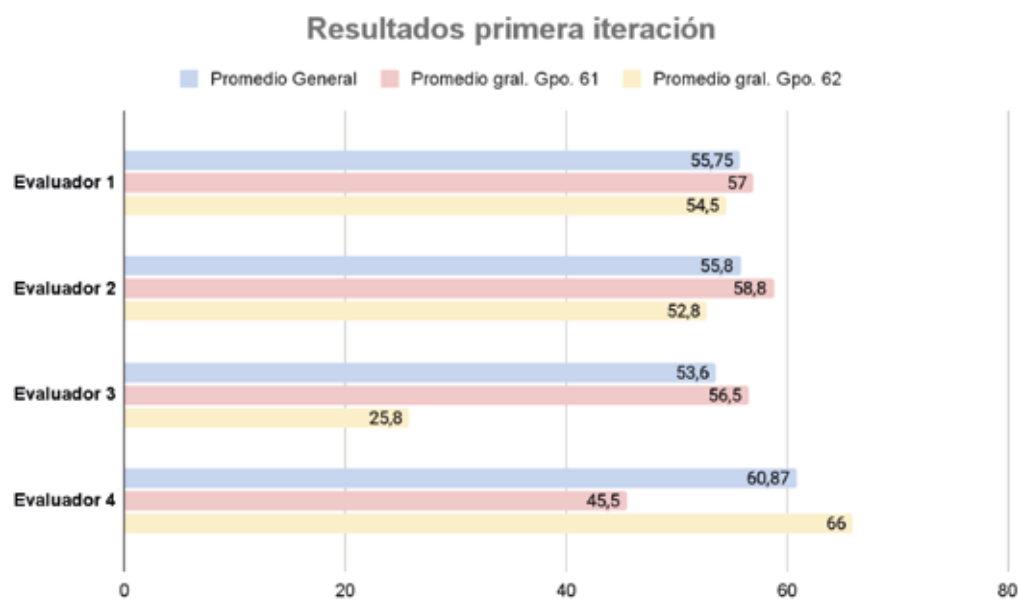
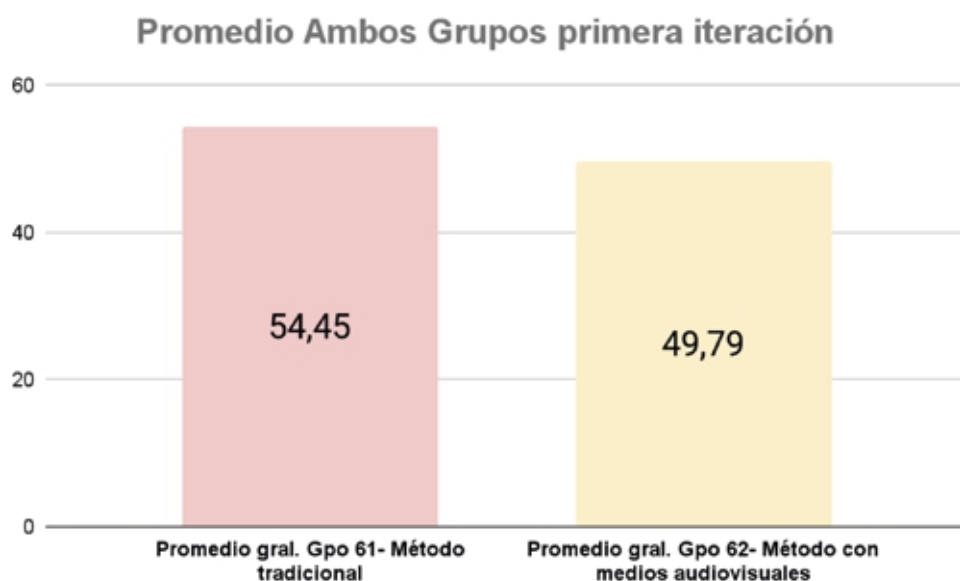


FIGURA 5.
Primera iteración:
promedios de
ambos grupos.



Segunda iteración

Debido a que en esta ocasión los alumnos ya asistían de manera presencial, los entregables se elaboraron en físico. En las Figuras 6 y 7 se ven algunos de los productos generados por ambos grupos.

FIGURA 6.
Segunda iteración.
Grupo 61.



FIGURA 7.
Segunda iteración.
Grupo 62.



Para la selección de los evaluadores, se tomaron en cuenta los mismos aspectos que la iteración anterior. En la Figura 8 se grafican las calificaciones dadas por los cuatro evaluadores y en la Figura 9 los promedios de ambos grupos en el ejercicio.

FIGURA 8.
Segunda iteración:
puntajes asignados
por los evaluadores.

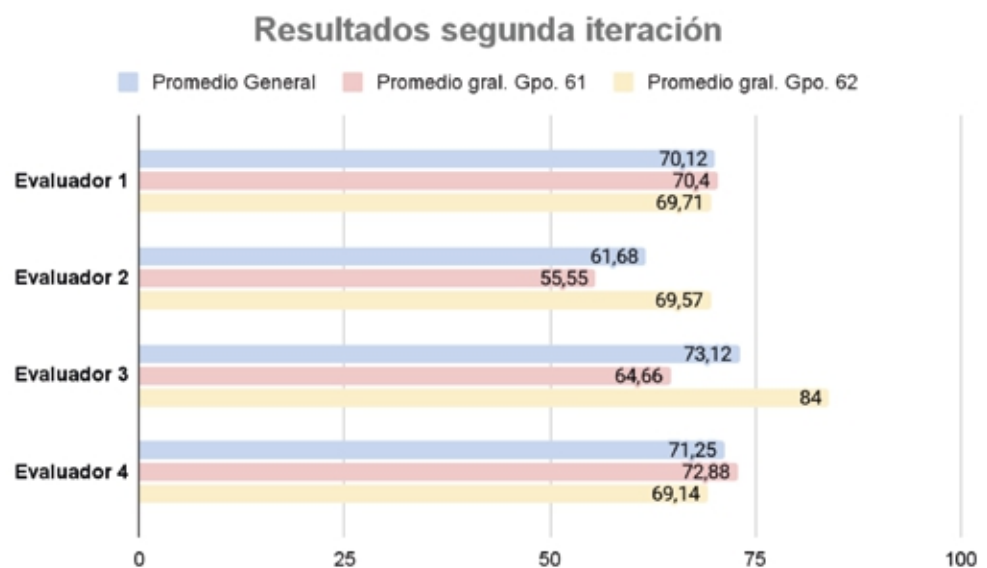
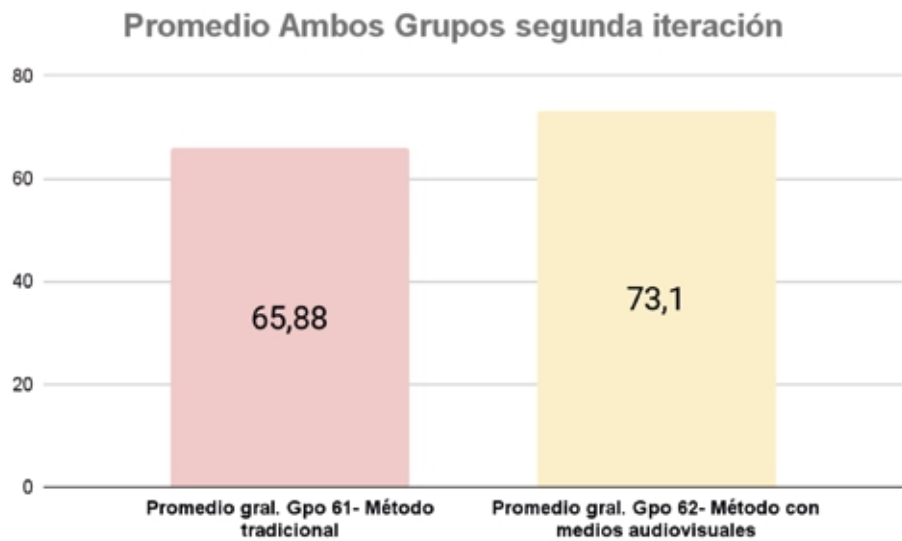


FIGURA 9.
Segunda iteración:
promedios de
ambos grupos.



Conclusiones

Primera iteración

El promedio general de los estudiantes fue menor a 70 puntos, por lo que resultó necesario analizar si el bajo desempeño es resultado de la calidad del contenido, la dinámica con que se imparte o algún aspecto adicional. Para tal fin, la estructura de la rúbrica permitió detectar los puntos fuertes y débiles en los trabajos de los estudiantes; el presente análisis evidenció un entendimiento a nivel estándar en los apartados de “diagramación” y “layouts”. Durante la retroalimentación de los evaluadores, opinaron que la rúbrica diseñada para el ejercicio puede adaptarse para calificar otras prácticas; en este mismo análisis se concluyó que también ofrece al profesor un panorama de qué puntos específicos presentan dificultad a los estudiantes a fin de mejorar los contenidos y la dinámica para impartirlos. La primera iteración mostró que los medios audiovisuales no tuvieron un mejor impacto en los alumnos respecto del modelo tradicional.

Segunda iteración

En comparación con la primera iteración, el promedio general de ambos grupos subió considerablemente: de 49.79 a 65.88 en el grupo de medios

audiovisuales y de 54.45 a 73.10 en el tradicional. Sin embargo, a pesar de la mejora, el puntaje sigue siendo bajo. Tras analizar los resultados de la primera iteración, en la segunda se enfatizaron los apartados de la presentación visual ("Diagramación", "Layouts" y "Tipografías"), lo cual reportó un entendimiento completo y eficiente por la mayoría de los estudiantes. Es claro que especificar los requerimientos del book, así como exigir la implementación de *layouts* y diagramación en el diseño de las etiquetas rindió frutos en las propuestas de diseño de ambos grupos.

En cuanto a las calificaciones, el grupo de control de nuevo alcanzó un puntaje más alto que el grupo experimental. No obstante, a partir de la retroalimentación brindada por los estudiantes, se llegó a la conclusión de que un híbrido entre las dos dinámicas de aprendizaje puede ser más eficiente; que una vez explicado en clase, los participantes dispongan del contenido virtual para visitar los temas y resolver dudas. Todo método presenta beneficios y limitaciones, por lo que un análisis de cómo implementar ambas dinámicas simultáneamente y en complementación una de otra es necesario para el desarrollo de la propuesta final.

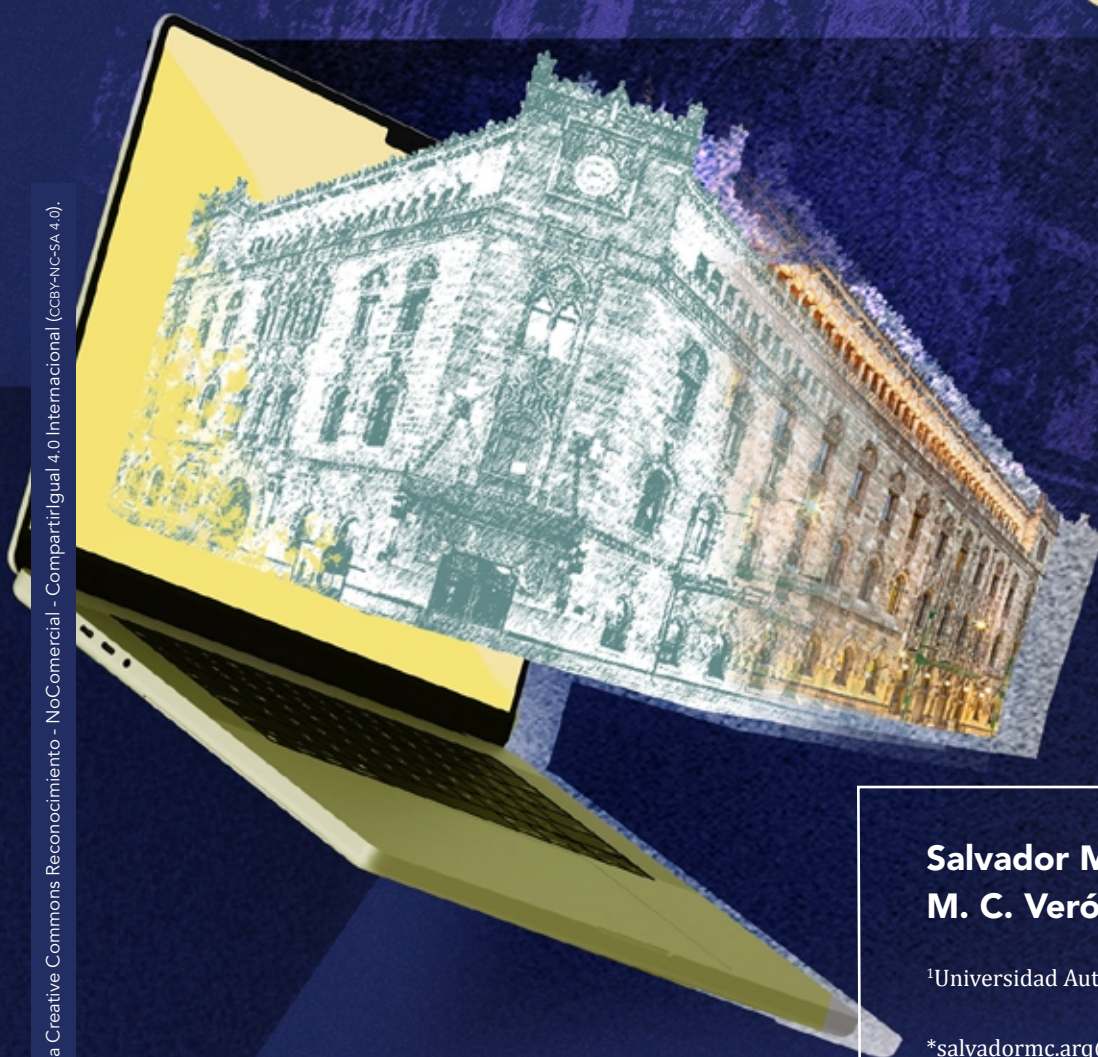
Bibliografía

- Akmanova, S., Anisimov, A., Bondarenko, T., Kameneva, G., Kopylova, N. y Chernykh, O. (2019). Un concepto educativo para los medios del desarrollo continuo de la preparación individual de autoaprendizaje de por vida. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, edición especial. <https://dilemascontemporaneoseducacionpoliticaayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/1362>
- Baño Hernández, M. (2010). *El diseño industrial: nuevos aspectos funcionales, estéticos y simbólicos de los productos de consumo*. Madrid. CEU Ediciones.
- Cataldi, Z. y Dominighini, C. (2015). La generación millennial y la educación superior. Los retos de un nuevo paradigma. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 12(19), 14-21.
- Ebojoh, O. y Xu, H. (2007). Effectiveness of online learning program: A case study of a higher education institution. [Archivo PDF], 8(1), 160-166. http://doi.org/10.48009/1_iis_2007_160_166

- Elisondo, R. (2018). Creatividad y educación: llegar con una buena idea. *Creatividad y Sociedad* (27), 145-166. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/98611>
- Fisk, P. (2017). *Education 4.0. The future of learning will be dramatically different, in school and throughout life*. <https://www.peterfisk.com/2017/01/future-education-young-everyone-taught-together/>
- Flores, A., Rodríguez, J. y Chávez, G. (2019). La transformación de la educación básica en México desde la perspectiva de la Educación 4.0. En Pérez-Aldeguer, S. y Akombo, D. *Research, technology and best practices in education* (pp. 103-11), Países Bajos: Adaya Press.
- Hussin, A. (2018). Education 4.0 made simple: Ideas for teaching. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 6(3), 92-98. <http://dx.doi.org/10.7575/aiac.ijels.v.6n.3p.92>
- Kozinsky, S. (2017). *How generation Z is shaping the change in education*. <https://www.forbes.com/sites/sievakozinsky/2017/07/24/how-generation-z-is-shaping-the-change-in-education/#304059746520>
- Larbi-Siaw, O. y Owusu-Agyeman, Y. (2017). Miscellany of Students' Satisfaction in an Asynchronous Learning Environment. *Journal of Educational Technology Systems*, 45(4), 456-475. <https://doi.org/10.1177/0047239516667499>
- Morse, K. (2003). Does one size fit all? Exploring asynchronous learning in a multicultural environment. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 7(1), 37-55.
- Rojas, D. y Camejo, M. (2010). Niveles de asimilación y niveles de desempeño cognitivo: reflexionemos. *Mendive*, 8(1), 65-71.
- Universidad Autónoma de Querétaro (2015). Proyecto de Reestructuración de la Licenciatura en Diseño Industrial 2015. México, Querétaro.
- Universidad Autónoma de Querétaro (2017). Modelo Educativo Universitario. <https://planeacion.uaq.mx/index.php/modelo-educativo-universitario>
- World Economic Forum (2020). Schools of the Future Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution. [Archivo PDF]. http://www3.weforum.org/docs/wef_Schools_of_the_Future_Report_2019.pdf

PRESERVACIÓN DE EDIFICIOS HISTÓRICOS A TRAVÉS DE LA ARQUITECTURA VIRTUAL

PRESERVATION OF HISTORIC BUILDINGS
THROUGH VIRTUAL ARCHITECTURE



Salvador Martínez Chavero^{1*}
M. C. Verónica Leyva Picazo¹

¹Universidad Autónoma de Querétaro

*salvadormc.arq@gmail.com

Abstract

The preservation of historical buildings is a topic that has been explored and developed for many years with the aim of leaving a legacy for future generations. However, due to climate change, the risk of natural disasters that can result in the loss of homes, territory, and historical heritage has increased exponentially. Therefore, traditional prevention and mitigation actions are insufficient to ensure the protection of these assets. In response to this issue, in recent years, initiatives employing technological advances, such as the virtualization of historical buildings, have been developed. Since this technique is a relatively new methodology, its scope is not widely known yet. This work aims to raise awareness and emphasize the importance of these techniques through the analysis of various cases of its application.

Keywords: historic buildings, preservation, technology, virtual.

Resumen

La preservación de edificios históricos es un tema de interés que se ha explorado y desarrollado desde hace muchos años con el objetivo de dejar un legado a las generaciones futuras, sin embargo, debido al cambio climático, el riesgo de que ocurran desastres naturales que pueden resultar en la pérdida de viviendas, territorio y patrimonio histórico ha aumentado exponencialmente. Por lo tanto, las acciones de prevención y mitigación tradicionales son insuficientes para garantizar la protección de estos bienes. En respuesta a tal problemática, en los últimos años han surgido iniciativas que emplean avances tecnológicos, como la virtualización de los edificios históricos. Ya que dicha técnica es una metodología relativamente nueva, sus alcances aún no son ampliamente conocidos. Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo dar a conocer y resaltar la importancia de esta técnica a través del análisis de varios casos de su aplicación.

Palabras clave: edificios históricos, preservación, tecnología, virtual.



Introducción

“El patrimonio cultural no permanece impasible ante el paso de los años. Factores como el desarrollo urbano, los desastres naturales o el turismo masivo están ocasionando un deterioro progresivo” (Imagine Virtual Heritage, 2021).

La preservación de edificios históricos involucra más que simplemente recrear su estado original, mantenerlos en su estado actual o asegurar su durabilidad. También implica dejar un legado valioso a las generaciones futuras para que puedan comprender cómo se vivía en ellos, los procesos de construcción, los materiales utilizados y el contexto histórico en el que se enmarcan.

Los arquitectos diseñan edificios y otras estructuras para operar dentro de los parámetros del clima local. Se ciñen a estándares de diseño pensados para soportar rangos específicos de temperaturas, lluvia, nieve y viento, además de problemas geológicos como terremotos, hundimientos, y subidas de los niveles de agua subterránea. Cuando se excede cualquiera de esos parámetros, es probable que algún aspecto de la construcción falle (Boydell, 2019).

Las condiciones actuales de cambio climático causan que estos límites se excedan con cada vez más frecuencia y en un grado mucho mayor; de hecho, algunos impactos, como el alza en la temperatura y la humedad promedio del aire se volverán permanentes. Además, si bien son identificables los riesgos y es posible proponer medidas preventivas o mitigadoras, fenómenos como las inundaciones empeorarán en número y gravedad hasta que obligarán a muchas familias a abandonar sus asentamientos; un éxodo de esa magnitud resultaría en la pérdida de viviendas y el patrimonio histórico de las ciudades (Boydell, 2019).

Ante este panorama, la arquitectura virtual ha emergido en los últimos años como un medio innovador y prometedor para la preservación de los tesoros arquitectónicos: mediante el uso de tecnologías avanzadas, permite la recreación digital precisa de edificios histórico y ofrece una oportunidad única para su conservación, estudio y difusión. Gracias a las posibilidades de evolución y desarrollo que presenta dicha propuesta, el arquitecto podría asegurar la perpetuidad de sus obras en un medio no palpable, pero sí dialogante con el usuario: una simulación digital de elementos objetivamente

inmortales que se funden en un escenario eterno expectante de interactuar con su próximo visitante (Ortín Molina, 2017).

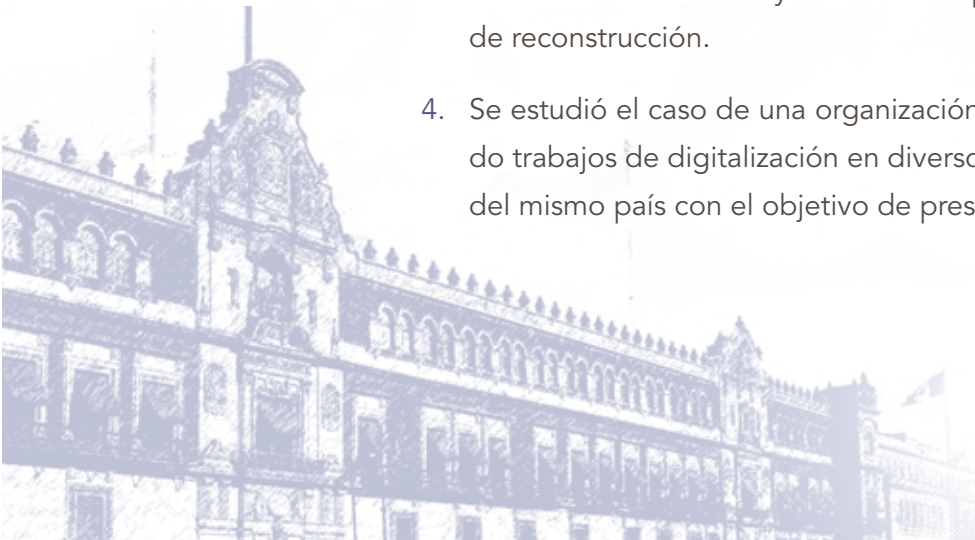
Tal es el caso del historiador de arte Andrew Tallon, quien, con la ayuda de un escáner laser, recopiló la información tridimensional de distintos lugares importantes de París, entre los que se encuentra la catedral de Notre Dame. Su trabajo resultó en un mapa de más de un millón de puntos que fueron registrados con una precisión milimétrica (Lou & Griggs, 2019).

Este escrito tiene el objetivo principal de dar a conocer la importancia de la arquitectura virtual como una herramienta eficaz en la preservación de edificios históricos. Se busca resaltar cómo esta tecnología puede ayudar a documentar, recrear y difundir de manera certera y accesible el patrimonio arquitectónico, para brindar a un público amplio la valiosa oportunidad de estudiarlo y apreciarlo.

Metodología

Este trabajo se basa en la investigación bibliográfica y hemerográfica, y se desarrolló en cuatro etapas para abarcar las diferentes variables relacionadas con la arquitectura virtual:

1. Se analizó el efecto del cambio climático en los edificios históricos y su preservación.
2. Se llevó a cabo una investigación sobre la arquitectura virtual, se abordó qué es, en qué consiste, por qué es una herramienta útil para la preservación de los edificios históricos y qué aplicaciones complementan dicha tarea.
3. Se examinó el caso de la catedral de Notre Dame, que sufrió un incendio en el año 2019 y enfrentó complicaciones en su proceso de reconstrucción.
4. Se estudió el caso de una organización española que ha realizado trabajos de digitalización en diversos monumentos históricos del mismo país con el objetivo de preservarlos.



Marco teórico

Etapa I. Efecto del cambio climático en edificios históricos

La Organización de la ONU para la Educación, la Ciencia y la Cultura destaca que fenómenos como el aumento de las temperaturas, el derretimiento de los glaciares, la subida del nivel del mar, fenómenos climáticos extremos o el mayor riesgo de sequías e incendios, afectan al Patrimonio de la Humanidad en todo el planeta (RTVE.es, 2016).

Bienes tan emblemáticos como Venecia, en Italia; el monumento megalítico de Stonehenge, en el Reino Unido; las Islas Galápagos, en Ecuador; la Región floral del Cabo, en Sudáfrica; la ciudad portuaria de Cartagena de Indias, en Colombia; o el Parque Nacional de Shiretoko, en Japón (RTVE.es, 2016).

Algunos de los impactos son obvios. Las casas más propensas a sobrecalentarse ponen en riesgo la vida de los residentes, que es lo que sucedió durante la reciente “ola de calor” en América del Norte. Los materiales, especialmente los metales, se expanden a medida que se calientan y terminan por doblarse una vez que se excede su tolerancia. “Las temperaturas extremas pueden incluso hacer que los materiales se derritan, que las carreteras ‘sangren’, acarreando un riesgo al reducirse la rugosidad superficial necesaria para el tránsito seguro” (Boydell, 2019).

Los cimientos de los monumentos pueden desestabilizarse por cambios en el ciclo de congelación-fusión, las variaciones de humedad del suelo o, dentro del círculo ártico, por el deshielo del *permafrost*, la capa del suelo permanentemente congelada (RTVE.es, 2016).

Etapa II. Arquitectura virtual.

“La arquitectura virtual se define como el universo de objetos construidos, visualizados, accedidos, manipulados y utilizados tridimensionalmente con propósito arquitectónico en un ámbito digital informático que les confiere la condición de virtualidad” (Chavez Bosaday, 2010). Sirve para generar espacios solo accesibles digitalmente, por lo regular a través de Internet. “Como tal, permite no sólo mirar al futuro mediante la creación de nuevas modalidades de objetos arquitectónicos, sino también recrear el pasado,



recuperando aquellos monumentos desaparecidos en el tiempo por erosión o destrucción intencional” (Chavez Bosaday, 2010).

Además de preservar, la virtualidad permite visitar lugares distantes. En importantes casas de estudio como la Universidad Autónoma de México, Harvard, Stanford o el MIT, ha posibilitado que los alumnos visiten museos, monumentos, edificios emblemáticos o cualquier otra construcción hecha por el hombre (Martínez, 2023).

Algunos de los softwares más interesantes en esta materia son el visor de maquetas en 3D Visualtech Arki y Fuzor. El primero permite visualizar los modelos y además desplegar el catálogo de los distintos materiales utilizados; la segunda es una aplicación precisa que usa la información BIM y permite desplazarse por ella para analizar los colores, iluminación, acabados, el diseño de interiores, etcétera (Martínez, 2023).

Etapas III. Catedral de Notre Dame

Durante el incendio de Notre Dame, el 15 de abril de 2019, el fuego devoró varios de los elementos de la catedral, entre ellos la aguja de la iglesia y dos tercios de las bóvedas y tejados. Su arquitectura ha sufrido cuantiosas modificaciones a lo largo de toda su historia, por lo que recrearla con base en los planos e información acumulada suponía un desafío terrible (Dege, 2022).

J. M. Sánchez (2019) menciona que, algunos años atrás, la desarrolladora de videojuegos Ubisoft realizó, con el asesoramiento del historiador de arte Andrew Tallon, un registro fotográfico y escaneos a detalle de varios sitios importantes de París para el desarrollo de una de sus entregas: *Assassin's Creed: Unity*. Entre los lugares escaneados se encuentra la catedral, y aunque los escaneos no eran exactamente iguales, puesto que se incorporaron cambios enfocados a la practicidad del juego, la representación digital guardaba una gran fidelidad a la obra original (Dege, 2022). Continuando con el trabajo de Tallon, una nota en la CNN de Michelle Lou y Brandon Griggs (2019) señala que instaló un trípode con un sensor láser en más de cincuenta lugares alrededor de la catedral; su objetivo era reunir puntos de datos y obtener una comprensión espacial de la estructura. Su enfoque adopta la misma tecnología que implementan los coches autónomos para identificar los objetos que los rodean. En conclusión, si bien ambos casos tienen orientaciones muy distintas —un trabajo de investigación previo al desarrollo de un videojuego y un estudio de distintas catedrales—,

indudablemente constituyen un perfecto ejemplo de la correcta aplicación de la arquitectura virtual para preservar los edificios a través del tiempo.

Etapas IV. Imagine Virtual Heritage

Imagine Virtual Heritage se destaca por su enfoque en la digitalización y recreación de edificios históricos a través de la técnica del escaneo 3D. Mediante tecnologías vanguardistas de captura de datos pueden crear modelos digitales extremadamente precisos que capturan cada detalle y peculiaridad arquitectónica de las estructuras históricas. El meticuloso proceso permite preservar de forma virtual edificios en riesgo de deterioro o destrucción, garantiza su perpetuidad y permite su estudio y apreciación por parte de las generaciones futuras.



Imagine Virtual Heritage destaca en digitalizar edificios históricos con escaneo 3D, además, colabora con expertos y busca financiamientos para preservar y enriquecer el patrimonio cultural.

Otro pilar en la labor de Imagine Virtual Heritage es la colaboración. La organización reconoce la multidisciplinariedad inherente a la preservación del patrimonio y se asocia con expertos historiadores, arquitectos, arqueólogos y conservadores para garantizar la autenticidad y calidad de los proyectos. La sinergia de conocimientos y experiencia genera una representación precisa y detallada de los edificios históricos, enriqueciendo la experiencia de los usuarios y promoviendo la investigación y estudio más profundos.

Como en todo proyecto a gran escala, hay aspectos vitales para asegurar el éxito de los proyectos de Imagine Virtual Heritage. La organización trabaja estrechamente con donantes individuales y empresas privadas que comparten su visión y reconocen el valor intrínseco del patrimonio histórico. Estas colaboraciones permiten llevar a cabo los costosos procesos de digitalización y preservación, así como la refinación continua de las tecnologías utilizadas. La sostenibilidad económica y el respaldo de los socios son cruciales para garantizar la continuidad y el crecimiento de las iniciativas de Imagine Virtual Heritage.

En su página en línea se pueden encontrar algunos ejemplos de los lugares que han escaneado y con los cuales se puede interactuar en distintas formas: se puede ver la planta del edificio, explorar la zona 3D e incluso realizar mediciones exactas de los lugares. Si bien los trabajos de escaneo

son limitados, es sin duda alguna un avance importante para la preservación del patrimonio cultural de cada país.

Resultados

Tras realizar una investigación exhaustiva y analizar la información recopilada, se encontraron los siguientes puntos:

El cambio climático es la principal causa de la pérdida de edificios históricos. El aumento de los parámetros climáticos a los que están expuestos provoca un deterioro mayor del esperado, lo que requiere una inversión considerable para su preservación. Desafortunadamente, las ciudades pequeñas carecen de los recursos económicos necesarios para llevar a cabo estas tareas.

Aunque la cantidad de trabajos de digitalización para preservar el patrimonio histórico excede lo esperado, es insuficiente en comparación con los alrededor de 1400 monumentos considerados patrimonio cultural por la UNESCO. Además, existen cuantiosas obras de menor escala que no están incluidas en esa lista.

La arquitectura virtual se ha revelado como una herramienta invaluable en la preservación de edificios históricos. Un ejemplo destacado son los trabajos de la empresa Ubisoft, en colaboración con la asesoría de Andrew Tallon para el desarrollo de *Assassin's Creed: Unity*; sus representaciones digitales permitieron conocer detalles importantes de la catedral que han agilizado las labores de reconstrucción, como en el caso de las columnas, donde los detallados escaneos 3D revelaron que eran asimétricas.

Aunque no es la única, Imagine es una empresa prominente en el ámbito de la preservación de edificios históricos gracias a la cantidad y calidad de sus trabajos. Su metodología operativa se sustenta en donaciones de individuos y empresas privadas, similar al modelo de Patreon. Junto con el apoyo de otras empresas especializadas en diferentes campos ha demostrado ser una base sólida para iniciar proyectos de digitalización de bienes muebles e inmuebles de valor histórico (Imagine Virtual Heritage, 2021).

Los escaneos 3D ofrecen una amplia gama de funciones, entre ellas se encuentran la preservación del patrimonio cultural, el estudio futuro y la posibilidad de realizar paseos virtuales. Estas opciones, si bien no sustituyen la

experiencia de una visita física, permiten a las personas recorrer y conocer lugares desde la comodidad de sus hogares, incluso a miles de kilómetros de distancia (Imagine Virtual Heritage, 2021).

Discusión

Después de analizar los dos casos elegidos podemos darnos cuenta de las ventajas que ofrece la preservación digital de edificios históricos. La principal es el establecimiento de un respaldo digital que funja como herramienta de emergencia en caso de ser necesaria alguna obra de reconstrucción o restauración; además, un recurso así brinda a las personas la oportunidad de ver, visitar e incluso estudiar los aspectos arquitectónicos de otros países sin la necesidad de realizar viajes costosos. Otra ventaja es la intemporalidad de lo virtual, es decir, las representaciones se mantendrán intactas sin importar cuanto tiempo transcurra. Este punto es fundamental, puesto que tras realizar una investigación se encontró que, tan solo en México, muchos edificios, como iglesias menores y conventos, fueron destruidos. En algunas instancias fue por la urbanización de las ciudades, como ocurrió con el Convento de Santa Brígida, el cual fue demolido para ampliar varias de las avenidas en Ciudad de México (De Mauleón & Pérez, 2016).

Conclusión

La arquitectura virtual se ha constituido como una herramienta clave desde hace ya varios años en el planteamiento de nuevos proyectos arquitectónicos; sin embargo, es un tema relativamente reciente cuando se trata de la preservación del patrimonio histórico y por ende la cantidad de información y pruebas disponibles es limitada. En su mayoría, apenas se cuenta con especulaciones sobre cómo la arquitectura virtual podría ser de utilidad en esta labor.

Además, destaca que la tecnología de preservación de edificios históricos se ha convertido en un desafío cada vez más complejo debido al cambio climático y el subsecuente aumento del riesgo por desastres naturales. Dado que las acciones de prevención y mitigación tradicionales resultan insuficientes para garantizar la protección de estos tesoros arquitectóni-

cos, la arquitectura virtual ha surgido como un recurso innovador y promisorio para la preservación de edificios históricos.

La recreación digital precisa de edificios históricos mediante la implementación de tecnologías avanzadas no solo ayuda a documentar y preservar el patrimonio arquitectónico, sino que también facilita su estudio, difusión y acceso a un amplio público. Además, ofrece la posibilidad de visitar lugares históricos a grandes distancias y explorar monumentos que han sucumbido al paso del tiempo.

Se han analizado varios casos de aplicación de la arquitectura virtual, como el escaneo tridimensional de la catedral de Notre Dame después del incendio de 2019. Estas instancias demuestran cómo la arquitectura virtual es capaz de capturar minuciosamente cada detalle de los edificios históricos y contribuir a su preservación a la postre.

Referencias

Boydell, R. (29 de julio de 2019).

Esto es lo que le sucederá a los edificios a medida que acelere el calentamiento global. ONU Habitat. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/esto-es-lo-que-le-suceder-a-los-edificios-a-medida-que-se-acelere-el-calentamiento-global#:~:text=El%20aumento%20del%20nivel%20del,m%C3%A1s%20con%20vientos%20m%C3%A1s%20fuertes>.

Chavez Bosaday, J. J. (23 de febrero de 2010). *Arquitectura virtual, la revolución del diseño arquitectónico.*

Buscador de Arquitectura: <https://noticias.arq.com.mx/Detalles/10613.html>

Casado, A. (2022). *Intervención en edificios históricos. La reconstrucción de Notre Dame.* [Proyecto de Fin de Carrera, Universidad Politécnica de Madrid].

Dege, S. (5 de abril de 2022). *La restauración de Notre Dame sigue siendo un reto.* DW.

<https://www.dw.com/es/la-restauración-de-notre-dame-sigue-siendo-un-reto/a-61359295#:~:text=A%20casi%20tres%20años%20de,la%20arquitecta%20Bárbara%20Schock-Werner>.

Global, R. A. (15 de noviembre de 2016). *¿Arquitectura virtual?* Arcus Global. <https://www.arcus-global.com/wp/arquitectura-virtual/>

Imagine Virtual Heritage. (1 de febrero 2021). *La importancia de preservar nuestro patrimonio histórico-cultural*. Imagine Virtual Heritage. <https://tourimage.com>

Lou, M. y Griggs, B. (2019, abril 17). *Hace cuatro años, un historiador usó láser para hacer mapas digitales de Notre Dame; su trabajo podría ayudar a salvar la catedral*. CNN Español. <https://cnnespanol.cnn.com/2019/04/17/hace-cuatro-anos-un-historiador-uso-laser-para-hacer-mapas-digitales-de-notre-dame/#:~:text=Andrew%20Tallon%2C%20profesor%20de%20Arte,incendio%20del%2015%20de%20abril>

Martínez, M. (27 de enero de 2023). *Realidad Virtual y arquitectura: ¿cómo se puede aplicar?* Nic México: <https://blog.nicmexico.nic.mx/2023/01/27/realidad-virtual-y-arquitectura-como-se-puede-aplicar/>

Mauleón, H. y Pérez, R. (2016). En los muros de la ciudad. *Nexos: Sociedad, Ciencia, Literatura*, vol. 38, no. 465, 56-70.

Ordaz Tamayo, M. y Vázquez García, J. A. (2014). La musealización, una vía para la preservación de los sitios arqueológicos en Campeche, México. *Revista Jangwa Pana*, 35-39.

Ortín Molina, S. (2017). *Arquitectura Virtual, ¿Una utopía real?* [Proyecto de Fin de Grado, Universidad Politécnica de Valencia].

RTVE.es. (26 de mayo de 2016). *El cambio climático es "uno de los riesgos más significativos para el Patrimonio Mundial", según la Unesco*. RTVE.es. <https://www.rtve.es/noticias/20160526/cambio-climatico-uno-riesgos-mas-significativos-para-patrimonio-mundial-segun-unesco/1352697.shtml>

Sánchez, D. (2019). *Modelos BIM para la conservación y difusión de edificios históricos. Estudio de caso: Real Fábrica de Paños de Brihuega (Guadalajara) Universidad*. [Proyecto de Fin de Carrera, Universidad Politécnica de Madrid].

LAS DISTINTAS CERTIFICACIONES SUSTENTABLES EXISTENTES PARA EDIFICIOS EN MÉXICO

SUSTAINABLE CERTIFICATIONS
FOR BUILDINGS IN MEXICO

Licencia Creative Commons Reconocimiento - NoComercial - CompartirIgual 4.0 Internacional (CCBY-NC-SA 4.0).



Adriana Guadalupe Tavares Aguilar^{1*}
M. C. Verónica Leyva Picazo¹

¹Universidad Autónoma de Querétaro

*adriana_tavs190@hotmail.com

Abstract

In Mexico, one of the strategies to mitigate the alarming impacts caused by construction on the environment is the certification of sustainable edifications. Various obstacles hinder their implementation, leading to a ralentization in sustainable development, such as misinformation. This work aims to describe the different sustainable certifications available for buildings in Mexico, with the goal of disseminating information among the population through an analysis of these certifications to create a list and a database. It is concluded that in Mexico, there is significant misinformation and a lack of updates regarding national regulations on the subject.

Keywords: sustainable certification, building, Mexico, regulations, sustainability.

Resumen

En México, una de las estrategias para frenar el impacto ambiental producido por la construcción son las certificaciones para edificaciones sustentables. Existen diferentes obstáculos que evitan su aplicación y con ellos un rezago en el desarrollo sustentable, principalmente la desinformación. Este trabajo busca explicar las distintas certificaciones sustentables existentes para edificios en México con el objetivo de difundir la información entre la población a través de un análisis de dichas certificaciones y la creación de un listado y una base de datos de las mismas. Se concluye que en México prevalece una seria desinformación y desactualización de las normativas nacionales referentes al tema.

Palabras clave: certificación sustentable, edificio, México, normativas, sustentabilidad.



Introducción

Desde hace mucho tiempo el hombre ha tenido la necesidad de ubicarse de modo permanente en un lugar geográfico buscando siempre establecerse en comunidad. También le resulta imprescindible modificar el espacio según sus necesidades y designar roles dentro de la sociedad.

Dada la explosión demográfica de los últimos años y el subsecuente crecimiento de las actividades de urbanización de los espacios, ha surgido una crisis energética y ambiental para la humanidad (Ding, Feng, Li y Zhou, 2019). González (2018) concuerda en que esta situación ha desarrollado una sobredemanda de recursos naturales y energía que conlleva un agotamiento de materia prima y variaciones en las condiciones medioambientales naturales, entre ellas el cambio climático. Según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC) dicho fenómeno se define como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana; la perturbación altera la composición de la atmósfera mundial y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables. Uno de estos cambios indeseados es el calentamiento global, producto de emisiones gaseosas en la atmósfera llamados Gases Efecto Invernadero (GEI); tanto naturales como antropogénicos, los GEI absorben y reemiten radiación infrarroja, lo que provoca un alza en la temperatura mundial.

Peterssen (2020) afirma que los procesos de construcción están entre los principales consumidores energéticos y de recursos; pero aunque generan desechos y contaminación, proveen riqueza constructiva de larga vida y espectro. En consecuencia, urgen acciones contundentes por su gran peso en la economía y desarrollo de cualquier país.

Raouf y Al-Ghamdi (2019; citados por Guerrero y Olaya, 2020) cuantificaron los impactos que el desarrollo de edificaciones ha causado a nivel mundial. Concluyeron que este tipo de infraestructuras es responsable de más de un tercio del consumo mundial de energía para calefacción y refrigeración, asimismo, contribuye de modo importante a las emisiones mundiales de dióxido de carbono (CO_2).

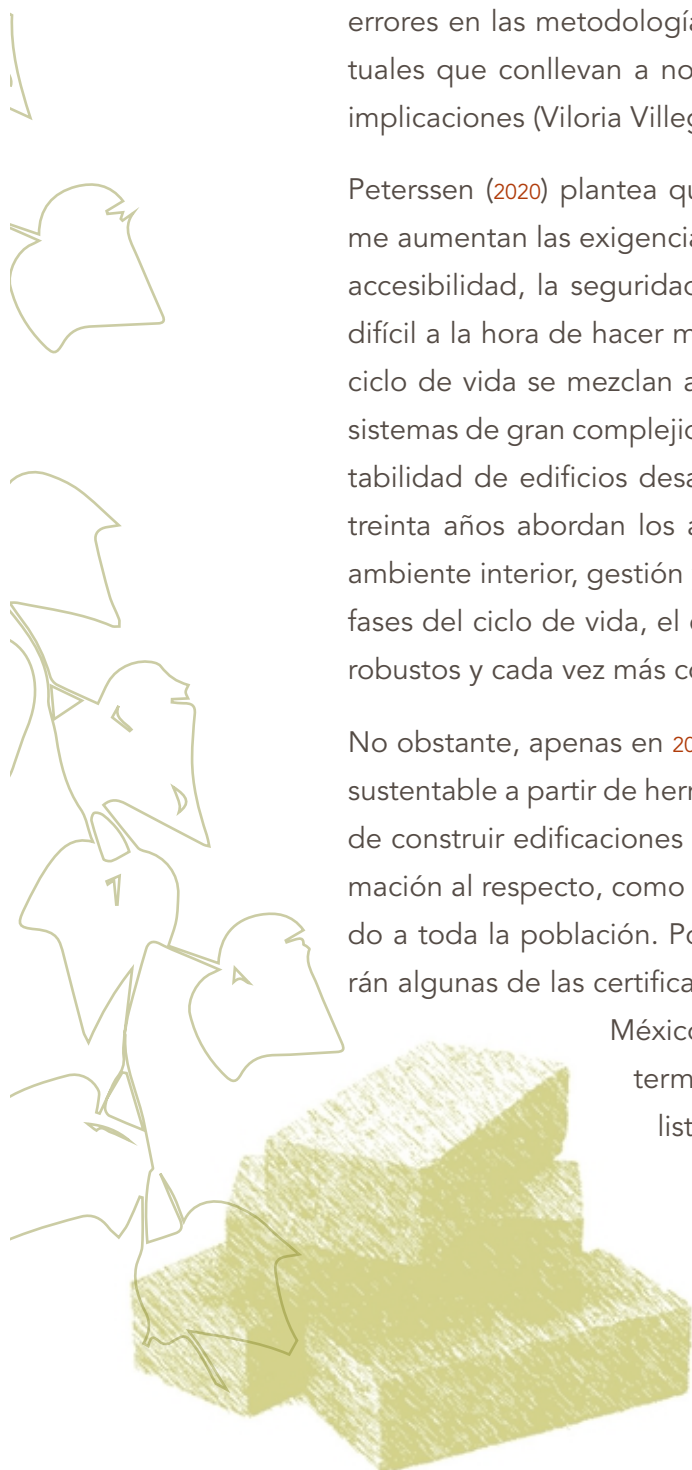
En búsqueda del confort térmico de los espacios, hasta ahora los combustibles fósiles proporcionan la principal solución; sin embargo, su implementación resulta muy costosa porque se requiere una gran cantidad

de energía. Guerrero y Olaya (2020) concluyeron que en Latinoamérica la situación se torna aún más preocupante al analizar las medidas que se han planteado a esta problemática; puesto que las políticas y reglamentaciones ambientales en la construcción de edificaciones son, hasta el momento, un tema en pleno surgimiento, los países latinoamericanos presentan rezagos en este ámbito.

Además, algunos autores afirman que la problemática general radica en las falencias en cuanto al análisis de los impactos ambientales implícitos en la realización de todo proyecto de infraestructura. Se presentan graves fallos en cuanto al desarrollo de estudios ambientales apropiados, así como errores en las metodologías de estudio e incluso inconsistencias conceptuales que conllevan a no tener una concepción real del proyecto y sus implicaciones (Viloria Villegas, Cadavid, & Awad, 2018).

Peterssen (2020) plantea que los edificios resultan más complejos conforme aumentan las exigencias respecto a la calidad del ambiente interior, la accesibilidad, la seguridad y la conectividad. Se conforma un panorama difícil a la hora de hacer mediciones debido a que en diferentes fases del ciclo de vida se mezclan aspectos cualitativos y cuantitativos que exigen sistemas de gran complejidad. Las herramientas de certificación de sustentabilidad de edificios desarrolladas y perfeccionadas durante los últimos treinta años abordan los aspectos esenciales: energía, agua, materiales, ambiente interior, gestión y contaminación. Subdivididos por programas y fases del ciclo de vida, el conjunto de estos rubros ha generado sistemas robustos y cada vez más confiables.

No obstante, apenas en 2011 México enfatizó la difusión sobre una cultura sustentable a partir de herramientas y estrategias gubernamentales en pos de construir edificaciones sustentables. Por desgracia, hoy en día la información al respecto, como son las certificaciones ambientales, no ha llegado a toda la población. Por esta razón, en el presente trabajo se detallarán algunas de las certificaciones sustentables existentes para edificios en México. Así mismo, se pretende analizar, resumir y determinar los principios de dichas certificaciones para listarlas y construir una base de datos.



Metodología

El diseño de la investigación es documental, es decir que se basa en la recopilación de investigaciones relacionadas al tema. Primero se planteó un problema relativo a la difusión de información sobre las certificaciones sustentables para edificios en México. Se identificaron más de quince estudios provenientes de bases de datos (como Redalyc, Dialnet, Scielo, Latindex y Google Académico) y se seleccionaron, en su mayoría, estudios de no más de cinco años de vigencia que abordan el tema desde distintas perspectivas. Además, se revisaron algunas normas internacionales y nacionales; todas escritas desde un enfoque en el tema de sustentabilidad en la construcción.

Para el desarrollo del presente trabajo, se llevaron a cabo tres etapas:

1. **Recopilación y búsqueda de información general:** durante esta etapa se recurrió a la investigación del concepto “certificaciones sustentables”; se abordó el origen y antecedentes a partir de una revisión de los artículos académicos y páginas especializadas. Se recurrió a fuentes como Google Académico, LatIndex, Scielo, Dialnet, Redalyc. Se determinaron las fuentes que aportaban de manera significativa al tema y que fueran publicaciones recientes, no más de cinco años de vigencia.
2. **Recopilación y búsqueda de información sobre las certificaciones sustentables:** esta etapa consistió en la investigación de certificaciones de sustentabilidad en el mundo. Se identificaron aquellas presentes en América y en México, señalando su importancia y aplicación. Aquí, se indagó sobre los aspectos siguientes: origen, antecedentes, características y clasificaciones de la certificación, categorías de evaluación o de créditos, obtención de puntos y niveles, proceso de certificación y costos que implica la certificación. De este modo fue posible entender las metodologías y componentes del proceso de certificación para posteriormente analizar y resumir los aspectos esenciales.

3. **Dar a conocer los aspectos más importantes de las certificaciones y normativas mediante la publicación de un artículo en una revista académica:** Esta etapa consistió en la organización de la información y resultados obtenidos para lograr su difusión mediante la publicación del presente artículo.

Resultados

A partir de la aplicación de los procedimientos explicados, se escogieron varias certificaciones y normas aplicadas en México. A continuación, se muestran los análisis individuales de cada una.

Certificación Building Research Establishment Environmental, Assessment Methodology (BREEAM®ES)

FIGURA 1.
BREEAM®ES |
Econfort y Salud.



Desarrollada en el Reino Unido en 1988 por la BRE (Building Research Establishment), contó con su primera versión en 1990. Favorece construcciones sostenibles que benefician a aquellos que las edifican, operan y mantienen. También garantiza una sensación de confort a quien habita, trabaja o realiza cualquier actividad en el edificio, y ayuda a mitigar el impacto en el medio ambiente.

Implementar esta herramienta en la proyección supone una inversión recuperable rápidamente gracias al ahorro de energía y agua. Su sistema de puntuación es sencillo y flexible, con un apoyo científico y comprobable disponible para desarrolladores, diseñadores y administradores de edificios. La certificación consiste en otorgar una puntuación final después de aplicar un factor de ponderación ambiental que toma en cuenta un conjunto de requisitos y créditos en 10 parámetros de evaluación:

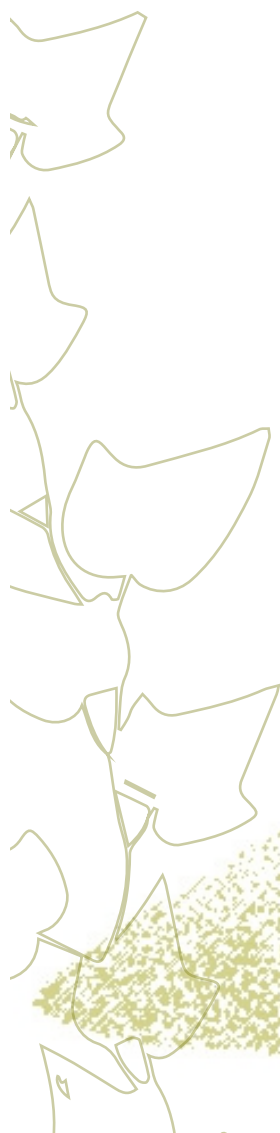
- **Gestión y planeamiento de la construcción:** Política de administración y manejo del sitio.
- **Salud y Confort:** Temas internos y externos como son ruido, luz y calidad del aire.

- **Energía:** Energía operacional y producción de CO_2 .
- **Transporte:** Emisiones de gases de efecto invernadero debidas al transporte y factores relacionados con la localización.
- **Consumo de agua:** Consumo y eficiencia interna y externa.
- **Materiales:** Impactos generados por los materiales de construcción y sus ciclos de vida.
- **Residuos:** Eficiencia en los recursos de construcción, gestión y minimización de los residuos operacionales.
- **Usos del suelo y ecología:** Tipos de sitios y huella producida por la edificación. Valores ecológicos, conservación y mejoramiento del sitio.
- **Contaminación:** Externa del aire y del agua.
- **Innovación:** Aplicación de dispositivos o tecnologías innovadoras.

Las certificaciones se otorgan de acuerdo con los siguientes niveles según evaluación:

- **Aprobado** (30 puntos o más)
- **Bueno** (45 puntos o más)
- **Muy bueno** (55 puntos o más)
- **Excelente** (70 puntos o más)
- **Sobresaliente** (85 puntos o más)

En cuanto al costo, se necesita invertir en una tarifa de certificación, los honorarios del asesor reconocido (técnico independiente en la relación con sus clientes y representa el único interlocutor válido para el organismo certificador **BREEAM**) y la implementación de medidas orientadas para obtener puntuación alta en la metodología.



Certificación Leadership in Energy & Environmental Design (U.S. Green Building Council)

Leadership in Energy & Environmental Design (**LEED**) es el sistema líder en certificación sostenible en el mundo. Además, la certificación es de índole voluntaria. Fue creado por el U.S. Green Building Council (**USGBC**) en la década de los noventa y actualmente es utilizado en más de **78 000** proyectos comerciales y cerca de **100 000** unidades residenciales en más de **160** países. De acuerdo al “Top **10** de países y regiones **LEED** en el mundo” del U.S. Green Building Council Releases Annual, **2018**, en México existen **305** proyectos certificados al día de hoy.

El sistema **LEED** se compone de varias herramientas que le permiten estar presente durante las etapas de diseño, uso y construcción de las edificaciones. Es capaz de certificar y evaluar edificaciones de diferentes propósitos y estructuras. Su metodología se basa en créditos, que se clasifican por categorías relacionadas a los impactos medioambientales generados durante cada etapa del proyecto.

Las certificaciones se otorgan de acuerdo con los puntajes mostrados en la Figura 2:

FIGURA 2.
Clasificaciones
LEED | usgbc.org



La evaluación se basa en las siguientes categorías de impacto ambiental:

- **Sitios sustentables:** La elección del sitio y la gestión del mismo durante la construcción son consideraciones importantes para la sustentabilidad de un proyecto. **LEED** desalienta el desarrollo en zonas que se encuentran en sus condiciones naturales; busca minimizar el impacto de edificios en los ecosistemas y cuencas;

promueve los proyectos de paisaje con especies nativas y adaptadas a la región; premia las opciones de transporte público, el control de escorrentía de aguas pluviales, así como los esfuerzos por reducir la erosión del suelo, la contaminación lumínica y el efecto isla de calor.

- **Eficiencia en el uso del agua:** Fomentar el uso racional del agua dentro y fuera del edificio. La reducción en su consumo se logra comúnmente mediante la instalación de muebles y grifos eficientes, sistemas de tratamiento y reutilización de aguas residuales, así como la designación de áreas verdes con bajas necesidades de riego y la captación de agua pluvial.
- **Energía y atmósfera:** Promueve estrategias energéticas que van desde la medición y verificación, hasta el monitoreo y control; así como elementos de diseño y construcción enfocados a la disminución del consumo energético. Uso de iluminación natural, fuentes de energía renovable y limpia. Además, reconoce el manejo apropiado de refrigerantes y otras sustancias con potencial de efecto invernadero o daño a la capa de ozono.
- **Materiales y recursos:** Esta categoría fomenta la selección de productos y materiales elaborados, cosechados, fabricados y transportados de forma sustentable. A su vez premia la reducción de residuos, así como la reutilización y reciclaje.
- **Calidad del aire en interiores:** LEED incentiva la mejora en la calidad del aire, así como el acceso a iluminación natural, vistas al exterior y mejoras en la acústica con el objetivo de crear espacios confortables y saludables que permitan ser más productivos a sus habitantes.
- **Ubicación y conexiones:** Promueven vecindarios peatonales con opciones de transporte eficientes y espacios abiertos.
- **Infraestructura verde y edificios:** Reducción de las consecuencias medioambientales de la construcción y operación de edificios e infraestructuras.
- **Patrón y diseño barrio:** Enfatizan barrios de uso mixto compactos, peatonales y vibrantes, con buenas conexiones con las comunidades cercanas.



También se pueden obtener puntos extra por innovación y diseño: otorga puntos a proyectos que demuestran el uso de estrategias y tecnologías innovadoras, que mejoran el desempeño del edificio más allá de lo requerido en alguno de los créditos establecidos o en temas no específicamente considerados por LEED.

El costo de la certificación dependerá de los siguientes puntos:

- Tipo y tamaño del proyecto.
- Tiempo de implementación de LEED como una meta o requerimiento.
- Nivel de certificación LEED deseada. La tarifa de registro para un proyecto es de 900 USD para los miembros USGBC, lo que actualmente es equivalente a \$16,738.11 MXN; y de 1,200 USD o \$22,317.48 MXN para los no miembros.
- Composición y estructura del diseño y construcción.
- Experiencia y conocimiento de diseñadores y constructores.
- Procesos utilizados para seleccionar los créditos LEED.
- Claridad en los documentos de implementación del proyecto.
- Suposiciones hechas al presupuestar los casos base.
- Costos sobre capital o sobre duración del proyecto.

Según información de la General Services Administration (GSA) de EE. UU., LEED es la más fidedigna de las certificaciones y su sistema de clasificación es óptimo porque se aplica en todos los tipos de edificios de la GSA; sigue los aspectos cuantificables del diseño sostenible y la eficiencia de los edificios; además, existen profesionales especializados que verifican LEED; y tiene un sistema bien definido para incorporar actualizaciones.



Certificaciones nacionales (Vallejo, 2014)

México se ciñe en general al esquema de certificación LEED desde la creación del Consejo Mundial de Edificación Verde (WGBC, en inglés) en 2011, al cual dicha nación pertenece. La adopción del sistema LEED se debe a su reconocimiento a nivel internacional, pero también a la notable ausencia de un sistema nacional de certificación en cuanto a edificios sustentables. No obstante, la desventaja de esta certificación yace en que se basa en parámetros norteamericanos no adaptados a la realidad mexicana; lo ideal es un sistema de certificación cuyos estándares sean acordes a las condiciones propias. En respuesta, en 2008 el Gobierno de la Ciudad de México estableció el Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables.

FIGURA 3.
Programa de
Certificación
de Edificaciones
Sustentables
de la CDMX |
Centro Urbano



Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables

El Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables de la Ciudad de México (PCES) es un instrumento de planeación de política ambiental dirigido a transformar y adaptar las edificaciones actuales y futuras bajo esquemas basados en criterios de sustentabilidad y

eficiencia ambiental; tiene como finalidad contribuir en la conservación y preservación de los recursos naturales para el beneficio social y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la ciudad. Su objetivo es promover y fomentar la reducción de emisiones contaminantes y el uso eficiente de los recursos naturales en el diseño y operación de edificaciones en la ciudad, con base en criterios de sustentabilidad y eficiencia ambiental; los medios para alcanzarlo son la implementación y certificación de un proceso de regulación voluntaria y el otorgamiento de incentivos económicos.

En caso de obtener un certificado de excelencia, el programa ofrece incentivos fiscales como beneficio: reducción en el pago del impuesto predial, financiamientos a tasas preferenciales, reducciones en primas de seguros, subsidios para programas de ahorro energético. También aumenta la plusvalía de la propiedad, la productividad personal y el reconocimiento a nivel nacional e internacional como miembro oficial del grupo de Edificaciones Sustentables.

La evaluación consta de ciertos criterios que puntúa con base ponderada sobre 100 puntos. Para tener acceso a dicho puntaje, primero se deberá cumplir con lo establecido por la legislación y normatividad ambiental aplicable y con otras obligaciones legales estipuladas. Los criterios son:

- **Energía:** Ahorro de energía eléctrica e instalación de calentadores solares. Se ofrecen puntos adicionales por la instalación voluntaria de sistemas fotovoltaicos.
- **Agua:** Se privilegia la captación y/o infiltración de aguas pluviales, el tratamiento y uso de aguas grises y el ahorro de agua potable.
- **Calidad de vida y responsabilidad social:** El puntaje total para este rubro es de 25, mismo que se otorga de acuerdo a cada tipo de edificación. Se obtiene puntaje extra por proveer áreas verdes que proporcionen confort y propicien la interacción social y por instalar bici estaciones con préstamo de bicicletas para inquilinos o empleados.
- **Impactos ambientales:** Incrementar el número de cajones de estacionamiento con uso de elevadores o sin sacrificio de área libre, reciclaje de predios, respeto de uso de suelo, utilización de materiales locales, distancia reducida de proveedores, uso de productos biodegradables, uso de materiales ambientalmente respetuosos para acabados, uso de materiales reciclados para la construcción, y reutilización de estructuras existentes. Se otorga puntaje extra a las edificaciones nuevas cuando respetan el arbolado existente.
- **Residuos sólidos:** Se otorgarán puntos por contar con infraestructura adecuada para el almacenamiento temporal, contar con señalamientos apropiados, mobiliario para el manejo interno, realizar separación de residuos valorizables y otros, y disposición final adecuada.



Los certificados de edificaciones sustentables serán expedidos de acuerdo con el grado de cumplimiento de los criterios de sustentabilidad mediante tres categorías o niveles de certificación:

- **Cumplimiento:** 21 a 50 puntos.
- **Eficiencia:** 51 a 80 puntos.
- **Excelencia:** 81 a 100 puntos.

Los costos de implementación y ejecución del plan de acción correrán por cuenta del responsable de la edificación.

Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas (Vallejo, 2014)

Acorde a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización en su Artículo 3º, Fracción XI. "La Norma Oficial Mexicana (NOM) es la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40 de la misma ley; establece las reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y todas las que se refieran a su cumplimiento o aplicación." Dentro de las NOM se han establecido las que promueven el uso eficiente de agua y energía, además de una norma referente a la envolvente de la edificación.

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y la Norma Mexicana (NMX) para regular productos, procesos, servicios y fomentar la eficiencia energética.

Mientras tanto, la Norma Mexicana (NMX) "elabora un organismo nacional de normalización, y la Secretaría de Economía prevé, para uso común y repetido, reglas, especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado" (Artículo 3º, Fracción X de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización). Estas normas nunca podrán contener especificaciones inferiores a las establecidas en las NOM.

La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Energía (SE), que promueve el uso eficiente de energía a través de asesoría técnica en

diferentes sectores de la economía. La SE, a través de la CONUEE, tiene la facultad de emitir NOM en materia de eficiencia energética (NOM-ENER). También existen NOM para elementos y componentes que regulan el consumo de agua dentro de las viviendas (NOM-CONAGUA). Estas normas son formuladas por el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos.

Finalmente, las NOM son aplicables a todos los productos e instalaciones en México. Son una serie de requisitos, especificaciones, procedimientos y metodologías que permiten establecer parámetros medibles en materia de seguridad, salud, eficiencia energética, agua y protección al ambiente.

Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Energía:

NOM-003-ENER-2000: Eficiencia térmica de calentadores de agua doméstica y comerciales.

NOM-011-ENER-2006: Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central.

NOM-017-ENER/SCFI-2008: Eficiencia energética de lámparas fluorescentes compactas.

NOM-028-ENER-2010: Eficiencia energética de lámparas uso general.

NOM-007-ENER-2004: Eficiencia energética de sistemas de alumbrado en edificación no residencial.

NOM-008-ENER-2001: Eficiencia energética de envolventes de edificios no residenciales.

NOM-009-ENER-1995: Eficiencia energética en aislamientos térmicos industriales.

NOM-013-ENER-2004: Eficiencia energética en alumbrado exterior y vialidades.

NOM-020-ENER-2011: Eficiencia energética de envolventes de edificios residenciales.



Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Manejo de Agua:

NOM-008-CNA-1998: Gastos mínimo y máximo en regaderas para aseo corporal.

NOM-002-ECOL-1996: Contaminante máximos en aguas descargadas a sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

NOM-003-ECOL-1997: Contaminantes máximos en aguas residuales tratadas que se reutilicen en servicio al público.

NOM-013-CNA-2000: Especificaciones de hermeticidad en redes de agua potable.

NOM-001-CNA-2011: Especificaciones de hermeticidad en sistemas de alcantarillado sanitario.

Norma envolvente de edificios para uso habitacional (NOM-020-ENER-2011)

Esta norma se enfoca a la eficiencia energética en función de la envolvente de edificios para uso habitacional. Está vigente desde diciembre de 2011 y su objetivo es mejorar el diseño térmico y lograr la comodidad de los ocupantes de un edificio con el mínimo consumo de energía. Establece métodos para calcular la ganancia de calor de la envolvente de una casa específica; entiéndase “envolvente” como los componentes que encierran un espacio como muros, techos, pisos, ventanas, marcos, y sus materiales.

La norma aplica tanto a los edificios de uso habitacional nuevos como a las ampliaciones de los edificios existentes, y establece que estos deberán portar una “etiqueta” donde se informará el porcentaje de ahorro que tiene el edificio proyectado comparado con el edificio de referencia.

Norma Mexicana para la Edificación Sustentable (NMX-AA-164-SCFI-2013)

Esta norma fue publicada en el Diario Oficial de la Federación en septiembre de 2013 y aprobada por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía. De carácter voluntario, señala los criterios y requerimientos mínimos de una edificación sustentable y su exterior, con el fin de contribuir tanto a la mitigación del impacto ambiental como a la conservación de los recursos naturales, sin ignorar el aspecto socioeconómico.

La norma abarca desde el diseño y la construcción hasta la operación y mantenimiento del edificio; es aplicable a edificaciones tanto nuevas como ya existentes (remodelaciones) y también contempla conjuntos urbanos al igual que un solo edificio. Toma como referencia las normas vigentes para energía y agua.

Esta guía evalúa 5 aspectos importantes de la edificación sustentable, y en cada uno señala lineamientos específicos a cumplir:

- **Suelo:** No serán permitidas las edificaciones sustentables en zona núcleo de áreas naturales protegidas, zonas de riesgo, zonas intermedias de salvaguarda por instrumentos normativos, sobre formaciones geológicas y topográficas y zonas con riesgo de afectar acuíferos, zonas inundables, sobre manglares y humedales, zonas Federales ni sobre zonas identificadas por los Planes y/o Programas de Desarrollo Urbano o de Ordenamiento Ecológico y/o Territorial vigentes como no urbanizables. De igual modo debe mantener el/los uso(s) que tenga asignado(s); y el porcentaje de áreas libres debe ser mayor al valor mínimo establecido en la regulación local en un 10 % sin contar áreas de estacionamiento, entre otros.
- **Energía:** Debe demostrar una disminución en la ganancia de calor de al menos un 10 % con respecto al edificio de referencia calculado conforme a los métodos de cálculo establecidos en las normas NOM-008-ENER-2001 o NOM-020-ENER-2011; debe satisfacer al menos un 10 % de la demanda energética total del edificio con energías renovables, el calentamiento de agua de uso sanitario a base de equipos que utilicen radiación solar debe demostrar su rendimiento y eficiencia térmica conforme a la normatividad aplicable, entre otros.
- **Agua:** Todos los materiales y productos que se empleen en las instalaciones hidráulicas, deben estar certificados con base en las Normas Oficiales existentes en este rubro; el diseño del sistema hidráulico de la edificación debe lograr una reducción en el consumo de agua de al menos 20 %, con respecto al consumo de una edificación equivalente; contar con instalación para captación, almacenamiento y aprovechamiento del agua de lluvia y los escurrimientos pluviales que le permita reducir al menos un



25 % la descarga pluvial de la edificación calculada para una tormenta con un periodo de retorno de diseño de 2 años y con una duración de 24 horas, entre otros.

- **Materiales y residuos:** La selección de los materiales debe considerar los impactos ambientales, sociales y económicos a lo largo de todo el ciclo de vida de la edificación; se debe realizar el análisis de ciclo de vida (ACV) del material elegido frente a otro material que sirva como punto de comparación, los edificios de obra nueva deben tener espacios, mobiliario y medios adecuados para la disposición de residuos separados en al menos 3 fracciones; orgánicos, inorgánicos valorizables y otros inorgánicos.
- **Calidad ambiental y responsabilidad social:** Levantamiento de los ejemplares de vegetación y fauna asociada en el terreno, la identificación de los que deben conservarse, los que son susceptibles de ser trasplantados y los que pueden removerse, así como las especies en estatus de protección según la norma NOM-059-SEMARNAT; conservar todos los árboles sanos de más de 20 cm de diámetro y las especies protegidas, además de conservar o restituir al menos el 50 % de la vegetación nativa; no introducir especies invasoras o exóticas, entre otros.

Discusión

Los resultados mostraron que en México se han incrementado las certificaciones tanto nacionales como internacionales. Sin embargo, a pesar de que este incremento de certificaciones es benéfico para la sustentabilidad de la construcción en el país, cada día se hace más necesario contar con un marco general normativo de programas de certificación propio. Una pauta que regule y guíe los programas de certificación edificatoria, con el objeto de hacerlos más acordes con las características reales económicas, políticas y sociales de México y así crear una manera más eficaz en la realidad constructiva sustentable del país.

Otro punto clave es que lo certificado y sustentable en arquitectura no es más costoso que una construcción convencional; si bien los costos directos son más altos en el corto plazo, en el largo se amortizan con los ahorros.

En el caso del propietario final de un edificio certificado, el principal ahorro nace de las cuentas reducidas de servicios y consumo por concepto de agua, energía, electricidad, calefacción, aire acondicionado y ventilación. Mientras, para el desarrollador inmobiliario con certificación, el principal ahorro se genera por el incremento en el valor de venta y rentabilidad final y el aumento del ritmo de ventas y arriendo que reduce el tiempo de retorno de la inversión.

Según datos del USGBC, los Edificios LEED consumen en promedio entre 18 y 39 % menos energía en comparación con edificios tradicionales. Además, cuidar el medio ambiente genera beneficios para el ser humano: servicios ecosistémicos, regulatorios, de soporte y culturales. De hecho, la certificación de sustentabilidad de las edificaciones debe valorarse por su respeto a la naturaleza y no en términos financieros. Sin embargo, el factor costo puede llegar a ser una limitante para la mayoría de la población mexicana, debido a que el nivel socioeconómico de la mayoría de la población del país es bajo y dichas certificaciones y normas implican el uso de tecnologías que pueden estar fuera de su alcance.

La información sobre las distintas certificaciones sustentables aplicables a edificios en México y en el mundo es abundante, pero en ella se maneja información técnica y específica que solo los especialistas comprenden. Esta circunstancia complica la tarea de difundir dicha información a la población en general y merma el interés por parte de las personas sobre el tema.

Se logró llegar al resultado esperado, la recopilación de información sobre las certificaciones sustentables para edificios en México a fin de analizarla, explicarla y lograr la difusión entre la población. Esto se obtuvo debido a que el método utilizado fue el adecuado para la investigación.

Conclusiones

A pesar de que los resultados fueron los esperados, la investigación dejó fuera variables de posible relevancia para el trabajo, como los principales edificios certificados en el país. Sería pertinente analizarlos para evaluar si realmente cumplen con sus certificaciones, y realizar una crítica sobre si los que han logrado certificarse lo han hecho en aras de proteger el medio ambiente y a las personas, o solo como una decisión de negocios.

México no cuenta con su propia certificación, pero ya ha puesto manos a la obra; por el momento, existen normas que guían las construcciones en el país de forma obligada, y las certificaciones internacionales representan un crédito voluntario adicional. Al compararlas, destaca que las normativas se hallan desactualizadas, pues solo contemplan energía, agua y residuos; y como se ha discutido, la sustentabilidad de un edificio debe tener en cuenta los materiales y el ciclo de vida, entre otras cosas. Aunque las certificaciones internacionales han tenido modificaciones a lo largo del tiempo para incluir estos rubros, no aplican del todo para México, debido a que tienen especificaciones sobre sus países de origen. Queda demostrada la necesidad de que las normas nacionales avancen o se genere una certificación específica para las condiciones y necesidades de este país.

A pesar de que se lograron los resultados esperados, la difusión de la información se ve limitada por la complejidad técnica, lo cual dificulta generar interés hacia el tema por parte de la población. Convendría efectuar una encuesta para medir el interés de la población respecto al tema. Sin embargo, apremia generar una cultura de la sustentabilidad y difundir esta información, ya que debido a las perturbaciones que ha sufrido el planeta y el avance del cambio climático, cada día urge más la aplicación de herramientas que ayuden a reducir o frenar dicho problema.

Referencias

- Dueñas del Río, A. (2013). Reflexiones sobre la arquitectura sustentable en México. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, (14), 77-91.
- Datosmacro.com (2021). México-Emisiones de CO_2 . <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/mexico>
- Freixanet, F. y Armando, V. (2015). *Arquitectura en México ¿sustentable?* <http://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/7192>
- González Couret, D. (2018). Sobre los métodos de evaluación de la sustentabilidad 1. *Arquitectura y Urbanismo*, xxxix (1), 88-98.
- González González, P. F. (2018). *Propuestas relacionadas a la gestión de materiales y residuos en la etapa de construcción para futuras modificaciones a la certificación edificio sustentable*. [Tesis de Licenciatura en Ingeniería civil, Universidad de Chile].



Higuera Zimbrón, A. y Rivera

Gutiérrez, E. (2020). Marco referencial de la vivienda social: certificaciones internacionales y la sostenibilidad en México. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, 22 (2), 43-61.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (s. f.). *Censo Nacional de Gobiernos Estatales 2021*. <https://www.inegi.org.mx/programas/cnge/2021/>

Lecca Díaz, G. K. y Prado Canahuire, L. A., (2019). *Propuesta de criterios de sostenibilidad para edificios multifamiliares a nivel de certificación edge y sus beneficios en su vida útil (obra, operación y mantenimiento) frente a una edificación tradicional. Caso: edificio en el distrito de Santa Anita – L.* [Tesis de Titulación, Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas].

León Arevalo, K. Y. (2018). *Análisis de los diferentes sistemas de certificación en construcción sostenible a nivel mundial y sus perspectivas de aplicación y cumplimiento en Colombia.* [Tesis de Maestría en Planeación Ambiental y Manejo

Integral de los Recursos

Naturales, Universidad Militar Nueva Granada, Colombia].

Malaver Gómez, P. A. (2021). *Beneficios de las certificaciones de sostenibilidad LEED, edificio Kubik Virrey I y II.* [Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad Militar Nueva Granada, Colombia].

Martínez, K., (2011). Comunidades y barrios sustentables: sistemas de certificación avanzando hacia la sustentabilidad de la escala urbana intermedia. *Revista AUS*, (10), 18-21.

ONU (16 de diciembre, 2020).

Emisiones del sector de los edificios alcanzaron nivel récord en 2019: informe de la ONU. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/emisiones-del-sector-de-los-edificios-alcanzaron-nivel>

Peterssen Soffia, G., (2020). Los materiales de construcción, su ausencia en la Certificación de edificio sustentable (CES), Chile. *Arquitectura y Urbanismo*, XLI (2), 93-103.

Ramírez, V. y Serpell, A. (2012). Certificación de la calidad de viviendas en Chile: Análisis comparativo con sistemas internacionales. *Revista de la Construcción*, 11(1), 134-144.



Rodríguez González, F. y Cataño Barrera, A. M. (2020). Aproximación a la situación actual de Certificaciones para Edificaciones Sustentables en México y San Luis Potosí. *Arquitectura y Urbanismo*, xli (2), 58-72.

United Nations. (s. f.). *Población* | Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/global-issues/population>

Vallejo Aguirre, V. M. (2015). Las diversas certificaciones aplicables a los edificios sustentables en México. *Multidisciplina*, (18). <https://www.revistas.unam.mx/index.php/multidisciplina/article/view/50693>

Valverde Farré, A., Chavarro Ayala, D. y Álvarez López, A. E. (2017). Una aproximación al sistema voluntario de certificación de edificios denominado "Bogotá Construcción Sostenible". *Arquitectura y Urbanismo*, xxxviii (3), 71-85.

