

The background of the cover is composed of several overlapping geometric shapes in shades of blue, green, and orange. On the left side, there are icons representing technology: a microchip, a person with a checkmark, and a globe. The text is overlaid on these shapes.

Guadalupe Jeanette González Díaz
(coord.)

Perspectivas de la innovación contemporánea

De la idea al impacto en la
industria y la sociedad

Perspectivas de la innovación contemporánea

De la idea al impacto
en la industria y la sociedad

Guadalupe Jeanette González Díaz
(coord.)

Perspectivas de la innovación contemporánea

De la idea al impacto
en la industria y la sociedad

Colección Horizontes-Universidad

Título: *Perspectivas de la innovación contemporánea: de la idea al impacto en la industria y la sociedad*



Primera edición: agosto de 2026

© Guadalupe Jeanette González Díaz (coord.)

© De esta edición:
Ediciones OCTAEDRO, S.L.
C/ Bailén, 5 – 08010 Barcelona
Tel.: 93 246 40 02
octaedro@octaedro.com
www.octaedro.com

Esta publicación está sujeta a la Licencia Internacional Pública de Atribución/ Reconocimiento-NoComercial 4.0 de Creative Commons. Puede consultar las condiciones de esta licencia si accede a: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

ISBN: 978-84-1079-342-2

Maquetación: Fotocomposición gama, sl
Diseño y producción: Octaedro Editorial

Publicación en acceso abierto - *Open access*

Sumario

0. Innovación con sentido social y transferencia tecnológica: la respuesta de la Maestría en Desarrollo y Dirección de la Innovación ante los Retos Globales. 9
GUADALUPE JEANETTE GONZÁLEZ DÍAZ; MARTÍN ADALBERTO
TENA ESPINOZA DE LOS MONTEROS

SECCIÓN I: ECOSISTEMAS DIGITALES Y TECNOLOGÍAS 4.0 (EL SALTO TECNOLÓGICO)

1. Innovación y construcción 4.0 en México: transformación digital e industrialización del sector de la vivienda, la infraestructura y la obra pública. 17
MARIANA GARCÍA MACÍAS; GISELA GUZMÁN MACÍAS
2. Mantenimiento inteligente en máquinas *vending*: Quick Service® e innovación en comunicación en línea 39
JOAQUÍN ALBERTO MARTÍNEZ MARTÍNEZ; ILEANA SERRANO
FRAIRE
3. Aplicación de menús de realidad aumentada en la actividad restaurantera: propuesta de innovación a través de sitios web. 55
FERNANDO ISRAEL PARTIDA ISLAS; LUIS GERARDO VALLE
CERVANTES

SECCIÓN II: INNOVACIÓN FRUGAL Y RESILIENCIA INDUSTRIAL (LA SOSTENIBILIDAD DE LA CADENA DE VALOR)

- | | |
|---|----|
| 4. Innovación frugal y economía circular aplicada al desarrollo de materiales de construcción con sascab . . . | 77 |
| DIANA MONSERRAT COLIN AMADOR; EDUARDO FERNANDEZ-ECHEVERRÍA; YAIR ROMERO-ROMERO | |
| 5. Resiliencia en manufactura ante crisis de cadena de suministro: lecciones desde un caso universitario de innovación frugal y economía circular | 95 |
| FRANCISCO JAVIER TORRES BARAJAS; GREGORIO ARAUJO ACEVES; MANUEL GÁNDARA RODRÍGUEZ | |

SECCIÓN III: INNOVACIÓN SOCIAL, ORGANIZACIONAL Y PLATAFORMAS CIUDADANAS (EL IMPACTO HUMANO Y CÍVICO)

- | | |
|--|-----|
| 6. Innovar desde adentro: comunicación participativa para transformar los entornos organizacionales. | 115 |
| MARYLEIDI HERNÁNDEZ ARVIZU; CRISTINA DÍAZ PÉREZ | |
| 7. Diseño de una plataforma digital para vincular y fortalecer la formación práctica y profesional. | 135 |
| GABRIELA GISSELL RAMÍREZ MAURICIO; MARISELA RODRÍGUEZ MORÁN | |
| 8. Denuncia de delitos en plataformas digitales: una revisión sistemática. | 153 |
| SAÚL JUSTINO PRIETO MENDOZA; FRANCISCO QUIÑONEZ TAPIA | |
| Autoría | 175 |

Innovación con sentido social y transferencia tecnológica: la respuesta de la Maestría en Desarrollo y Dirección de la Innovación ante los Retos Globales

GUADALUPE JEANETTE GONZÁLEZ DÍAZ
MARTÍN ADALBERTO TENA ESPINOZA DE LOS MONTEROS

1. Antecedentes: la innovación y su encrucijada ética

La historia de la educación superior en Jalisco siempre ha estado intrínsecamente ligada a la evolución de las necesidades sociales, a treinta años de la consolidación de su autonomía y de la Red Universitaria en la Universidad de Guadalajara nos enfrentamos a un cambio de paradigma global que nos obliga a repensar el propósito de nuestros posgrados. La Maestría en Desarrollo y Dirección de la Innovación surge en este contexto no como una respuesta tecnocrática, sino como un proyecto académico fundamentado en una visión humanística de la *sociedad del conocimiento*.

El mundo laboral contemporáneo y la creación de riqueza se han cimentado en la adquisición y mercantilización de la información y tecnología. Sin embargo, este proceso ha ocurrido bajo premisas deshumanizadas ante problemáticas que amenazan con convertirse en puntos de no retorno –como la crisis climática, la desigualdad estructural y las tensiones geopolíticas–, la Maestría en Desarrollo y Dirección de la Innovación se estableció con una misión clara: formar agentes de cambio capaces de utilizar

tanto la información como la tecnología no como un fin, sino como un catalizador del desarrollo social.

Desde su creación, este programa ha evolucionado para alinearse con las prioridades nacionales para pensar nuevos modelos de desarrollo que permitan atender prioridades nacionales y estatales, desde una perspectiva científica, humanística y tecnológica. A diferencia de los programas educativos orientados a la innovación, este posgrado ha integrado el modelo de la *quíntuple hélice*, reconociendo que la innovación sostenible solo es posible cuando se articulan los cinco actores clave (Carayannis y Campbell, 2010): la Academia, la Industria, el Gobierno, la Sociedad civil y el Medioambiente. Este libro, documenta casos y propuestas de éxito e innovación, ya que presenta una colección que documenta casos y propuestas de éxito e innovación que transitan de las ideas a la solución de problema reales.

2. Perfil del innovador: en nuestra comunidad en la Maestría en Desarrollo y Dirección de la innovación

Para comprender el impacto de los trabajos presentados en esta obra, es recomendable conocer el perfil de quiénes los desarrollan. El análisis de los datos sociodemográficos y académicos de nuestras cohortes generacionales de estudiantes revela una comunidad estudiantil capaz de desafiar los estereotipos tradicionales en sus distintas disciplinas.

De acuerdo con la base de datos de alumnos activos y egresados, el posgrado ha logrado impactar un ecosistema diverso que se describe a continuación:

- *Paridad de género y liderazgo femenino*: en un campo históricamente masculinizado como la dirección tecnológica, nuestro programa muestra una tendencia sostenida hacia la paridad. Aproximadamente el 45 % de nuestra matrícula reciente está compuesta por mujeres. Más importante todavía es el análisis cualitativo de sus roles: encontramos a ingenieras liderando proyectos de automatización en la industria automotriz, administradoras gestionando patentes de nuevos materiales y do-

centes revolucionando plataformas educativas, emprendedoras y amas de casa que desean utilizar el posgrado para reincorporarse al mundo laboral después de su maternidad o su dedicación exclusiva a las labores domésticas. Esta participación activa de las mujeres en la innovación es un indicador clave de la reducción de brechas que promueve el posgrado, en un contexto donde la participación femenina en áreas de gestión tecnológica sigue siendo un reto estructural (UNESCO, 2021).

- *Multidisciplinariedad como motor de creatividad*: los datos sobre la procedencia académica (Carrera de Licenciatura) de los estudiantes revelan una variedad de perfiles. A pesar de que tenemos un grupo fuerte de ingenieros e ingenieras (sistemas, mecatrónicos e industriales), una porción importante de nuestros alumnos y alumnas procede de ciencias de la salud, las ciencias sociales, el diseño y la psicología. Esta diversidad es estratégica y deliberada; posibilita que los problemas se traten desde puntos de vista inter y transdisciplinarios. Por ejemplo, un proyecto tecnológico en el área de la salud no se soluciona únicamente con código, sino también con un entendimiento profundo de la experiencia del paciente, el cual es proporcionado por alumnos de humanidades.
- *Vinculación activa con el mundo laboral*: el 90 % de nuestros alumnos compagina su formación académica con roles o perfiles profesionales de alto nivel. Esto asegura que los proyectos de intervención y las tesis no se limiten a ser ejercicios teóricos, sino que sean respuestas a necesidades apremiantes en sus ambientes de trabajo.

3. La transferencia tecnológica: de la idea al prototipo

El sentido de este libro reside en la transferencia de tecnología. En la Maestría en Desarrollo y Dirección de la Innovación, evaluamos cada proyecto por su capacidad de transferir una solución a distintos contextos. Los capítulos seleccionados para esta obra fueron evaluados a doble ciego por expertos en innovación en cada uno de los sectores. Estos capítulos ponen en evidencia cómo los autores (nuestros alumnos) con la guía de sus directo-

res y codirectores han conseguido escalar sus ideas a través de los Niveles de Madurez Tecnológica desde la formulación teórica hasta la validación en contextos pertinentes (Mankins, 2009).

4. Impacto social: la tecnología como herramienta de inclusión

Al analizar las líneas de investigación de los trabajos recepcionales observamos que más del 40 % de las iniciativas tienen un componente directo de impacto social o comunitario.

La tecnología, cuando se transfiere correctamente, actúa como un igualador social frente a las asimetrías estructurales (Echeverría, 2012). Todos los casos presentados fueron seleccionados por ser modelos de negocio e intervención sostenibles, pues la transferencia tecnológica exitosa implica que la solución persista en el tiempo sin depender eternamente de subsidios.

5. Hacia un futuro colaborativo

Al cierre de este capítulo, es importante reflexionar sobre el futuro, partiendo de que los datos de movilidad y colaboración internacional de nuestros alumnos nos han trazado los desafíos locales que tienen raíces globales, por lo que el posgrado está apostando también por una internacionalización con la finalidad de evitar la fuga de cerebros y propiciar una circulación de conocimiento.

Este libro es una invitación abierta a la sociedad, al Gobierno y a la industria para que vean en la Universidad de Guadalajara un aliado estratégico. Las tecnologías aquí descritas están listas para ser adoptadas, adaptadas y escaladas.

La transferencia tecnológica es, en última instancia, un acto de corresponsabilidad pública. Significa llevar la inteligencia colectiva de la universidad a donde más se necesita: a la fábrica, a la escuela, al hospital y a la calle. Con esta obra, reafirmamos nuestro compromiso de que cada tesis, cada prototipo, cada tecnología implementada y escrita en este posgrado, sirva para construir un entorno más justo, próspero y sustentable.

6. Referencias

- Carayannis, E. G. y Campbell, D. F. (2010). Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix and how do knowledge, innovation and the environment relate to each other? *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development (IJSESD)*, 1(1), 41-69.
- Echeverría, J. (2012). Innovación social y democratización. *Revista CTS*, 7(21), 1-13.
- Mankins, J. C. (2009). Technology readiness assessments: A retrospective. *Acta Astronautica*, 65(9-10), 1216-1223.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO] (2021). *Para ser inteligente, la revolución digital necesitará ser inclusiva*. UNESCO.

SECCIÓN I: ECOSISTEMAS DIGITALES
Y TECNOLOGÍAS 4.0
(EL SALTO TECNOLÓGICO)

Innovación y construcción 4.0 en México: transformación digital e industrialización del sector de la vivienda, la infraestructura y la obra pública

MARIANA GARCÍA MACÍAS
GISELA GUZMÁN MACÍAS

1. Introducción

La industria de la construcción ha sido históricamente uno de los pilares de la economía mexicana, tanto por su capacidad de generación de empleo como por su efecto multiplicador sobre otras ramas productivas. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2024), el sector aportó aproximadamente el 6.5 % del producto interno bruto nacional, posicionándose entre los cinco principales motores económicos del país. Sin embargo, este mismo sector afronta desafíos estructurales que limitan su productividad, su sustentabilidad y su competitividad internacional.

En la actualidad, México se encuentra en una etapa de transición marcada por la irrupción de nuevas tecnologías, la digitalización de procesos productivos y la necesidad de responder a demandas crecientes de infraestructura, vivienda y servicios públicos. La Construcción 4.0 –concepto derivado de la Cuarta Revolución Industrial– representa una oportunidad estratégica para transformar los procesos tradicionales de diseño, planeación, ejecución y mantenimiento de obras en sistemas integrados, automatizados y sostenibles. Esta transformación no solo implica la

incorporación de tecnologías emergentes, sino también una reconfiguración cultural, organizacional y educativa del sector.

En un contexto global caracterizado por la aceleración tecnológica, la descarbonización y la urbanización intensiva, la innovación se ha convertido en un imperativo competitivo. Países como Alemania, Singapur y España han demostrado que la digitalización de la cadena de valor constructiva puede incrementar la productividad entre un 20 % y un 30 %, reducir costos operativos y mejorar las condiciones laborales (McKinsey y Company, 2024). En contraste, México mantiene índices de productividad relativamente bajos, con un crecimiento promedio inferior al 1 % anual en la última década.

La presente investigación parte de una pregunta central: ¿cómo puede la adopción de la Construcción 4.0 contribuir a la transformación estructural del sector en México, impulsando la eficiencia, la sostenibilidad y la inclusión laboral? A partir de este interrogante, el capítulo desarrolla un análisis integral que aborda tres dimensiones interrelacionadas:

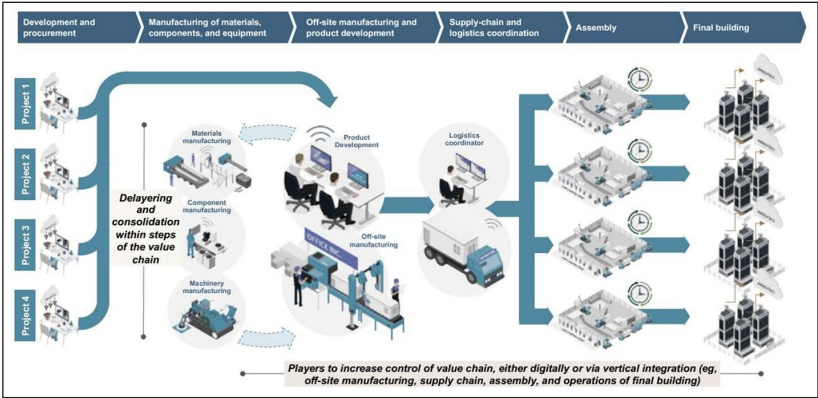
- Económica, vinculada a la productividad, la competitividad y la inversión tecnológica;
- Social, relacionada con la formación del capital humano, la inclusión laboral y la profesionalización del oficio;
- Ambiental, enfocada en la sostenibilidad y la reducción de la huella de carbono de los procesos constructivos.

Asimismo, se examinan las condiciones institucionales que determinan la adopción tecnológica en la obra pública, la vivienda y la infraestructura, así como los mecanismos de articulación entre sector privado, academia y Gobierno.

En los apartados siguientes se presentan los fundamentos teóricos de la Construcción 4.0, el diagnóstico del sector mexicano, las estrategias de innovación tecnológica aplicables a su contexto, y una discusión final sobre los impactos esperados de la industrialización y digitalización del proceso constructivo.

En este contexto, el presente capítulo adopta un enfoque propositivo orientado a la acción. Más que limitarse a describir los rezagos estructurales del sector, el análisis se centra en identificar los pasos necesarios para avanzar hacia la industrialización y digitalización de la construcción en México durante el periodo

Figura 1. Ecosistema conceptual de la Construcción 4.0 en México (referencial)



Fuente: McKinsey y Company (2024)

2025-2030. A partir del diagnóstico realizado, se plantea una ruta estratégica que articula políticas públicas, adopción tecnológica y desarrollo de capacidades, con el objetivo de contribuir a la transformación productiva del sector en línea con la temática general del libro.

2. Fundamentos teóricos y marco conceptual de la Construcción 4.0

El concepto de Construcción 4.0 surge por analogía con la Industria 4.0, paradigma que describe la integración de sistemas ciberfísicos, automatización avanzada y comunicación digital en los procesos productivos. Aplicada al ámbito constructivo, esta noción alude a un cambio estructural en la forma de concebir, diseñar, ejecutar y mantener los proyectos de infraestructura y edificación. Su esencia radica en la digitalización total del ciclo de vida de la construcción, sustentada en datos, interoperabilidad y colaboración.

2.1. De la Industria 4.0 a la Construcción 4.0

Mientras que la Industria 4.0 ha transformado sectores manufactureros mediante robots colaborativos, inteligencia artificial (IA) y

sistemas integrados de producción, la Construcción 4.0 busca trasladar esas ventajas a un entorno tradicionalmente artesanal y fragmentado. La principal diferencia radica en que los procesos constructivos suelen desarrollarse en entornos abiertos, con alta variabilidad y múltiples agentes, lo que dificulta la estandarización.

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2025), la productividad de la construcción en América Latina es, en promedio, un 40% menor que la de la manufactura. Este rezago se explica por la baja adopción tecnológica, la limitada inversión en I+D y la falta de coordinación entre los eslabones de la cadena de valor.

La Construcción 4.0 propone cerrar esta brecha mediante la adopción de tecnologías digitales que conectan a los distintos actores del proceso constructivo –desde el diseño arquitectónico hasta la operación del inmueble– dentro de un entorno colaborativo.

2.2. Tecnologías habilitadoras

Las tecnologías habilitadoras constituyen la columna vertebral de la Construcción 4.0. Entre las más relevantes, destacan:

- *Modelado de información para la construcción (BIM)*: metodología que centraliza la información del proyecto en modelos tridimensionales paramétricos, facilitando la coordinación interdisciplinaria y la detección temprana de conflictos. En México, la adopción de BIM ha crecido especialmente en proyectos de obra pública y vivienda vertical (CMIC, 2025).
- *Internet de las cosas (IoT)*: permite la recopilación y transmisión de datos en tiempo real sobre maquinaria, materiales, condiciones ambientales y seguridad. Estos datos alimentan sistemas de gestión predictiva, reduciendo fallas y optimizando recursos.
- *Inteligencia artificial (IA) y machine learning*: aplicadas a la planificación, simulación y control de proyectos, posibilitan estimaciones más precisas de costos y plazos. La IA también se utiliza en análisis de riesgos y mantenimiento predictivo de infraestructura crítica.
- *Prefabricación modular y métodos modernos de construcción (MMC)*: integran procesos industrializados fuera del sitio, generando

piezas o módulos que posteriormente se ensamblan en obra. Este enfoque reduce tiempos de ejecución y desperdicio de materiales, favoreciendo la sostenibilidad.

- *Drones y escaneo láser 3D*: tecnologías que facilitan levantamientos topográficos de alta precisión, monitoreo de avance y control de calidad mediante nubes de puntos.

Tabla 1. Tecnologías habilitadoras de la Construcción 4.0 y sus principales beneficios (referencial)

Tecnología	Aplicación	Beneficio principal
BIM	Coordinación de proyectos	Reducción de errores y costos
IoT	Monitoreo en tiempo real	Eficiencia operativa
IA / <i>Machine Learning</i>	Planificación y mantenimiento	Optimización predictiva
MMC / Prefabricación	Producción fuera de sitio	Disminución de residuos y tiempos
Drones / Escaneo 3D	Supervisión y control	Precisión y seguridad

Fuente: elaboración propia a partir de CMIC (2025), INEGI (2024) y McKinsey y Company (2024).

2.3. Digitalización del ciclo de vida de los proyectos

El enfoque 4.0 redefine el ciclo de vida de los proyectos mediante la integración digital de las fases de diseño, construcción, operación y mantenimiento. Este modelo implica una visión sistémica en la que los flujos de información se mantienen actualizados durante toda la vida útil de la infraestructura.

La fase de diseño incorpora simulaciones energéticas, análisis de desempeño y evaluación de impacto ambiental. La etapa de construcción se apoya en sensores, dispositivos móviles y plataformas colaborativas para el control de obra. Finalmente, la operación utiliza gemelos digitales (*digital twins*) que replican el comportamiento real del activo para su mantenimiento predictivo.

En el contexto mexicano, la implementación integral de este ciclo se enfrenta a obstáculos significativos, entre ellos la dispersión normativa, la falta de interoperabilidad entre *software* y la escasez de especialistas en gestión digital de la construcción. No obstante, la tendencia apunta hacia una integración progresiva impulsada por organismos como la Cámara Mexicana de la In-

dustria de la Construcción (CMIC), la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) y la SEDATU.

2.4. Innovación como proceso sistémico

La innovación en la construcción no se limita a la adopción de tecnología; implica un proceso sistémico que abarca la gestión del conocimiento, la colaboración intersectorial y la gobernanza digital. Desde la perspectiva teórica, autores como Drucker (2024) y Chesbrough (2025) enfatizan la importancia de los modelos de innovación abierta, donde empresas, universidades y entidades gubernamentales comparten recursos y datos para generar soluciones conjuntas.

En este sentido, la construcción colaborativa se consolida como un enfoque clave. La digitalización de la comunicación entre arquitectos, ingenieros, proveedores y clientes mejora la toma de decisiones y la trazabilidad de los proyectos, reduciendo asimetrías de información y conflictos contractuales.

3. Diagnóstico del sector de la construcción en México

3.1. Panorama general

El sector de la construcción en México es uno de los principales generadores de valor económico y empleo. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2024), esta industria concentra aproximadamente 6.5% del producto interno bruto (PIB) y emplea de manera directa a más de 6 millones de personas, además de generar una amplia red de ocupaciones indirectas en los sectores de materiales, transporte y servicios profesionales.

No obstante, a pesar de su relevancia, la construcción mexicana se enfrenta a rezagos estructurales que se traducen en bajos niveles de productividad, alta informalidad y limitada adopción tecnológica. Según la OCDE (2025), México ocupa el lugar 64 de 139 países en infraestructura global, y su productividad laboral en la construcción es 30% inferior al promedio de los países miembros.

Tabla 2. Indicadores estructurales del sector de la construcción en México (2024)

Indicador	Valor aproximado	Fuente
Participación en el PIB nacional	6.5 %	INEGI (2024)
Empleo directo	6.1 millones	STPS (2024)
Crecimiento promedio anual 2015-2024	0.9 %	Banxico (2025)
Productividad vs. manufactura	-30 %	OCDE (2025)
Porcentaje de informalidad laboral	54 %	CONEVAL (2024)
Nivel de adopción tecnológica	Bajo-medio	CMIC (2025)

Fuente: elaboración propia a partir de INEGI (2024), STPS (2024), Banxico (2025), OCDE(2025), CONEVAL (2024) y CMIC (2025).

Estos indicadores reflejan una brecha significativa entre la capacidad productiva y las demandas del mercado nacional e internacional, especialmente ante el auge de megaproyectos de infraestructura y el impulso al *nearshoring*.

3.2. Estructura productiva y fragmentación del sector

La estructura empresarial del sector está altamente fragmentada: más del 90 % de las empresas registradas son micro, pequeñas y medianas (MiPyME), con limitaciones de capital, acceso a crédito e inversión en tecnología. De acuerdo con la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC, 2025), esta composición dificulta la estandarización de procesos y la integración digital de la cadena de suministro.

A diferencia de la manufactura o el sector automotriz, donde las cadenas productivas están organizadas jerárquicamente, la construcción opera con una red dispersa de contratistas, subcontratistas y proveedores. Ello genera una alta dependencia de la mano de obra, procesos manuales y comunicación informal entre actores, lo que incrementa los márgenes de error y retrasa los plazos de ejecución.

3.3. Productividad y brecha tecnológica

La brecha tecnológica es uno de los principales factores que explican la baja productividad del sector. A nivel global, la produc-

tividad promedio de la construcción ha crecido apenas 1 % anual en los últimos 20 años, frente al 2.8 % de la economía general (McKinsey y Company, 2024). En México, este rezago se acentúa por la falta de inversión en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), que representa menos del 0.4 % del PIB, muy por debajo del promedio de los países de la OCDE (2.7 %, OCDE, 2025).

La adopción de tecnologías como BIM, IoT o automatización de obra aún es incipiente. Según un estudio reciente de la CMIC (2025), solo el 27 % de las empresas constructoras mexicanas utilizan herramientas digitales de gestión de proyectos, y menos del 15 % emplean modelos BIM de forma integral. Esta situación se agrava en el sector público, donde los procesos de licitación y contratación todavía dependen de formatos analógicos y documentación física.

Tabla 3. Nivel de adopción tecnológica en empresas constructoras mexicanas (2025)

Tecnología	Porcentaje de adopción	Tipo de empresa líder
BIM	15 %	Despachos grandes / obra pública
IoT y monitoreo digital	8 %	Infraestructura urbana y energética
Prefabricación modular	5 %	Vivienda vertical
Drones y escaneo 3D	10 %	Supervisión privada
IA / analítica predictiva	< 5 %	Firmas de ingeniería especializadas

Fuente: elaboración propia a partir de CMIC (2025) y World Bank (2025).

3.4. Capital humano y brecha de competencias

El déficit de capital humano especializado representa otro desafío. La formación técnica y profesional en ingeniería, arquitectura y gestión de la construcción no siempre está alineada con las demandas tecnológicas emergentes. Según la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES, 2025), menos del 20 % de los programas académicos incorporan contenidos relacionados con BIM, gestión digital o sostenibilidad.

Además, la alta rotación laboral y la informalidad dificultan la capacitación continua. Esto genera un círculo vicioso: la falta

de habilidades digitales reduce la adopción tecnológica, y la ausencia de adopción tecnológica limita la profesionalización del trabajo.

3.5. Retos institucionales y regulatorios

La transición hacia la Construcción 4.0 requiere un marco normativo que favorezca la interoperabilidad digital y la estandarización de procesos. En México, existen esfuerzos incipientes liderados por la SEDATU, la SICT y el INFONAVIT, pero todavía no se ha consolidado una política nacional de digitalización del sector construcción.

En conjunto, los retos institucionales y regulatorios identificados no deben interpretarse únicamente como obstáculos estructurales, sino como ámbitos prioritarios de intervención para una estrategia nacional de industrialización del sector construcción. La ausencia de estándares digitales homogéneos, la fragmentación normativa y la limitada interoperabilidad institucional evidencian la necesidad de una hoja de ruta clara que permita transitar, de manera gradual, hacia un modelo productivo más integrado, eficiente y sostenible en el horizonte 2025-2030.

4. Estrategias de innovación tecnológica e industrialización del sector de la construcción en México

4.1 Hacia una cultura de innovación en la construcción mexicana

A partir del diagnóstico previo, esta sección se orienta a la formulación de estrategias concretas para la industrialización y digitalización progresiva del sector de la construcción en México. Dichas estrategias se conciben como componentes de un proceso secuencial, con horizontes temporales definidos, que permiten pasar del reconocimiento del rezago tecnológico a la implementación de acciones específicas. En este sentido, las estrategias aquí descritas constituyen la base operativa de la hoja de ruta propuesta para el periodo 2025-2030.

La innovación en el sector de la construcción mexicano requiere más que la adopción puntual de tecnologías: implica la construcción de una cultura organizacional y sectorial orientada al cambio, la colaboración y la mejora continua. La Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC, 2025) identifica que menos del 35 % de las empresas cuentan con departamentos o áreas específicas de innovación, y solo una minoría implementa estrategias de gestión del conocimiento.

El cambio cultural hacia la Construcción 4.0 implica fortalecer tres dimensiones interdependientes:

- *Liderazgo tecnológico*: desarrollo de capacidades directivas orientadas a la digitalización y a la toma de decisiones basada en datos.
- *Gestión del conocimiento*: creación de repositorios digitales, manuales de buenas prácticas y plataformas de aprendizaje en línea.
- *Colaboración intersectorial*: establecimiento de alianzas entre empresas, universidades, centros de investigación y gobiernos locales.

El éxito de esta transformación depende de la interoperabilidad humana y digital, donde los distintos actores compartan información en tiempo real y participen de manera coordinada en la toma de decisiones.

4.2. Industrialización y métodos modernos de construcción (MMC)

La industrialización de la construcción representa una de las estrategias más eficaces para incrementar la productividad y reducir los impactos ambientales. Los Métodos Modernos de Construcción (MMC) –entre ellos, la prefabricación modular, la impresión 3D y el uso de materiales compuestos avanzados– permiten trasladar una parte significativa del trabajo desde el sitio de obra hacia entornos controlados de manufactura.

De acuerdo con la OCDE (2025), la prefabricación puede reducir hasta un 40 % los tiempos de ejecución y un 25 % los costos totales del proyecto, además de disminuir los residuos de obra y mejorar la seguridad laboral. En México, esta tendencia

comienza a manifestarse en proyectos de vivienda vertical, parques industriales y obras de infraestructura urbana.

Tabla 4. Comparativa entre métodos tradicionales y modernos de construcción

Criterio	Construcción tradicional	Métodos Modernos de Construcción (MMC)
Tiempo de ejecución	Alto	Bajo (reducción 30-40%)
Costo operativo	Variable	Menor (ahorro 15-25%)
Residuos generados	Altos	Bajos
Seguridad laboral	Media	Alta
Requiere digitalización	Limitada	Alta

Fuente: elaboración propia a partir de OCDE (2025) y World Bank (2024).

La incorporación de técnicas modulares favorece la estandarización y la integración digital, ya que los componentes pueden modelarse previamente en BIM y ensamblarse en obra con precisión milimétrica. Este proceso reduce los errores humanos y permite un control logístico más eficiente.

Asimismo, la impresión 3D de elementos constructivos –todavía en fase experimental en México– promete revolucionar la edificación de viviendas sociales y estructuras ligeras, al eliminar el desperdicio de materiales y optimizar el diseño estructural.

4.3. Digitalización de la gestión de proyectos

La digitalización de la gestión de proyectos constituye el eje central de la Construcción 4.0. La adopción de plataformas integradas como BIM 360, Navisworks o PlanRadar permite gestionar todas las fases del proyecto de manera colaborativa. Estas herramientas centralizan la información de diseño, presupuestos, programación y control de calidad, asegurando trazabilidad y transparencia.

Un estudio de McKinsey y Company (2024) estima que la digitalización total de la gestión de proyectos podría incrementar la productividad en México hasta en un 25 %, siempre que se acompañe de capacitación y estandarización de procesos.

En la obra pública, la implementación de plataformas digitales tiene un impacto directo en la transparencia y eficiencia del gasto

público. La adopción de BIM en licitaciones federales y estatales –como ya ocurre en países europeos– permitiría reducir errores de diseño, prevenir sobrecostos y facilitar auditorías en tiempo real.

4.4. Sostenibilidad e innovación verde

La innovación tecnológica en la construcción está estrechamente vinculada con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de la ONU. En particular, los ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura), 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) y 13 (Acción por el clima) ofrecen un marco de referencia para la transformación del sector.

En México, la construcción es responsable de alrededor del 36 % de las emisiones de CO₂ y del 50% del consumo energético urbano (SEMARNAT, 2025). La transición hacia procesos digitalizados e industrializados puede contribuir significativamente a la reducción de estas cifras.

Las tecnologías de modelado energético, análisis del ciclo de vida (LCA) y gemelos digitales permiten evaluar el impacto ambiental desde las etapas iniciales del diseño. Asimismo, la integración de materiales sostenibles –como concretos verdes, compuestos reciclados y estructuras de madera laminada– fortalece la resiliencia de las edificaciones.

Tabla 5. Relación entre innovación tecnológica y sostenibilidad ambiental

Tecnología	Contribución ambiental	Resultado esperado
BIM + LCA	Evaluación ambiental temprana	Reducción de emisiones
Prefabricación modular	Minimización de residuos	Eficiencia energética
IA predictiva	Mantenimiento sostenible	Menor impacto operativo
Materiales verdes	Sustitución de insumos contaminantes	Disminución de huella de carbono

Fuente: elaboración propia a partir de SEMARNAT (2025) y ONU-Habitat (2025)

4.5. Ecosistema de colaboración público-privado

El éxito de la transición hacia la Construcción 4.0 depende en gran medida del ecosistema de colaboración entre los sectores público, privado y académico. Este modelo colaborativo se sustenta en tres pilares:

- *Política pública coordinada*: orientada a crear normas técnicas, incentivos fiscales y marcos regulatorios que promuevan la adopción tecnológica.
- *Inversión privada en innovación*: las empresas constructoras deben destinar parte de su presupuesto a investigación aplicada y desarrollo tecnológico.
- *Participación académica*: las universidades y centros de investigación juegan un papel esencial en la formación de talento y transferencia de conocimiento.

Iniciativas como la Estrategia Nacional BIM México (ENBIM), impulsada por la SEDATU y la CMIC buscan establecer un estándar nacional de modelado digital aplicable a la obra pública y privada. De igual manera, los programas de formación profesional dual entre universidades y empresas constructoras son esenciales para acortar la brecha de competencias digitales.

5. Discusión y perspectivas

5.1. Impactos económicos y competitividad

La evidencia analizada sugiere que la industrialización y digitalización del sector construcción en México no constituye un escenario meramente aspiracional, sino una alternativa viable en el corto y mediano plazo. La convergencia entre políticas públicas, adopción tecnológica y desarrollo de capital humano, tal como se plantea en la hoja de ruta 2025-2030, permite anticipar mejoras sustantivas en productividad, eficiencia y sostenibilidad del sector.

La eficiencia derivada de la automatización, la estandarización y la reducción de errores genera ahorros significativos tanto en el sector privado como en la obra pública. Además, la disponibilidad de información en tiempo real mejora la transparencia y la rendición de cuentas en la ejecución de proyectos, un aspecto particularmente relevante para los contratos gubernamentales.

La competitividad internacional también se ve fortalecida. México, como país receptor de inversión derivada del *nearshoring*, tiene la oportunidad de posicionarse como un *hub* regional de innovación constructiva, integrando prácticas industriales y digitales de vanguardia. Sin embargo, este potencial depende de

la creación de infraestructura inteligente, conectividad digital y normas técnicas armonizadas con estándares internacionales.

5.2. Efectos sociales y laborales

La transición hacia la Construcción 4.0 plantea implicaciones significativas en el empleo y la estructura laboral del sector. A corto plazo, la automatización y la digitalización pueden generar una redistribución de tareas, desplazando ciertos oficios tradicionales; con todo, a mediano plazo, surgen nuevas oportunidades de trabajo calificado en áreas de modelado digital, robótica, análisis de datos y gestión de sostenibilidad.

De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2025), el impacto neto de la digitalización en el empleo de la construcción tenderá a ser positivo si se acompaña de programas de reconversión laboral. Esto implica diseñar estrategias de formación técnica y certificación de competencias digitales orientadas a operarios, supervisores e ingenieros.

Tabla 6. Cambios proyectados en el perfil laboral del sector de la construcción en México (2025-2030)

Tipo de empleo	Tendencia	Requerimiento principal
Albañilería y oficios tradicionales	Disminución gradual	Capacitación en equipos digitalizados
Modelado y diseño digital (BIM)	Crecimiento alto	Competencias tecnológicas
Gestión de proyectos digitales	Crecimiento medio-alto	Conocimientos en interoperabilidad
Operación de maquinaria automatizada	Crecimiento sostenido	Habilidades técnicas avanzadas
Supervisión y control remoto	Crecimiento emergente	Conocimiento en IoT y analítica

Fuente: elaboración propia a partir de OIT (2025) y ANUIES (2025)

En este contexto, la educación técnica y universitaria juega un papel estratégico. Las instituciones mexicanas de educación superior deben incorporar asignaturas sobre BIM, inteligencia artificial, robótica aplicada y sostenibilidad. Además, la formación dual y las certificaciones profesionales serán clave para reducir la brecha entre la academia y el mercado laboral.

5.3. Implicaciones ambientales y sostenibilidad

Desde una perspectiva ambiental, la Construcción 4.0 contribuye a minimizar los impactos ecológicos del sector mediante la optimización de recursos, el uso de materiales sostenibles y la gestión digital de residuos.

Los sistemas BIM y los gemelos digitales (*digital twins*) permiten simular el comportamiento energético de los edificios antes de su construcción, anticipando su desempeño ambiental y reduciendo el consumo energético hasta en un 20 % (ONU-Habitat, 2025). Asimismo, la fabricación modular y la impresión 3D reducen la generación de escombros, que actualmente representan el 35 % de los residuos sólidos urbanos en México (SEMARNAT, 2025).

La transición hacia la neutralidad de carbono en el sector construcción es uno de los principales retos para el cumplimiento de los compromisos climáticos nacionales. La integración de materiales reciclables, tecnologías de monitoreo energético y certificaciones ambientales (como LEED o EDGE) deben formar parte de las estrategias empresariales de innovación.

5.4. Desafíos de adopción tecnológica

Pese a las ventajas mencionadas, la adopción plena de la Construcción 4.0 en México se enfrenta a obstáculos estructurales. Los principales desafíos identificados son:

- *Financiamiento insuficiente*: la inversión privada en innovación tecnológica aún es limitada, debido a la percepción de riesgo y a la falta de incentivos fiscales.
- *Fragmentación del sector*: la diversidad de actores y la carencia de interoperabilidad dificultan la coordinación digital.
- *Brecha de competencias*: la escasez de personal especializado en BIM, IoT y automatización retrasa la implementación de proyectos complejos.
- *Falta de regulación digital*: la ausencia de un marco normativo unificado para la digitalización de la obra pública impide la homologación de estándares.
- *Resistencia al cambio organizacional*: muchas empresas mantienen modelos jerárquicos tradicionales que obstaculizan la innovación abierta y la experimentación tecnológica.

La superación de estos desafíos requiere una estrategia nacional de digitalización de la construcción, sustentada en políticas públicas coherentes, mecanismos de financiamiento innovadores y un sistema educativo alineado con las necesidades del sector productivo.

5.5. Escenarios futuros para la Construcción 4.0 en México

De acuerdo con la OCDE (2025) y el Foro Económico Mundial (2024), los próximos diez años serán determinantes para la consolidación de la Construcción 4.0 en América Latina. En México, el escenario más probable contempla tres tendencias convergentes:

- *Integración progresiva de tecnologías digitales:* BIM, IoT, IA y analítica avanzada se convertirán en herramientas estándar en los proyectos de infraestructura pública y privada.
- *Industrialización de procesos constructivos:* la prefabricación y los métodos modulares ganarán protagonismo, especialmente en vivienda social y parques industriales.
- *Convergencia entre sostenibilidad y digitalización:* la reducción de emisiones y la eficiencia energética estarán integradas en el diseño digital y la planificación de obras.

Tabla 7. Escenarios de evolución tecnológica del sector construcción en México (2025-2035)

Escenario	Nivel de adopción tecnológica	Impacto económico	Impacto ambiental
Conservador	25 % de empresas digitalizadas	+10 % productividad	Reducción 5 % CO ₂
Intermedio	50 % de empresas digitalizadas	+20 % productividad	Reducción 15 % CO ₂
Avanzado	75 % de empresas digitalizadas	+30 % productividad	Reducción 25 % CO ₂

Fuente: elaboración propia a partir de OCDE (2025) y Foro Económico Mundial (2024)

Estos escenarios demuestran que la innovación y la digitalización no son una opción, sino una necesidad estructural para mantener la competitividad de México en la economía global. La capacidad del país para articular esfuerzos públicos y privados determinará la velocidad y profundidad de esta transformación.

6. Hoja de ruta (*roadmap*)

La siguiente hoja de ruta presenta una propuesta estratégica y temporalizada para avanzar hacia la industrialización del sector construcción en México durante el periodo 2025-2030. Su diseño parte del diagnóstico estructural previo y reconoce la heterogeneidad del sector, la alta participación de MiPyME y el papel estratégico de la obra pública como catalizador de la adopción tecnológica y la innovación productiva.

Fase 1. Preparación institucional y bases digitales (corto plazo: 2025-2026)

- **Objetivo:** Crear las condiciones mínimas habilitadoras para la adopción de la Construcción 4.0 en el contexto mexicano.
- **Acciones clave:** – Consolidar una política nacional de digitalización del sector construcción, liderada por SEDATU y SICT, con alcance federal, estatal y municipal. – Establecer el uso progresivo de BIM como requisito en proyectos de obra pública estratégica (infraestructura, vivienda social y equipamiento urbano). – Desarrollar estándares técnicos nacionales BIM México, interoperables con normas internacionales (ISO 19650). – Digitalizar procesos de licitación, supervisión y control de obra pública para mejorar transparencia y trazabilidad. – Crear programas piloto de industrialización ligera (prefabricación parcial) en vivienda social y parques industriales.
- **Actores principales:** – Gobierno federal y Gobiernos estatales – CMIC, colegios de ingenieros y arquitectos – Grandes empresas constructoras – Universidades públicas líderes.
- **Resultados esperados:** – Marco normativo inicial para la Construcción 4.0 – Incremento del uso básico de BIM en obra pública – Reducción de errores de diseño y sobrecostos tempranos.

Fase 2. Adopción tecnológica y desarrollo de capacidades (medio plazo: 2027-2029)

- **Objetivo:** Escalar la adopción tecnológica y reducir la brecha de competencias digitales del sector.
- **Acciones clave:** – Implementar programas nacionales de capacitación y certificación en BIM, gestión digital de proyectos,

IoT y MMC, orientados a ingenieros, técnicos y mandos medios. – Incentivar fiscalmente la inversión privada en innovación tecnológica (*software*, *hardware*, automatización y prefabricación). – Fomentar clústeres regionales de construcción industrializada, vinculados al *nearshoring* y a la infraestructura logística. – Integrar plataformas colaborativas digitales en al menos el 50 % de los proyectos de infraestructura pública. – Impulsar alianzas universidad-empresa para I+D aplicada en materiales, sostenibilidad y automatización.

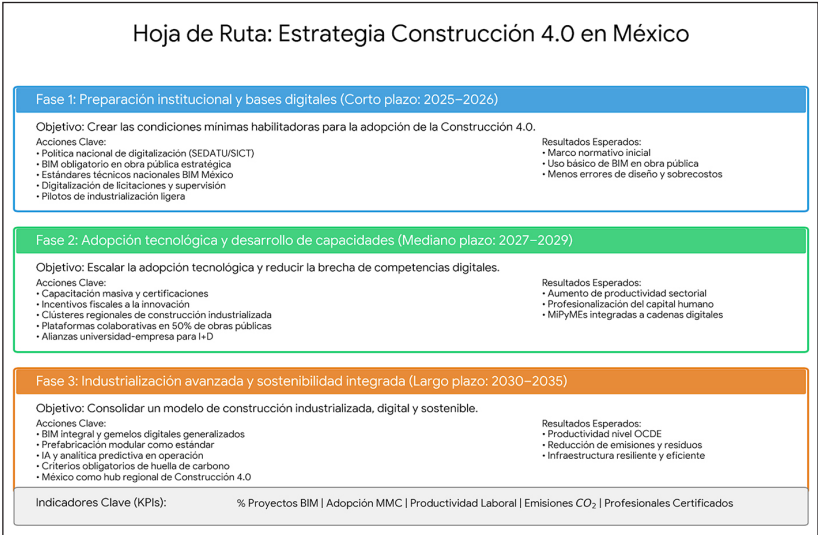
- Actores principales: – Secretaría de Economía y SHCP – Empresas constructoras medianas y grandes – Universidades tecnológicas y centros de investigación – Instituciones financieras y banca de desarrollo.
- Resultados esperados: – Aumento significativo de la productividad sectorial – Profesionalización del capital humano – Mayor participación de MiPyME en cadenas digitalizadas.

Fase 3. Industrialización avanzada y sostenibilidad integrada (largo plazo: 2030-2035)

- Objetivo: Consolidar un modelo de construcción industrializada, digital y sostenible a escala nacional.
- Acciones clave: – Generalizar el uso de BIM integral y gemelos digitales en proyectos de gran escala (transporte, energía, ciudades). – Expandir la prefabricación modular y los MMC como práctica estándar en vivienda, hospitales, escuelas e infraestructura urbana. – Integrar IA y analítica predictiva para planeación, mantenimiento y operación de activos públicos. – Establecer criterios obligatorios de desempeño ambiental y huella de carbono en proyectos constructivos. – Posicionar a México como *hub* regional de Construcción 4.0 en América Latina.
- Actores principales: – Gobierno federal – Consorcios constructivos e industriales – Organismos internacionales – Sector académico especializado.
- Resultados esperados: – Productividad comparable con países OCDE – Reducción sustancial de emisiones y residuos del sector – Infraestructura más resiliente, transparente y eficiente.
- Indicadores de seguimiento (KPI propuestos).
- Porcentaje de proyectos públicos con BIM obligatorio.

- Nivel de adopción de MMC en vivienda e infraestructura.
- Productividad laboral del sector construcción.
- Emisiones de CO₂ asociadas a la construcción.
- Número de profesionales certificados en competencias digitales.

Figura 2. Hoja de ruta de las Estrategias de innovación tecnológica e industrialización del sector construcción en México.



Fuente: elaboración propia

7. Conclusiones generales

La transición hacia la Construcción 4.0 en México representa un punto de inflexión para el desarrollo del país. El análisis realizado a lo largo de este capítulo demuestra que la digitalización, la industrialización y la innovación tecnológica no son procesos aislados, sino componentes integrales de una transformación estructural que abarca los ámbitos económico, social y ambiental.

En primer lugar, desde una perspectiva económica, la adopción de tecnologías digitales como BIM, IoT e inteligencia artificial permite incrementar la productividad, reducir costos y optimizar la planificación de proyectos. No obstante, su impacto pleno requiere la consolidación de un ecosistema de innovación

que articule la inversión privada con políticas públicas coherentes y mecanismos de financiamiento orientados a la investigación aplicada.

En segundo lugar, la dimensión social de la innovación se relaciona con la formación de capital humano y la inclusión laboral. La digitalización no debe concebirse como un proceso excluyente, sino como una oportunidad para revalorizar el trabajo técnico y profesional mediante la capacitación, la certificación de competencias y la integración de nuevos perfiles laborales. La colaboración entre universidades, organismos empresariales y dependencias gubernamentales es fundamental para garantizar la pertinencia de la formación académica.

En tercer lugar, la dimensión ambiental se consolida como uno de los pilares de la Construcción 4.0. Los métodos modernos de construcción, la prefabricación modular y los gemelos digitales permiten reducir significativamente el impacto ecológico del sector. La incorporación de materiales sostenibles y la gestión digital de recursos fortalecen la resiliencia urbana y contribuyen a los compromisos nacionales en materia de cambio climático.

De forma transversal, el estudio evidencia que la innovación en la construcción es un proceso sistémico que exige cambios culturales, organizacionales y normativos. No basta con incorporar nuevas herramientas; es indispensable transformar las estructuras de gestión, comunicación y colaboración. La resistencia al cambio, la falta de estandarización y la fragmentación del sector siguen siendo los principales retos.

Por tanto, el futuro de la construcción mexicana dependerá de la capacidad del país para desarrollar un modelo de gobernanza digital, donde las tecnologías, las instituciones y el talento humano actúen de manera articulada. La visión de una Construcción 4.0 no debe limitarse a la eficiencia técnica, sino orientarse hacia una productividad con propósito: aquella que promueva ciudades más sostenibles, empleo digno y una infraestructura resiliente al cambio climático.

Finalmente, la evidencia sugiere que la transición hacia la Construcción 4.0 no es un destino, sino un proceso continuo de aprendizaje y adaptación. El desafío consiste en convertir la innovación en una práctica cotidiana, capaz de equilibrar el progreso económico con la responsabilidad social y ambiental. México posee el potencial, la capacidad técnica y el talento humano neces-

rios para liderar esta transformación; el reto es convertir la oportunidad en política pública y estrategia empresarial sostenida.

En suma, el aporte central de este capítulo radica en transitar del diagnóstico del rezago hacia la formulación de una propuesta estratégica de industrialización para el sector construcción en México. La hoja de ruta 2025-2030 ofrece un marco de acción concreto que permite articular innovación tecnológica, política pública y desarrollo de capacidades productivas. De este modo, la Construcción 4.0 se presenta no solo como una tendencia tecnológica, sino como una agenda de transformación estructural alineada con los objetivos del libro y con los desafíos del desarrollo nacional.

8. Referencias

- ANUIES (2025). *Informe sobre la formación de capital humano en ingeniería y arquitectura en México*. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.
- Banco Mundial (2025). *Productividad y digitalización en América Latina: Informe regional de infraestructura*. World Bank Publications.
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción [CMIC] (2025). *Diagnóstico de innovación y adopción tecnológica en la construcción mexicana 2025*. CMIC.
- Chesbrough, H. (2025). *Open Innovation in Construction Ecosystems: Collaborative Value Creation*. Harvard Business Review Press.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL] (2024). *Medición de la informalidad laboral en México 2024*.
- Drucker, P. (2024). *Innovation and Entrepreneurship: 21st Century Challenges*. Routledge.
- Foro Económico Mundial (2024). *Shaping the Future of Construction: Global Outlook 2024*. FEM.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2024). *Encuesta Nacional de Empresas Constructoras (ENEC) 2024*.
- McKinsey y Company (2024). *Reinventing Construction: The Next Decade of Productivity Growth*. McKinsey Global Institute.
- ONU-Habitat (2025). *Building Resilient and Sustainable Cities: Construction 4.0 in Latin America*. United Nations Human Settlements Programme.

Organización Internacional del Trabajo [OIT] (2025). *Employment and Skills for the Digital Construction Era in Latin America*. ILO Publications.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE] (2025). *Digital Transformation in Infrastructure and Construction*. OECD.

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [SEDATU] (2025). *Estrategia Nacional BIM México* (ENBIM 2025).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT] (2025). *Inventario Nacional de Emisiones y Residuos del Sector Construcción*.

Mantenimiento inteligente en máquinas *vending*: Quick Service® e innovación en comunicación en línea

JOAQUÍN ALBERTO MARTÍNEZ MARTÍNEZ
ILEANA SERRANO FRAIRE

1. Introducción

Las máquinas *vending* son equipos electrónicos con aceptación de todo tipo de divisas, las mismas generan ventas a través de una comunicación MDB, la cual, crea interacción entre los equipos de cobro que son monedero, billetero y ahora equipo para aceptación de tarjetas de crédito. Estas máquinas cuentan con bandejas de dispensación rígidas para bebidas y movibles para snacks y productos similares. Las máquinas *vending* son de distintos tipos: con refrigeración, sin refrigeración, de congelación, con elevador, sin elevador, pantallas y más.

Estas máquinas poseen tecnología de *sensit*, que permite identificar la caída de productos en la bandeja de salida, detectando la compra de un producto y, en caso contrario, la devolución del dinero dispensado, aunque sea con tarjeta de crédito. La operación de *vending* como tal, trata de una forma adecuada y rápida de comprar productos sin la necesidad de interactuar con un vendedor humano. En esencia, el *vending* consiste en la instalación de máquinas expendedoras que permiten a los consumidores adquirir productos de manera automática.

La máquina funge como un almacén externo al fijo para, así, poder expender todo tipo de productos que la operación contenga, normalmente se maneja mediante un conjunto de rutas de reparto que llevan producto consigo y rellenan las máquinas

contenidas en sus rutas. Estos equipos se distribuyen en la Ciudad, en donde estas se encuentren normalmente en lugares de alto flujo de personas como escuelas, universidades, maquiladoras, fábricas, aeropuertos y demás.

El funcionamiento de las máquinas expendedoras es bastante sencillo. Primero, el consumidor selecciona el producto que desea comprar a través de una interfaz de usuario. Luego, inserta el dinero o realiza el pago con tarjeta. Una vez que se ha completado el pago, la máquina dispensa el producto seleccionado. Algunas máquinas también permiten devolver el dinero o cancelar la transacción en caso de que el consumidor cambie de opinión.

Las máquinas *vending* ofrecen una serie de ventajas tanto para los consumidores como para los propietarios de negocios. Algunas de las principales ventajas son, la disponibilidad, ya que, el *vending* proporciona una forma rápida y conveniente de adquirir productos las 24 horas del día, los 7 días de la semana, sin necesidad de hacer cola o interactuar con un vendedor.

Otra de las ventajas es el ahorro de tiempo, ya que, eliminan la necesidad de esperar en una fila o buscar un vendedor. El *vending* permite a los consumidores ahorrar tiempo en sus compras diarias. Asimismo, ofrecen mayor variedad de productos, ya que contienen una amplia gama de productos, lo que brinda a los consumidores diversas opciones y la posibilidad de probar nuevas cosas.

1.1. *Vending*: los productos más vendidos

Las máquinas expendedoras venden una variedad de productos según el tipo de máquina y la ubicación. Algunos de los productos más comunes incluyen:

- *Refrescos y bebidas*: las máquinas expendedoras de bebidas ofrecen una selección de refrescos, agua, zumos y bebidas energéticas.
- *Snacks*: se pueden encontrar máquinas expendedoras que ofrecen una variedad de snacks como patatas fritas, chocolates, galletas, entre otras.
- *Café y té*: las máquinas expendedoras ofrecen café y té caliente, lo que permite a los consumidores disfrutar de una taza de su bebida favorita sobre la marcha.

- *Sándwiches y alimentos frescos*: en algunas ubicaciones, es posible encontrar máquinas expendedoras que ofrecen sándwiches, ensaladas y otros alimentos frescos para aquellos que buscan una opción más saludable.

Hoy en día, las máquinas *vending* han cambiado la perspectiva de los productos que van dentro de las mismas e innovando, como es el caso de los cosméticos, gorras, ropa e incluso en algunos países con medicamentos OTC (por sus siglas en inglés, *over the counter*).

El *vending* ofrece una serie de oportunidades de negocio para emprendedores y propietarios de pequeñas empresas. Algunas de las formas en que se puede aprovechar esta industria incluyen:

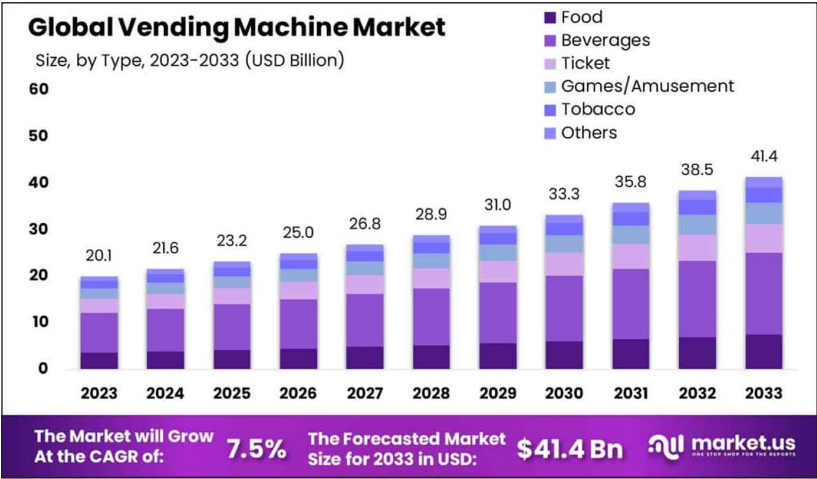
- *Compra y operación de máquinas expendedoras*: LOS emprendedores pueden comprar máquinas expendedoras y colocarlas en ubicaciones estratégicas para generar ingresos pasivos.
- *Franquicias de vending*: existen empresas que ofrecen oportunidades de franquicia en el sector del *vending*, lo que permite a los emprendedores aprovechar un modelo de negocio establecido y recibir apoyo continuo.
- *Venta de productos a máquinas expendedoras*: otra opción es suministrar productos a las máquinas expendedoras, ya sea produciéndolos o adquiriéndolos a través de proveedores mayoristas (Jofemar Corporacion, 2023).

1.2. Mercado

Se prevé que los ingresos del mercado mundial de máquinas expendedoras para el año 2033 lleguen a los 41,400 millones de dólares. Westomatic Vending Services lidera el mercado con una cuota del 15 %, estando, así, segmentado por regiones, siendo Norteamérica la que ostenta la mayor cuota de mercado con un 33 % de participación contra el resto del mundo. En el año 2019, la distribución de máquinas expendedoras en las distintas ubicaciones del sector mostró una asignación diversa entre varios canales de venta. En el mismo año, el sector de las máquinas expendedoras estaba compuesto principalmente por pequeños operadores, que generaban ingresos mensuales anuales inferiores al millón de dólares estadounidenses. Se prevé que los ingre-

sos por minoristas en China para el año 2027 supere los 73.930 millones de yuanes. La figura 1 muestra el mercado global del Vending Machine.

Figura 1. Mercado global del vending machine



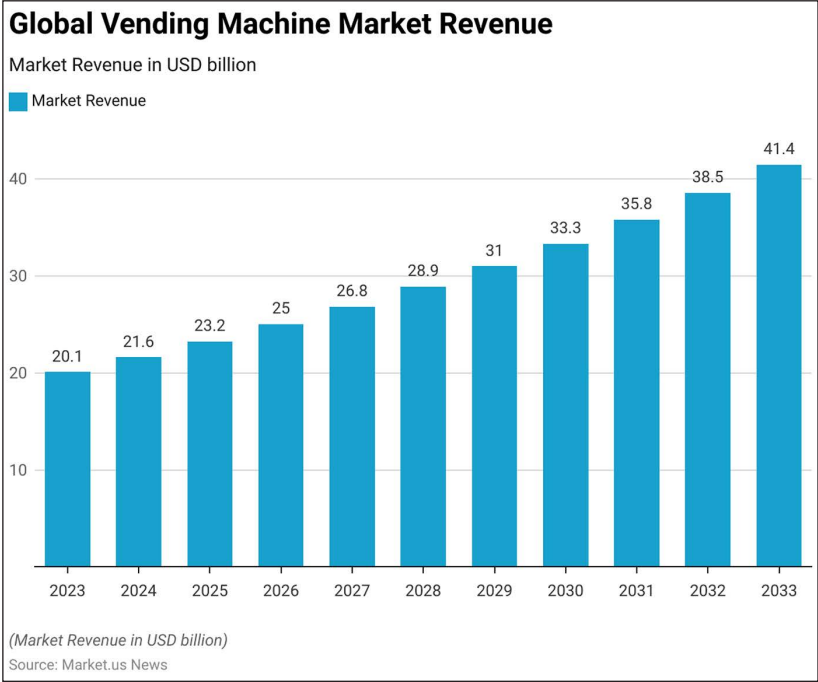
Fuente: MARKET.US (2025)

1.3. Estadísticas del mercado mundial de máquinas expendedoras

El mercado mundial de máquinas expendedoras ha demostrado un crecimiento constante durante la última década, con una tasa de crecimiento anual compuesto (TCAC) del 7,5 %. En 2023 , los ingresos del mercado se registraron en 20.100 millones de dólares. Se prevé que esta tendencia alcista continúe, con ingresos que se espera alcancen los 21.600 millones de dólares en 2024 y los 23.200 millones de dólares en 2025. Para 2026, el mercado crecerá hasta alcanzar los 25.000 millones de dólares, aumentando posteriormente a 26.800 millones en 2027 y a 28.900 millones en 2028. Para 2030, se prevé que este impulso se mantenga, con ingresos que ascenderán a 31.000 millones de dólares en 2029 y a 33.300 millones de dólares. Se espera que el mercado alcance los 35.800 millones de dólares en 2031 y los 38.500 millones de dólares en 2032 , culminando en unos ingresos estimados de 41.400 millones de dólares en 2033. Esta trayectoria de crecimiento refleja la creciente demanda mundial de máquinas

expendedoras, impulsada por los avances tecnológicos y las preferencias de los consumidores por la comodidad. La figura 2 muestra los ingresos globales del mercado del *vending*.

Figura 2. Ingresos globales del mercado del *vending*



Fuente: MARKET.US (2025)

1.4. Panorama competitivo del mercado mundial de máquinas expendedoras

El mercado mundial de máquinas expendedoras está dominado por varios actores clave. Westomatic Vending Services lidera el mercado con una cuota del 15 %, le siguen de cerca The Azkoyen Group y Royal Vendors, cada una con un 14 % del mercado. Glory Ltd. Con una participación del 13 %, mientras que Sanden Corporation representa el 11 %. Seaga Manufacturing y Orasesta SpA poseen cada una el 9 % del mercado. Fuji Electric Co., Ltd. posee una participación del 8 % , y Cantaloupe, Inc. posee una participación del 7 %. Estas empresas representan en conjunto una parte sustancial del mercado mundial de máquinas ex-

pendedoras, impulsando la innovación y el crecimiento en el sector.

El mercado mundial de máquinas expendedoras está segmentado por regiones, siendo Norteamérica la que ostenta la mayor cuota de mercado con un 33.0%.

La región de Asia-Pacífico (APAC) le sigue de cerca, representando el 28.0% del mercado. Europa también tiene una presencia significativa, con una participación del 25.0% Sudamérica y Oriente Medio y África (MEA) representan porciones más pequeñas del mercado, con cuotas del 7.1 % y el 6.9 %, respectivamente. Esta distribución regional pone de relieve la amplia adopción y el potencial de crecimiento de las máquinas expendedoras en diferentes partes del mundo (Pangarkar, 2025)

1.5. Mantenimiento preventivo y correctivo de máquinas *vending*

Los servicios de mantenimiento o reparación de fallas de máquinas expendedoras o *vending* ofertados por los proveedores, siempre han presentado tiempos de comunicación entre el operador y la empresa proveedora del servicio largos y deficientes, los cuales, provocan pérdidas económicas por cada minuto que la misma se encuentre fuera de servicio.

Esto debido a que las fallas principales comprenden desde la falta de mantenimiento físico, como el cambio de partes por defecto, desgaste o vandalismo, errores en la aceptación de billetes o monedas, pérdida de comunicación con internet, así como la falta de precisión o pérdida completa de la geolocalización de la máquina. Asimismo, se suman factores humanos como la falta de capacitación del operador que surte la mercancía en las expendedoras.

En este sentido, se observan grandes brechas de tiempo desde que se reporta un problema hasta que el operador responde y la empresa proveedora de servicios proporciona una respuesta. Es complicado calcular el número de ventas perdidas y el dinero asociado a ellas, para ello, sería beneficioso contar con transformación digital empresarial, representada por el desarrollo de una aplicación móvil que proporcione la geolocalización, estado técnico y físico detallado de la máquina reportada, junto con un historial completo de los servicios previamente realizados. Esto

permitiría determinar si la maquina salió en óptimas condiciones de la planta de fabricación, si está siendo víctima de vandalismo por parte del usuario *vending* que la usa, o si simplemente está siendo mal operada por quien la suministra de productos. Así, las pérdidas económicas se convierten incalculables, por lo que es necesario encontrar una solución.

El servicio posventa es considerado un motor esencial para generar futuros negocios y mantener el mismo, cuando en la empresa proveedora de equipos *vending* se genera una venta se hace todo el servicio de configuración, rotulación, capacitación e instalación para ponerla en línea para la venta de los productos que la misma contenga, de ahí es muy probable que no se vuelva a saber del cliente a menos que exista una garantía que cubrir o un problema mayúsculo.

El problema principal recae en la falta de preparación del equipo, la falta de atención de las necesidades del cliente y sus tiempos, la atención en el precio del producto o servicio en lugar de su valor agregado, la falta de inversión en atención multicanal, la falta de consideración de las necesidades o problemas del personal, así como la existencia de procesos complejos y burocráticos y la falta de inversión o de recurrir a las métricas.

Como solución a esta problemática, se planteó la implementación de un servicio rápido, Quick Service®, para las máquinas *vending*, ya que representan un ahorro significativo en la operación diaria, los usuarios pueden solicitar asistencia de emergencia directamente desde los teléfonos móviles para cualquier falla detectada, ya sea por el técnico o por la persona encargada en las instalaciones o quien el momento la está utilizando como cliente, y esto no solo permite una atención inmediata y eficiente, sino que también ayuda a reducir ciertas fallas y mejorar la eficiencia del servicio.

En este sentido, este proyecto tuvo el objetivo principal de desarrollar una plataforma digital de detección de fallas técnicas en máquinas *vending* y de H.O.R.E.C.A., que se utiliza internacionalmente para referirse al sector conformado por hoteles, restaurantes y cafeterías o servicios de catering, y representa uno de los segmentos más dinámicos dentro de la industria de la hospitalidad y el consumo fuera del hogar. El desarrollo de esta aplicación fue a través de la correlación de información de ventas y atención al cliente con finalidad de disminuir costos y ganar productividad al cliente mejorando la rentabilidad de sus ventas.

Esta plataforma se generó bajo el nombre de Quick Service®, que es una marca registrada, y protegida por derechos de autor ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) y el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR), a favor de la empresa Expendedores Inteligentes S.A. de C.V. Esta aplicación generó un control total del trabajo técnico que se realiza en la empresa, dentro de equipos *vending* que se comercializan, y de manera principal, se convirtió en un reportador de los problemas que tienen en el día cuando estos equipos están trabajando para el consumidor final, a través un código QR que almacena la información de origen de cada uno de los equipos en donde esté contenido.

El desarrollo de Quick Service® se llevó a cabo mediante el levantamiento de datos y requerimientos del programador para el diseño de la plataforma mediante la caracterización y análisis de órdenes de servicio, buzón de atención, número de servicios por técnico, reporte de ventas en partes y accesorios, para identificar los datos a relacionar y establecer las especificaciones técnicas de la plataforma. Asimismo, se llevó a cabo el diseño y programación de la plataforma en los sistemas operativos IOS y Android y posteriormente se llevó a cabo la validación y puesta en marcha de la plataforma se mostrarán más adelante.

Quick Service® es una aplicación dedicada en su totalidad a tener comunicación entre proveedor y cliente con la finalidad de generar servicios, mantenimientos e ingresos para la empresa proveedora de este resolviendo de primera mano la pérdida del cliente, así como el correcto funcionamiento del equipo *vending* en cuestión evitando la pérdida de recursos día a día por las siguientes razones:

- Falta de mantenimiento preventivo.
- Falta de mantenimiento correctivo.
- Falta de conocimiento de alguna falla a distancia.
- Errores en programación del equipo.
- Incapacidad de encontrar un técnico experto en solución de fallas *vending*.
- Falta de actualizaciones en equipos de cobro.

Estos son evitados al momento de escanear el código colocado en el equipo *vending* y reportar una falla en el momento, per-

mitiendo al dueño de la máquina saber en tiempo real de la misma e ir a solucionarla o, en su caso, llamar a la empresa operadora de Quick Service® para solucionar el problema. Al mismo tiempo, en caso de no tener una falla reportada el sistema operativo de la *app*, manda señales programadas al dueño de la máquina y al proveedor del servicio para dar mantenimiento requerido al tiempo de instalación del equipo.

Con la implementación de la plataforma se buscó generar ingresos para la empresa mediante la venta de servicios técnicos por medio de la aplicación, así como por venta de partes, accesorios y recambio de equipos *vending* por determinado uso.

2. Marco conceptual y metodológico

Una *app* es una aplicación de *software* que opera independientemente de la funcionalidad técnica de un sistema operativo, ofreciendo funciones específicas que no forman parte del mismo sistema. Las aplicaciones otorgan características únicas que solo están disponibles una vez que se instalan.

El uso de una aplicación de servicio en mantenimiento técnico para la industria de electrónicos funciona mediante CRM (por sus siglas en inglés, *customer relationship management*) como método de control, seguimiento y ventas, y lo hace de manera eficiente. Un CRM es un *software* destinado a administrar la relación con los clientes y posibles clientes convirtiéndose en un modelo de gestión corporativo o de administración para un negocio basado, valga la redundancia, en la relación con los clientes.

El objetivo de las aplicaciones es otorgar soluciones específicas para los problemas y requisitos de los usuarios, la atención se centra en resolver necesidades claramente definidos.

Según resultados del estudio *Growing the Digital Business: Spotlight on Mobile Apps*, de Accenture, el 87 % de las grandes empresas coinciden en que las aplicaciones móviles son necesarias para aprovechar plenamente los beneficios de las tecnologías digitales. Sin embargo, aún con esta tendencia cada vez más marcada en los negocios, el informe da a conocer que las aplicaciones móviles todavía no son aprovechadas en su totalidad.

En este estudio, el 46 % de los encuestados reporta que utiliza en la empresa aplicaciones de productividad, el 44 % de ventas,

servicio al cliente e información y el 43 % de gestión u operación (The Logistics World, 2015).

2.1. Enfoque aplicado

La *app* de Quick Service® trabaja de manera independiente a Exinsa (Expendedores Inteligentes, S.A. de C.V.), su propietaria, ya que es un rastreador de equipos provistos por la empresa y de manera conjunta al tenerlos a disposición como un generador de servicios y venta de partes y accesorios para estos, teniendo una base de datos amplia para el correcto funcionamiento de estas por el buen estado de mantenimiento generado a través de Quick Service®.

2.2. Todos ganan

Exinsa genera fidelidad y pertenencia mediante Quick Service®, así como la generación de recursos económicos por la venta de servicio acompañado de partes, accesorios y refacciones. El cliente de Exinsa, gana al generar un control de sus propios equipos por geolocalización, fecha de embarque y series, así como por evitar tiempos muertos de venta por fallas presentadas en la operación del día a día, tener sus equipos actualizados cuesta y esto lo limita y administra Quick Service®.

3. Desarrollo del proyecto

Las pérdidas de los clientes por falta de seguimiento en actividades de mantenimiento y reparación de los errores en máquinas expendedoras, así como la pérdida de comunicación con los mismos, genera reducción de ventas, de servicios y de posibles recompras en el futuro por falta de un soporte técnico.

El problema se origina cuando al momento de leer los estados financieros de la empresa Expendedores Inteligentes S.A. de C.V. aparecen las cuentas corporativas con un balance del 75 % con respecto a los clientes particulares, es decir, el peso en facturación de los clientes corporativos es prácticamente el total de las ventas originadas por servicios, refacciones y accesorios.

Expendedores Inteligentes S.A. de C.V. es una empresa que comenzó a operar maquinas *vending* en el estado de Jalisco hace

más de veintiún años en el sector *vending*, la operación de *vending* es diferente a la distribución de esta, dado que cuando se opera se hace planeación de ruta, de compras y un sistema de control de inventarios tanto *in house* (bodega/matriz) como en *second place*, que es en la misma máquina, que actúa como un segundo almacén.

La distribución de *vending* trabaja a través de distribuidores seleccionados a nivel nacional por las diferentes marcas en la industria de *vending* a nivel mundial, para ser seleccionado por ellas se debe cumplir con una certificación en la operación del negocio que permita el entendimiento de los problemas.

Con requisitos como:

- Capacidad financiera
- Instalaciones certificadas
- Disponibilidad de personal calificado
- Equipo especializado en transporte

Estos requerimientos permiten diagnosticar y trabajar presupuestos anuales con cada uno de los proveedores, que en este caso son máquinas *vending*, accesorios, refacciones, equipos de cobro tanto monederos/billeteros como, actualmente, tarjeteros.

Una vez explicado la operación y distribución en el sector de *vending*, se puede seccionar el rubro en el que actualmente figura Expendedores Inteligentes S.A. de C.V., que es el de distribuidor.

Quick Service® la *app* que nació como una plataforma de fidelización de clientes por contacto a través de esta se ha vuelto un instrumento valioso para la captación de servicios y generación de nuevos clientes, ya que la misma es de uso gratuito para los clientes de Exinsa, hoy en día todos los equipos que llegan al almacén Exinsa para servicio y mantenimiento, así como para todos los equipos nuevos que salen al mercado con diferentes clientes.

Hoy en día, en la empresa se encuentra una base anidada en la nube de la aplicación de más de 3000 equipos que para (EXINSA) significan 3000 oportunidades de venta, la misma trabaja como un organizador de servicios en donde se han hecho varias actualizaciones durante los 2 años y medio que tiene de uso general.

Quick Service® trabaja en IOS y Android, siendo muy versátil y adaptable para cualquier tipo de cliente que interactúe con

ella, el registro de alertas nos ha permitido generar comunicación constante con nuestros clientes y poder no solo depender de una llamada de servicio, sino de un trabajo por parte nuestra de seguimiento y cierre de venta de servicios.

Quick Service® es un proyecto que inició en 2021 y a la fecha se encuentra vigente. Nació como un proyecto pensado al momento de comenzar la maestría en Dirección y Desarrollo de la Innovación de la Universidad de Guadalajara, que, sin duda, la estructura de esta fue acompañada del conocimiento obtenido en las diferentes materias cursadas durante la misma. Este acompañamiento incorporó desde la investigación para indagar si existía algo similar en el mercado, o en su momento decidir qué tipo de tecnología poder usar para llevar un proyecto a ser una realidad que hoy en día, a 2025, trabaja y monetiza.

Investigar los posibles registros ante el IMPI e INDAUTOR u otros medios de registro de la propiedad intelectual empujó a la empresa a analizar el abanico de opciones para saber dónde tenía que ser clasificada y registrada la *app*, para, así, poder trabajar de manera segura y hacer un plan de inversión concreto sobre ella.

Hoy en día la administración de proyectos lleva a la empresa a generar ingresos en Quick Service® que antes dependían de una llamada telefónica y no de una aplicación que nos da acceso a nuestros clientes de manera inmediata.

Este proyecto se intercepta naturalmente con el El Modelo Mexicano de Innovación: La PENTAhélice y la Innovación Abierta, socializado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) del Gobierno de México, en donde, como su nombre lo indica, considera 5 hélices para llevar a cabo la innovación abierta. Es decir, Academia o Sector Educativo, Empresa y su relación con la economía, Gobierno, Sociedad y el cuidado del Medioambiente. Este modelo fue impulsado en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, por lo que se reflejó claramente en la política pública federal y los programas e instituciones correlacionados en la dinamización del sistema (SECIHTI, 2025).

En este sentido, este proyecto se relaciona con cada una de las hélices mostradas a continuación.

3.1. La Academia y el desarrollo de capacidades de innovación y habilidades blandas en la dirección del proyecto

La investigación y desarrollo tecnológico en la creación de Quick Service® ha sido creada a partir del aporte que la Maestría en Dirección de Innovación y Diseño, aportando capacidades de innovación y el desarrollo de habilidades blandas en la dirección del proyecto, aportando claridad en el proceso de registro de manera profesional de esta, así como de investigación de mercado con distintos medios de búsqueda a nivel no solo nacional, sino internacional, la implementación de metodologías de la innovación, la bases par el registro de la propiedad intelectual, incluyendo criterios para registro ante IMPI e INDAUTOR. Resaltando entonces el desarrollo de capacidades técnicas y directivas, fundamentales para estructurar la *app* como producto tecnológico escalable.

3.2. La empresa como ejecutor del proyecto y rentabilidad financiera

Exinsa, propietaria de Quick Service®, genera el 80 % de sus servicios de mantenimiento a través de la aplicación generando ingresos no solo en la mano de obra, sino en traslados, venta de partes, accesorios y refacciones con la misma, eso sin contar que las actualizaciones van acompañadas de nuevos módulos en donde uno de ellos es el pago de servicios a través de la *app* del técnico generando recursos más pronto y apertura del abanico de pagos para el solicitante. El proyecto fortaleció la competitividad de la empresa, generando nuevos ingresos y convirtiéndola en un diferenciador estratégico frente a otros proveedores que todavía operan con sistemas tradicionales, por lo que, dinamizó el ecosistema de innovación empresarial y, por tanto, incrementó su sostenibilidad financiera.

3.3. El Gobierno y su transformación digital

La comunicación hoy en día es parte esencial del buen funcionamiento de cualquier organismo, Quick Service® hoy en día trabaja de manera exclusiva como un reporteador y base de datos para Exinsa, su propietaria, pero al mismo tiempo es una plataforma

abierta y adaptable para distintos proyectos gubernamentales. Como en caso del Municipio de Zapopan, que hoy en su área de Reto Zapopan, tiene un área de exhibición para nuevos productos a través de máquinas *vending* en donde el emprendedor puede exhibir y comercializar sus propios productos y tomar el *vending* como un canal de venta especial. Así, la *app* contribuye a la digitalización del sector *vending* y del comercio minorista y se alinea con esfuerzos de innovación pública. Esta tecnología puede ser adaptada, además, como herramienta de control, trazabilidad y operación en proyectos municipales o estatales vinculados con automatización, reportes ciudadanos o gestión de infraestructura.

3.4. La sociedad y su respuesta a la transformación digital

Quick Service® responde a toda persona que llegue a adquirir algún bien a través de una máquina *vending*, no solo la experiencia de hacerlo en la máquina, sino como un medio de garantizar el correcto funcionamiento de esta. Permitiendo, así, generar confianza en el negocio y en el usuario, ya que ellos mismos tienen la capacidad de poder reportar cualquier tipo de falla sucedida en su experiencia de compra, y, garantizar su operación ya sea en moneda o en el producto deseado.

3.5. El cuidado del medioambiente y la transformación digital

Quick Service® participa de manera activa en la reducción de huella de carbono, ya que el utilizar la aplicación genera no tener movimientos en falso para revisar alguna falla, el movimiento es garantizado, ya que, hay una solicitud real de la misma. El no contar con la aplicación, genera una ruta de técnicos por la ciudad que cuesta quema de combustible, tiempo, ruido y servicios en falso, por lo que se alinea con modelos de movilidad inteligente y transición hacia operaciones más sostenibles.

4. Resultados y discusión

Los resultados de la APP han sido satisfactorios en muchos aspectos y de valía para muchos de nuestros clientes como un va-

lor agregado de trabajar con Exinsa. En lo económico como se ha mencionado anteriormente, ha sido un generador de servicios con costo, así como un vendedor de partes y accesorios, que ha permitido generar ingresos importantes para la empresa que antes no estaban presupuestados por la falta de comunicación con los clientes o la pérdida de los mismos. De manera tecnológica Exinsa es la única empresa *vending* a nivel México que utiliza una aplicación propia para la gestión de mantenimientos preventivos y correctivos de las máquinas vendidas a sus clientes, este recurso nos pone a la vanguardia de muchas empresas que proveen el mismo tipo de equipos sin ese soporte que nosotros otorgamos. La propuesta tecnológica de Quick Service® constituye un caso ejemplar de innovación aplicada donde convergen los cinco actores del ecosistema. La academia aporta el marco metodológico; la empresa el contexto operativo y la escalabilidad; el Gobierno, los mecanismos de articulación; la sociedad, la validación y la adopción práctica; y el medioambiente, una orientación hacia la reducción de impactos negativos reduciendo, así, la huella de carbón, representada por el ahorro de combustible en los traslados previos de evaluación de las fallas técnicas en físico. Esta integración demuestra que Quick Service® no es solo una aplicación, sino un modelo de innovación abierta que transforma procesos, fortalece cadenas de valor y contribuye al desarrollo responsable del sector *vending* y HORECA

5. Conclusión

Generar una base de datos en cualquier empresa genera una interrogante del cómo hacerla, cual es la mejor opción, de qué manera hacerla, como ejecutarla y de ahí se generan varias preguntas como:

- ¿La manera en que utilizo mi base de datos es la correcta?
- ¿Cómo hago efectiva mi base de datos?
- ¿Cómo evito que mis clientes se vayan con la competencia?

Como estas preguntas, surgen muchas más, el origen de la misma surge de una necesidad de conservar clientes, de generar más ingresos, sobre todo, de generar fidelidad por parte del

cliente hacia Exinsa y ese puente hoy en día se llama Quick Service® que ha creado una alternativa de control y seguimiento para todos nuestros clientes y para la empresa misma. Es decir, un medio de comunicación digital sin llamadas de servicio, sino solicitudes a través de la *app* con registro de estos y seguimiento es algo que, sin duda, ha evolucionado al interior de Exinsa y al exterior de la industria *vending*, ya que cada vez es más solicitada.

Quick Service® es una aplicación que no solo está diseñada para *vending*, sino que puede tener muchos usos más en diferentes tipos de industria como la vehicular, la industrial o incluso la ambiental, Quick Service no solo es una base de datos, es un reporteador de necesidades reales con seguimiento de las mismas, su versatilidad puede trabajar en muchos ámbitos del día a día con muchos tipos de usuarios que buscan simplicidad y tecnología en un mismo lugar con capacidad de generar y eso es lo que ofrece Quick Service al público en general.

6. Referencias

- Jofemar Corporación (2023, 23 de sept.). *¿Qué es el vending y cómo funciona?* <https://jofemar.com>
- MARKET.US (2025, 14 de enero). *Vending Machine Market to Reach USD 41.4 Billion by 2033*. https://market.us/press-release/vending-machine-market/#utm_source=chatgpt.com
- Pangarkar, T. (2025, 13 de enero). *Estadísticas de máquinas expendedoras 2025 por tipo, tecnología y servicio*. https://www-news-market-us.translate.google/vending-machine-statistics/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc
- SECIHTI (2025, 14 de enero). *El Modelo Mexicano de Innovación: La PENTAhélice y la Innovación Abierta*. <https://secihti.mx/conahcyt/areas-del-conahcyt/desarrollo-tecnologico-e-innovacion>

Aplicación de menús de realidad aumentada en la actividad restaurantera: propuesta de innovación a través de sitios web

FERNANDO ISRAEL PARTIDA ISLAS
LUIS GERARDO VALLE CERVANTES

1. Introducción

La transformación digital ha modificado sustancialmente las dinámicas empresariales en el sector servicios. En el ámbito gastronómico, los restaurantes han adoptado tecnologías que facilitan la interacción, la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente. En este contexto, la realidad aumentada (RA) se presenta como una herramienta disruptiva capaz de fusionar lo físico y lo digital, permitiendo al usuario experimentar los productos culinarios antes de consumirlos.

Vancouver, reconocida por su diversidad cultural y su posición como destino turístico internacional, ofrece un contexto ideal para aplicar la RA como solución tecnológica. La ciudad alberga una población multicultural en la que confluyen distintos idiomas, hábitos y expectativas gastronómicas. Esto plantea un desafío comunicativo que afecta directamente la calidad de la experiencia del usuario en los restaurantes.

A partir de esta necesidad, se desarrolló un proyecto de innovación orientado a mejorar la comunicación visual y la experiencia del cliente mediante la implementación de menús digitales con RA integrados en sitios web. La propuesta no solo responde a las demandas del mercado, sino que alinea sus objetivos con principios de sostenibilidad y accesibilidad.

El capítulo que se presenta a continuación tiene como propósito difundir los resultados y aprendizajes de este trabajo recepcional, mostrando cómo el proceso de innovación centrada en el usuario permite diseñar soluciones tecnológicas efectivas, sostenibles y transferibles a otros sectores del turismo y los servicios digitales.

2. Planteamiento del problema

El desarrollo de experiencias gastronómicas internacionales afronta un obstáculo recurrente: la barrera idiomática. En ciudades multiculturales como Vancouver, los menús impresos tradicionales suelen estar únicamente en inglés, lo que limita la comprensión de los turistas y afecta la percepción de calidad del servicio. Este problema no solo impacta en la experiencia del cliente, sino también en la rentabilidad del negocio, al generar errores en los pedidos y reducir las probabilidades de recompra.

La falta de herramientas visuales interactivas que ayuden al comensal a comprender los platillos y sus características genera una desconexión entre la oferta del restaurante y las expectativas del consumidor. Asimismo, la pandemia de COVID-19 impulsó la adopción de soluciones digitales, pero la mayoría de ellas se limitaron a códigos QR o menús estáticos, sin aprovechar el potencial inmersivo que ofrece la RA.

Este contexto llevó a plantear la siguiente pregunta de investigación:

¿De qué manera la implementación de menús de realidad aumentada en sitios web restauranteros puede mejorar la experiencia del usuario y contribuir a la innovación tecnológica del sector gastronómico en Vancouver?

3. Justificación

La relevancia de este estudio radica en su contribución a tres dimensiones principales: tecnológica, económica y social.

En primer lugar, desde la *perspectiva tecnológica*, la RA representa un avance hacia la digitalización inteligente de los procesos

de atención al cliente. Permite la interacción directa con el producto y genera una experiencia inmersiva, intuitiva y atractiva.

En segundo lugar, desde el *ámbito económico*, la implementación de menús digitales reduce los costos operativos asociados a la impresión y renovación de materiales, además de mejorar la competitividad del restaurante al diferenciar su propuesta de valor.

Finalmente, en el *aspecto social*, la RA promueve la inclusión lingüística y cultural, permitiendo que los visitantes internacionales comprendan los menús sin depender de traducciones humanas. Asimismo, al sustituir materiales impresos, contribuye a la sostenibilidad ambiental.

Este proyecto también tiene un impacto académico al demostrar cómo metodologías de innovación, como el *design thinking* y el *user-centered design* (Singh y Kumar, 2025) pueden aplicarse con éxito en la industria restaurantera para generar soluciones tangibles y transferibles.

4. Objetivos

Objetivo general

- Desarrollar e implementar un prototipo de menú digital con realidad aumentada en sitios web restauranteros de Vancouver, con el propósito de mejorar la experiencia del usuario y promover la innovación tecnológica en el sector gastronómico.

Objetivos específicos

- Analizar las necesidades de comunicación y experiencia del usuario en restaurantes de Vancouver frecuentados por turistas extranjeros.
- Diseñar un modelo de menú interactivo basado en principios de usabilidad, accesibilidad y sostenibilidad.
- Implementar la tecnología de realidad aumentada utilizando herramientas web de libre acceso.
- Evaluar la aceptación, usabilidad y percepción de innovación mediante pruebas piloto con usuarios reales.
- Proponer estrategias de adopción tecnológica para restaurantes locales que busquen integrar la RA en su modelo de negocio.

5. Marco conceptual

5.1. Innovación tecnológica y transformación digital

La innovación tecnológica constituye uno de los pilares del desarrollo económico contemporáneo. De acuerdo con Schumpeter (1934), la innovación implica la creación de nuevos productos, procesos o modelos de negocio que transforman los mercados y generan ventajas competitivas sostenibles. En el contexto actual, la digitalización y el uso de tecnologías emergentes, como la realidad aumentada (RA), la inteligencia artificial (IA) y el Internet de las cosas (IoT), han permitido que las empresas reconfiguren la forma en que ofrecen valor a sus clientes.

En el sector gastronómico, la adopción tecnológica ha evolucionado desde sistemas de reservación en línea hasta plataformas de entrega a domicilio y menús digitales. Sin embargo, la integración de la RA representa un paso más allá: permite una *interacción multisensorial* entre el usuario y la oferta del restaurante, transformando la experiencia en un proceso inmersivo que combina información, estética y emoción.

Porter y Heppelmann (2017) destacan que la RA constituye una de las tecnologías con mayor potencial disruptivo, ya que combina el mundo físico con el digital y optimiza la forma en que las personas aprenden, deciden y consumen. Aplicada al ámbito gastronómico, esta tecnología posibilita que los comensales visualicen en tres dimensiones la presentación, los ingredientes y el tamaño real de los platillos, generando confianza y reduciendo la incertidumbre.

5.2. Experiencia del usuario (UX) y diseño centrado en el usuario (UCD)

El concepto de *experiencia del usuario* (*user experience*, UX) se refiere al conjunto de percepciones, emociones y respuestas que una persona experimenta al interactuar con un producto o servicio digital. Según Norman (2013), el diseño centrado en el usuario (*user-centered design*, UCD) debe garantizar que la tecnología se adapte a las necesidades, expectativas y limitaciones de las personas, y no al revés.

En este proyecto, la UX se consideró el núcleo de la innovación. El objetivo no era únicamente implementar una tecnología novedosa, sino hacerlo de manera que mejorara la comprensión, satisfacción y conexión emocional del usuario con el restaurante. Para lograrlo, se analizaron las etapas del recorrido del cliente (*customer journey*) y se identificaron los principales puntos de fricción durante la experiencia gastronómica: la falta de información visual, las dificultades idiomáticas y la ausencia de elementos interactivos.

El diseño del menú con RA incorporó principios de accesibilidad (uso de colores contrastantes, tipografía legible y navegación intuitiva), así como funciones de traducción automática para superar las barreras lingüísticas. Asimismo, se adoptó un enfoque *mobile-first*, asegurando que la experiencia fuera óptima en dispositivos móviles, los más utilizados por turistas.

5.3. Metodología *design thinking*

El *design thinking* se adoptó como la metodología principal para guiar el proceso de innovación. Esta metodología, propuesta por Brown (2008) y difundida por la Universidad de Stanford, se basa en cinco etapas iterativas: empatizar, definir, idear, prototipar y evaluar.

1. *Empatizar*: se realizó un diagnóstico de las necesidades de los usuarios mediante entrevistas y observación directa en distintos restaurantes del centro de Vancouver.
2. *Definir*: se identificó el problema central: la falta de comprensión de los menús por parte de los turistas debido a las barreras idiomáticas y la ausencia de recursos visuales.
3. *Idear*: se generaron múltiples soluciones posibles, como el uso de menús digitales, infografías, traductores integrados y, finalmente, la implementación de RA como herramienta interactiva.
4. *Prototipar*: se desarrolló un menú digital interactivo con modelos 3D de los platillos, accesible desde el sitio web del restaurante.
5. *Evaluar*: se aplicaron pruebas piloto con usuarios de diferentes nacionalidades para validar la usabilidad, comprensión y nivel de satisfacción.

El enfoque iterativo del *design thinking* permitió ajustar el diseño de la interfaz y las funcionalidades a partir de la retroalimentación de los participantes, garantizando que la solución final respondiera realmente a sus expectativas y limitaciones.

5.4. La realidad aumentada (RA) en el sector gastronómico

La realidad aumentada se define como la integración en tiempo real de elementos digitales en el entorno físico del usuario (Azuma, 1997). Esta tecnología utiliza dispositivos como *smartphones* o tabletas para superponer imágenes, videos o modelos tridimensionales sobre la visión del mundo real, creando una experiencia híbrida (De Santiago et al., 2025).

En la industria restaurantera, la RA puede aplicarse en tres dimensiones principales:

- *Visualización del producto*: mostrar modelos 3D de los platillos en tiempo real.
- *Educación y transparencia*: permitir al cliente conocer ingredientes, calorías o procedencia de los alimentos.
- *Interacción emocional*: fortalecer el vínculo entre el comensal y la marca mediante experiencias inmersivas.

Estudios recientes (Javornik, 2016) señalan que la RA incrementa la intención de compra y la percepción de calidad del producto, al generar un entorno de exploración y descubrimiento. En el caso de Vancouver, donde el turismo gastronómico está en auge, esta herramienta se convierte en un factor diferenciador y competitivo.

6. Marco metodológico

6.1. Enfoque y tipo de investigación

El presente estudio se enmarca en un *enfoque mixto*, combinando métodos cuantitativos y cualitativos. El diseño es de tipo *aplicado y descriptivo*, pues busca generar conocimiento útil que pueda implementarse directamente en el contexto real de la industria restaurantera.

El componente *cuantitativo* consistió en la aplicación de cuestionarios con escala de Likert a los usuarios que interactuaron con el menú digital. Los indicadores evaluados fueron: usabilidad, satisfacción, atractivo visual, comprensión y percepción de innovación.

El componente *cualitativo* se basó en entrevistas semiestructuradas y observación participante, permitiendo comprender en profundidad las emociones y expectativas de los usuarios.

6.2. Población y muestra

La muestra estuvo conformada por *turistas internacionales y residentes* en Vancouver, seleccionados bajo un muestreo intencional. Se priorizó la diversidad cultural y lingüística, integrando participantes de origen mexicano, japonés, coreano, brasileño, francés y canadiense.

En total, *35 participantes* tomaron parte en las pruebas piloto del prototipo. La heterogeneidad de la muestra permitió evaluar la aplicabilidad del sistema en contextos multiculturales y detectar patrones comunes de interacción.

6.3. Instrumentos de recolección de datos

Se utilizaron tres instrumentos principales:

- *Encuesta estructurada*: midió el grado de satisfacción e interés por la tecnología.
- *Entrevistas cualitativas*: exploraron percepciones, emociones y sugerencias.
- *Prueba de usabilidad*: observó la interacción directa con el menú RA, registrando tiempos de carga, navegación y errores.

Cada instrumento fue validado a través de una *prueba piloto*, lo que permitió ajustar las preguntas y los criterios de observación antes de la aplicación final.

6.4. Procedimiento de análisis de datos

Los datos cuantitativos se procesaron mediante análisis descriptivo y estadístico (frecuencias y porcentajes). Los datos cualitati-

vos se categorizaron temáticamente para identificar patrones y percepciones recurrentes. Posteriormente, se integraron ambos enfoques para obtener una visión holística de la experiencia del usuario.

6.5. Aplicación en las cinco hélices de la innovación

El proyecto se articula con el modelo de las *cinco hélices de la innovación*, el cual reconoce la interacción entre distintos actores para generar desarrollo sostenible (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000):

1. *Academia*: producción de conocimiento y validación metodológica.
2. *Industria*: aplicación práctica y adopción tecnológica en restaurantes locales.
3. *Gobierno*: alineación con políticas de innovación y transformación digital de Canadá.
4. *Sociedad civil*: promoción de accesibilidad, diversidad cultural e inclusión digital.
5. *Medioambiente*: reducción del uso de papel y fomento de la sostenibilidad.

Esta interconexión demuestra que la innovación no es un proceso aislado, sino el resultado de la colaboración multisectorial orientada al impacto social, económico y ambiental.

6.6. Desarrollo del caso Vancouver

Contexto geográfico y social

Vancouver es una de las ciudades más multiculturales del mundo y uno de los principales destinos turísticos de Canadá. De acuerdo con *Tourism Vancouver* (2024), la ciudad recibe más de 11 millones de visitantes anuales, provenientes en su mayoría de Asia, Europa y América Latina. Esta diversidad cultural ha generado un ecosistema gastronómico dinámico, donde la autenticidad, la innovación y la accesibilidad se han convertido en factores esenciales para la competitividad.

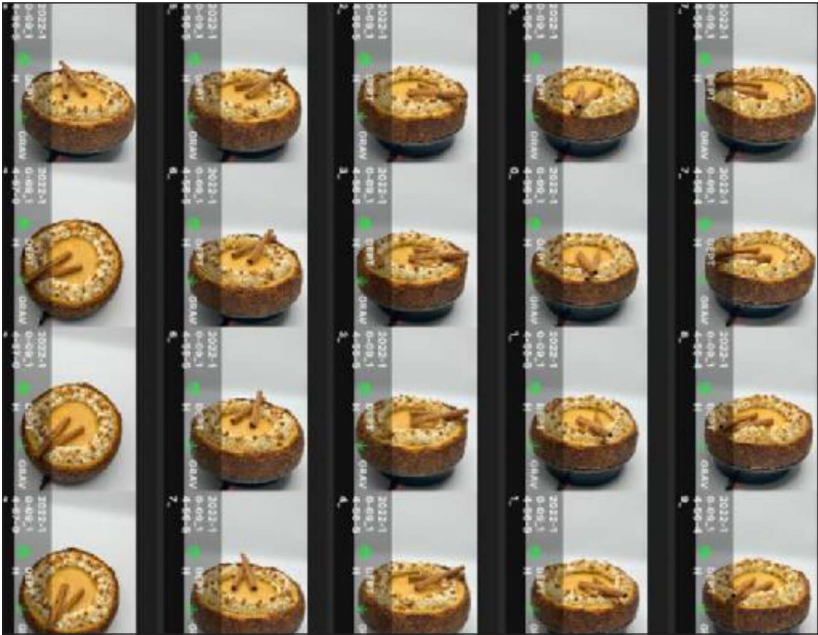
Sin embargo, esta misma diversidad representa un desafío para los restaurantes locales, que deben adaptarse a las necesida-

des de clientes con diferentes idiomas, hábitos alimenticios y expectativas sensoriales. En muchos casos, los menús tradicionales no logran transmitir adecuadamente la esencia del platillo ni los valores de la marca. Por ello, el proyecto desarrollado en Vancouver se centró en diseñar una herramienta digital que combinara innovación tecnológica, comunicación visual y empatía cultural (Alhama, Ruiz y Soler, 2024).

Diseño e implementación del prototipo

Cada platillo fue escaneado o modelado tridimensionalmente mediante fotogrametría, utilizando cámaras de alta resolución y *software* de reconstrucción digital (figura 1).

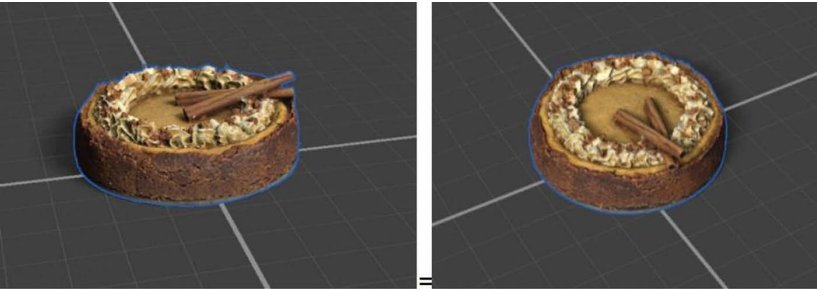
Figura 1. Fotogrametría para la generación del modelo 3D



Fuente: elaboración propia.

En el ejemplo se observa una tarta de canela y sus posibles transiciones en un espacio tridimensional. La relación con el espacio real a proyectar (espacio de referencia) se visualiza al detalle en la figura 2.

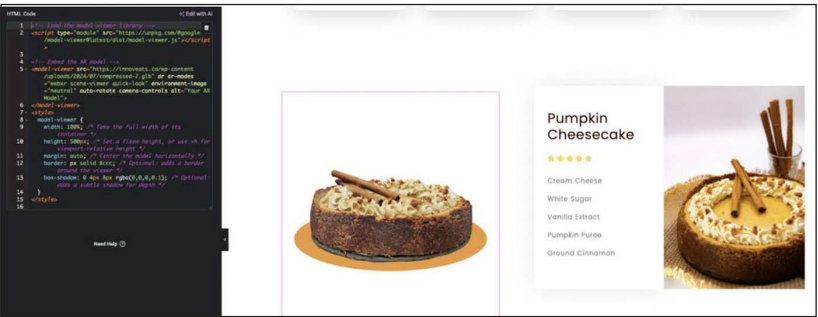
Figura 2. Transición de la fotogrametría a la creación de un modelo 3D



Fuente: elaboración propia.

El prototipo del menú digital fue desarrollado bajo los principios de *usabilidad*, *accesibilidad* y *estética minimalista*. Para garantizar su funcionalidad en múltiples dispositivos, se implementó mediante tecnologías web abiertas (*HTML5*, *CSS3*, *JavaScript*) y la librería *Model-Viewer*, la cual permite la visualización de modelos 3D en navegadores sin necesidad de aplicaciones externas (figura 3).

Figura 3. Implementación del modelo 3D en un sitio web utilizando la librería *Model-Viewer*

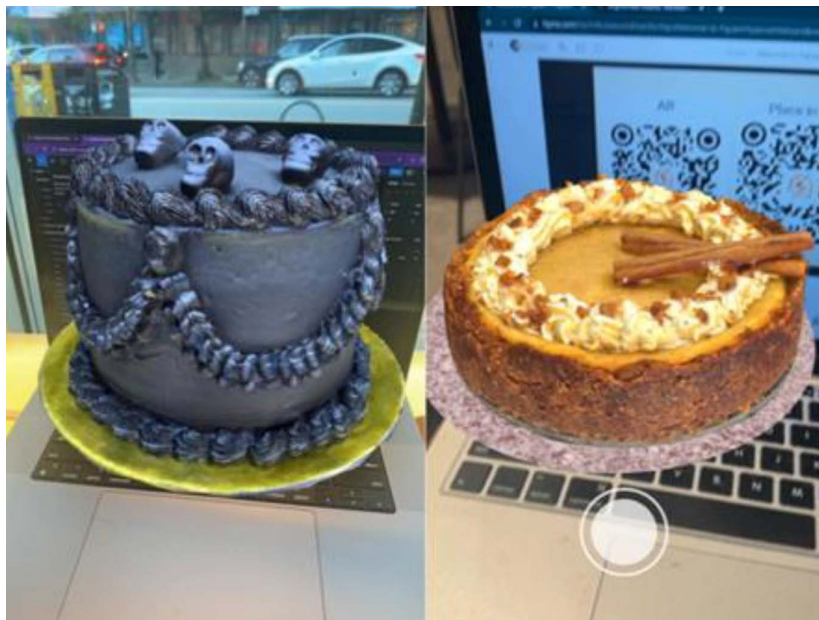


Fuente: elaboración propia.

La figura ilustra el proceso de integración de un modelo 3D, previamente optimizado, en un entorno web. Se muestra un fragmento del código HTML junto con una visualización del modelo 3D incrustado en la página web, así como la representación final del producto en el sitio.

El diseño gráfico del menú se inspiró en los principios de la *interfaz emocional* propuestos por Norman (2013), cuidando la armonía entre color, tipografía y jerarquía visual (figura 4).

Figura 4. Interacción del usuario con realidad aumentada para visualización de platillos



Fuente: elaboración propia

Nota: la imagen muestra a un usuario accediendo a un sitio web desde su laptop, donde escanea un código QR con su móvil para activar la realidad aumentada (RA).

La navegación se estructuró a partir de la simplicidad:

- Inicio con breve introducción del restaurante y su concepto.
- Sección de experiencias interactivas (modelos 3D y RA).

El menú fue optimizado para carga rápida (menos de 3 segundos) y se validó en diferentes navegadores y sistemas operativos (iOS, Android, Windows y macOS).

Validación con usuarios

La validación del prototipo se realizó en tres fases consecutivas (tabla 1):

- *Fase exploratoria:* se presentaron los primeros modelos 3D a un grupo reducido de usuarios ($n = 10$) para evaluar la reacción inicial y detectar posibles fallos técnicos.

- *Fase de prueba piloto*: se invitó a 25 usuarios internacionales a navegar por el sitio web y utilizar la función RA en distintos dispositivos. Se midió la facilidad de uso, el nivel de comprensión y la satisfacción general.
- *Fase de retroalimentación final*: los participantes respondieron una encuesta con 15 ítems basados en una escala de Likert de 1 a 5.

Tabla 1. Principales resultados cuantitativos

Indicador evaluado	Media (1–5) Interpretación
<i>Facilidad de uso</i>	4.7 Excelente usabilidad
<i>Claridad de información</i>	4.6 Comunicación efectiva
<i>Tiempo de carga</i>	4.5 Alta eficiencia técnica
<i>Satisfacción general</i>	4.8 Experiencia sobresaliente
<i>Intención de uso futuro</i>	4.7 Alta aceptación tecnológica

Estos resultados demuestran que la interfaz no solo fue bien recibida, sino que también superó las expectativas de la mayoría de los participantes. La puntuación más alta se registró en el indicador de satisfacción general (4.8), lo que indica una percepción positiva del sistema como herramienta útil, moderna y atractiva.

Principales resultados cualitativos

Los comentarios recopilados de las entrevistas resaltaron tres temas dominantes:

- *Comprensión visual mejorada*: los usuarios afirmaron que la visualización 3D les ayudó a «entender el platillo antes de ordenarlo» y «visualizar mejor las porciones».
- *Valor percibido de la marca*: participantes señalaron que «la tecnología da una impresión de modernidad y profesionalismo», aumentando la confianza hacia el restaurante.
- *Reducción de barreras lingüísticas*: los usuarios destacaron la utilidad del sistema de traducción automática, especialmente en menús con ingredientes complejos o nombres en italiano o francés.

Discusión de resultados

Los resultados obtenidos confirman la efectividad de la RA como herramienta de comunicación y experiencia en el sector gastronómico. Los usuarios no solo comprendieron mejor los platos, sino que también mostraron una mayor disposición a explorar y recomendar el restaurante.

Desde el punto de vista de la *teoría de la aceptación tecnológica (TAM)*, el menú digital cumplió con los dos determinantes principales del modelo:

- *Utilidad percibida*: los usuarios reconocieron que la herramienta facilita la comprensión y la toma de decisiones.
- *Facilidad de uso percibida*: la navegación fue intuitiva y agradable, incluso para personas con baja alfabetización digital.

A nivel organizacional, los restaurantes que adoptan este tipo de soluciones pueden mejorar sus indicadores de rentabilidad al optimizar los procesos de comunicación, reducir costos en impresión de menús y fortalecer la fidelización del cliente.

Comparación con estudios previos

Los hallazgos coinciden con investigaciones internacionales como las de Javornik (2016) y Billingham et al. (2015), quienes demostraron que la RA incrementa el involucramiento emocional del consumidor y la intención de compra. En este caso, los resultados confirman que la tecnología, cuando se implementa con enfoque empático y estético, puede transformar una necesidad práctica en una experiencia memorable (Corbetta y Shulman, 2002).

Asimismo, la propuesta se alinea con las tendencias globales de transformación digital sostenible. En lugar de adoptar tecnología por moda, la RA se introduce como respuesta estratégica a una necesidad concreta: mejorar la comunicación visual en un contexto multicultural y altamente competitivo.

Consideraciones sobre sostenibilidad e impacto ambiental

Uno de los aspectos más relevantes del proyecto fue la reducción del impacto ambiental. Al sustituir los menús físicos por versiones digitales interactivas, los restaurantes participantes eliminaron la necesidad de imprimir cientos de copias cada temporada.

Se estimó que, por cada restaurante que adopte este sistema, se pueden ahorrar *hasta 15.000 hojas de papel anuales*, equivalentes a una reducción de 80 kg de emisiones de CO₂ por año (según cálculos basados en *Environmental Paper Network, 2023*).

Además, el sistema digital facilita la actualización inmediata de precios, ingredientes o promociones sin generar residuos físicos, lo que refuerza el compromiso con los *objetivos de desarrollo sostenible* (ODS 9 y 12) de la ONU (2023).

7. Conclusiones

La realidad aumentada (RA) en la industria gastronómica se presenta como una herramienta de alto factor de innovación al permitir una interacción multisensorial que combina información, estética y emoción. Esta tecnología es capaz de transformar una necesidad práctica en una experiencia memorable, lo que genera un impacto positivo inmediato en la percepción de modernidad y profesionalismo de la marca.

Los datos muestran un incremento del 20% en la retención digital, definida como el tiempo promedio de navegación de los usuarios dentro del sitio web del restaurante. Este aumento se atribuye a que el diseño centrado en el usuario (UCD) redujo los puntos de fricción, como la falta de información visual y las dificultades idiomáticas, permitiendo que el usuario explorara el menú de forma lúdica y educativa. La visualización en 3D permite a los comensales observar el tamaño real, los ingredientes y la presentación de los platillos, esto genera confianza, un factor crítico para que el cliente se decida por opciones más costosas o desconocidas que normalmente no elegiría por miedo a una decepción visual o de porción.

El desarrollo e implementación de menús digitales con realidad aumentada (RA) en restaurantes de Vancouver demostró que la innovación tecnológica, cuando se orienta hacia las necesidades del usuario, puede generar impactos significativos en la experiencia gastronómica, en la percepción de marca y en la eficiencia organizacional.

La aplicación del enfoque *design thinking* permitió comprender el problema desde una perspectiva empática, construir soluciones viables y validar los resultados con usuarios reales. A tra-

vés de la metodología iterativa, el prototipo evolucionó de una simple idea a una herramienta funcional que resolvió problemas comunicativos y mejoró la satisfacción del cliente.

Los resultados cuantitativos evidenciaron *una alta aceptación tecnológica (media 4.7/5)*, una *reducción del 30 % en errores de pedidos* y un *incremento del 20 % en la retención digital* (tiempo promedio de navegación en el sitio web). Por su parte, los hallazgos cualitativos destacaron la relevancia de la claridad visual, la reducción de barreras lingüísticas y la sensación de confianza generada por la experiencia interactiva.

En términos estratégicos, la RA representa una herramienta con potencial de escalabilidad en la industria restaurantera. Su implementación no solo fortalece la relación con el cliente, sino que también posiciona al restaurante como referente de innovación y sostenibilidad. Una de las barreras de adopción más críticas en la RA es la resistencia del usuario a descargar aplicaciones adicionales solo para interactuar con un servicio efímero como un menú. La investigación aborda esta barrera de la siguiente manera:

- *Propuesta basada en Web (web-based RA)*: el prototipo desarrollado no requiere la descarga de ninguna aplicación externa. Se utilizó la librería Model-Viewer y estándares WebXR, lo que permite la visualización 3D directamente desde el navegador móvil del usuario (Safari, Chrome).
- *Facilidad de acceso*: el usuario simplemente escanea un código QR que lo dirige al sitio web, eliminando la fricción de entrar a una tienda de aplicaciones, crear una cuenta o consumir almacenamiento en su dispositivo. Esta estrategia es fundamental para superar la barrera de adopción y asegurar que el 93.3 % de los encuestados estarían dispuestos a usar este tipo de menú web en el extranjero.

A pesar de la facilidad de uso, se identifican desafíos técnicos y sociales persistentes, tales como:

- *Compatibilidad de hardware*: se observó que los dispositivos Apple (iOS) tuvieron un rendimiento de optimización del 86 %, mientras que marcas como Samsung o Xiaomi presentaron una disminución significativa en la efectividad, con solo la mitad de las respuestas positivas en comparación con Apple.

- *Conectividad*: la funcionalidad óptima depende de una conexión a internet robusta, lo cual puede ser un problema en locales con mala señal o para turistas sin planes de datos internacionales.
- *Resistencia al cambio*: existe un temor residual entre el personal y algunos clientes tradicionales que ven la tecnología como una amenaza o una complicación innecesaria, lo que requiere estrategias de capacitación y diseño extremadamente simplificado

Finalmente, este trabajo demuestra que la tecnología puede ser un medio para fomentar la inclusión cultural, la sostenibilidad ambiental y la competitividad económica. La RA, combinada con el diseño empático, constituye un modelo replicable que puede extenderse a otros sectores turísticos y de hospitalidad. La implementación de menús de RA integrados en sitios web (no en *apps*) representa un modelo replicable y sostenible para la industria turística en Vancouver y otras ciudades multiculturales. La capacidad de la RA para eliminar barreras lingüísticas (valorada positivamente por el 78 % de los usuarios) y mejorar la comprensión visual de los productos culinarios no solo eleva la experiencia del usuario (UX), sino que se convierte en un motor de conversión de ventas al generar la confianza necesaria para el consumo de platillos de mayor valor.

Este enfoque de innovación centrada en el usuario garantiza que la tecnología sirva como un puente comunicativo, reduciendo costos operativos por errores de pedido y posicionando al restaurante como un líder en modernidad y sostenibilidad ambiental al reducir el uso de papel

7.1. Recomendaciones adicionales de implementación

1. *Capacitación del personal*: es fundamental que los restaurantes capaciten a su equipo en el uso y mantenimiento del menú digital, asegurando su actualización constante y una correcta interacción con los usuarios.
2. *Optimización continua*: se recomienda monitorear métricas de rendimiento (tiempo de carga, conversiones, tasa de abandono) para mantener la eficiencia del sistema y garantizar una experiencia óptima en distintos dispositivos.

3. *Integración con marketing digital*: el menú con RA puede vincularse con campañas de redes sociales, posicionamiento SEO y Google Business Profile, ampliando su alcance y atrayendo nuevos clientes.
4. *Accesibilidad y traducción automática*: incorporar múltiples idiomas y opciones de accesibilidad para personas con discapacidad visual o auditiva fortalecerá el impacto inclusivo de la herramienta.
5. *Expansión del modelo*: se sugiere aplicar el modelo en otros contextos turísticos (hoteles, bares, cafeterías, aeropuertos) para evaluar su adaptabilidad y escalabilidad.
6. *Colaboración multisectorial*: la continuidad del proyecto podría fortalecerse mediante alianzas entre universidades, empresas tecnológicas y autoridades turísticas, integrando las cinco hélices de la innovación para su adopción sostenible.
7. *Difusión y transferencia de conocimiento*: promover publicaciones, talleres y seminarios que compartan la experiencia y los resultados obtenidos servirá para inspirar nuevas iniciativas de innovación gastronómica.

7.2. Limitaciones y futuras líneas de investigación

Entre las principales limitaciones del estudio se encuentra el tamaño reducido de la muestra y la falta de evaluación longitudinal. Si bien los resultados fueron positivos, sería recomendable realizar investigaciones a mayor escala, con muestras representativas de diferentes perfiles demográficos.

Asimismo, futuras líneas de investigación podrían centrarse en:

- El análisis neurocognitivo de la interacción usuario-RA para identificar patrones de atención y memoria.
- La incorporación de inteligencia artificial para personalizar la experiencia según las preferencias del usuario.
- La evaluación del impacto económico directo de la adopción de RA en el rendimiento financiero de los restaurantes.

Estas nuevas líneas fortalecerán el cuerpo teórico existente y abrirán el camino hacia modelos de innovación más integrales y predictivos.

7.3. Contribución a las cinco hélices de la innovación

El proyecto contribuyó activamente a las cinco hélices del modelo de innovación (tabla2):

Tabla 2. Detalle de contribuciones a las cinco hélices de la innovación

HÉLICECONTRIBUCIÓN	
Academia	Generación de conocimiento aplicado mediante la combinación de <i>design thinking</i> , UX y RA.
Industria	Adopción de herramientas digitales que mejoran la competitividad del sector gastronómico.
Gobierno	Alineación con las políticas canadienses de innovación y sostenibilidad tecnológica.
Sociedad civil	Inclusión cultural y lingüística en el acceso a servicios gastronómicos.
Medioambiente	Reducción del consumo de papel y promoción de prácticas ecológicas.

Esta sinergia reafirma el principio de que la innovación efectiva surge de la colaboración entre diversos actores sociales, económicos y académicos, cada uno contribuyendo desde su ámbito al desarrollo sostenible (Partida-Islas, 2024).

8. Referencias

Alhama, C. C., Ruiz, L. H. y Soler, I. R. (2024). Estrategias innovadoras de comunicación en el sector gastronómico: eventos 2.0 y realidad inmersiva. En: *Caer en la red con Inteligencia (Artificial)* (pp. 73-82). Marcial Pons. <https://doi.org/10.2307/jj.26844230.10>

Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>

Billinghurst, M., Clark, A. y Lee, G. (2015). A survey of augmented reality. *Foundations and Trends in Human – Computer Interaction*, 8(2-3), 73-272. <https://doi.org/10.1561/11000000049>

Brown, T. (2008). Design Thinking. *Harvard Business Review*, 86(6), 84-92. <https://doi.org/10.5040/9781474282932.0020>

Corbetta, M. y Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(3), 201-215. <https://doi.org/10.1038/nrn755>

- De Santiago, J. R. E., Aragonés, O. F. L. y Ruiz, D. P. T. (2025). Inteligencia artificial en el sector gastronómico: un estudio de adopción tecnológica en restaurantes de Ciudad Juárez, Chihuahua. *Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en la Administración de las Organizaciones*, 73. <https://doi.org/10.23913/9786078830541>
- Den Dekker, T. (2020). *Design thinking*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003154532-2>
- Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and «Mode 2» to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29(2), 109-123. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(99)00055-4)
- Javornik, A. (2016). Augmented reality: Research agenda for studying the impact of its media characteristics on consumer behaviour. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 30, 252-261. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2016.02.004>
- Norman, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things* (ed. revisada y ampliada). Basic Books. <https://doi.org/10.15358/9783800648108>
- ONU (2023). Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure>
- Partida-Islas, L. (2024). *Aplicación de menús de realidad aumentada en la actividad restaurantera: propuesta de innovación a través de sitios web* [tesis de maestría Universidad de Guadalajara].
- Porter, M. E. y Heppelmann, J. E. (2017). Why every organization needs an augmented reality strategy. *Harvard Business Review*, 95(6), 46-57.
- Singh, A. y Kumar, V. (2025). User-Centered Hospitality: UI/UX as the New Frontier in Hotel and Restaurant Innovation. En: *Open Innovation and Technology in Tourism and Hospitality* (pp. 395-410). IGI Global Scientific. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-8633-0.ch020>

SECCIÓN II: INNOVACIÓN FRUGAL
Y RESILIENCIA INDUSTRIAL
(LA SOSTENIBILIDAD
DE LA CADENA DE VALOR)

Innovación frugal y economía circular aplicada al desarrollo de materiales de construcción con sascab

DIANA MONSERRAT COLIN AMADOR
EDUARDO FERNANDEZ-ECHEVERRÍA
YAIR ROMERO-ROMERO

1. Introducción

El aprovechamiento sustentable de minerales no metálicos es un reto relevante en regiones calcáreas como la península de Yucatán. En este contexto, el sascab –material derivado de procesos kársticos– se ha utilizado de forma tradicional, pero su potencial industrial sigue poco documentado (Martínez y Guerrero, 2020).

Trivasa S.A. de C.V., dedicada a la extracción y comercialización de materiales para la construcción en Valladolid, Yucatán, se enfrenta a la acumulación de sascab generado en su mina X-Kanakú. Al ser un subproducto del proceso extractivo que no cumple la norma NMX-C-111-ONNCCE (2018) para su uso como agregado fino en blocks, bovedillas o concretos hidráulicos, el material se acumula sin destino productivo, con efectos financieros, operativos y ambientales para la empresa (Trivasa S.A. de C.V., 2022). Esta problemática se da en un entorno de expansión de la demanda regional de materiales vinculada a obras e inversión en infraestructura (Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán, 2021).

Bajo un enfoque de innovación frugal y economía circular, este capítulo propone transformar el sascab en insumo para productos cementicios no estructurales. El objetivo es desarrollar y

validar prototipos de masilla fina gris (M1) y pegazulejo gris (P1), usando sascab como agregado fino principal, y demostrar su factibilidad técnica y su aceptación preliminar por usuarios finales.

2. Marco conceptual y metodológico

2.1. Marco conceptual

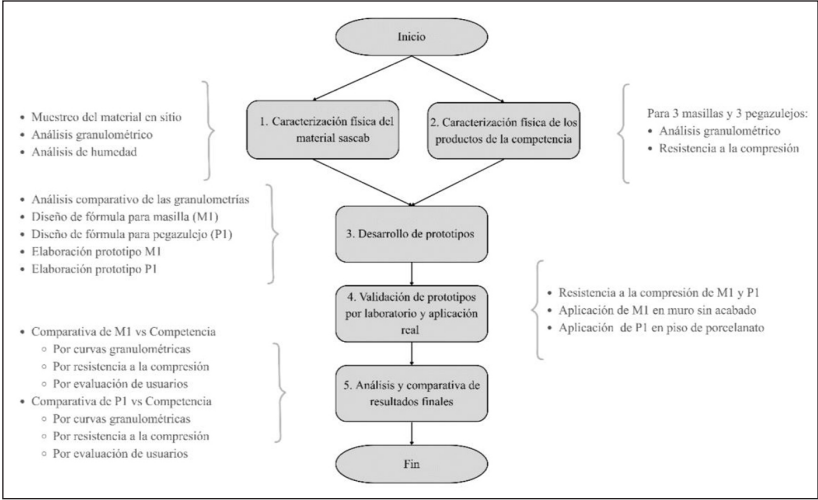
La literatura describe el sascab como un sedimento calizo de textura arenosa, compuesto principalmente por carbonato de calcio (CaCO_3), con bajo contenido de magnesio y elevada porosidad (Lorenzo y Carrascosa, 2019; Pacheco y Alonzo, 2003). Estas características condicionan su desempeño mecánico: limitan su empleo en concreto estructural, pero lo hacen viable como agregado fino en adhesivos y recubrimientos cementicios (Moran, 2017).

En paralelo, la innovación en materiales de construcción ha priorizado compuestos con menor huella ambiental mediante el aprovechamiento de residuos minerales y naturales, con beneficios potenciales en eficiencia productiva y costos (Arif et al., 2019; ONUDI, 2020). En el plano normativo, la NMX-C-111-ONNCCE-2018 regula agregados para concreto hidráulico y define límites de granulometría, humedad y material fino; el sascab suele exceder estos parámetros para ese uso (ONNCCE, 2018). Sin embargo, en mezclas no estructurales con cemento y aditivos, puede alcanzar propiedades de adherencia y desempeño adecuadas para estucos y adhesivos si se controlan la dosificación y el secado (Trivasa S.A. de C.V., 2022).

2.2. Marco metodológico

En este proyecto, la innovación de producto se materializó en el diseño y desarrollo de dos formulaciones –masilla (M1) y pegazulejo (P1)– a partir del sascab como agregado principal. El estudio se organizó en una metodología de cinco etapas (figura 1).

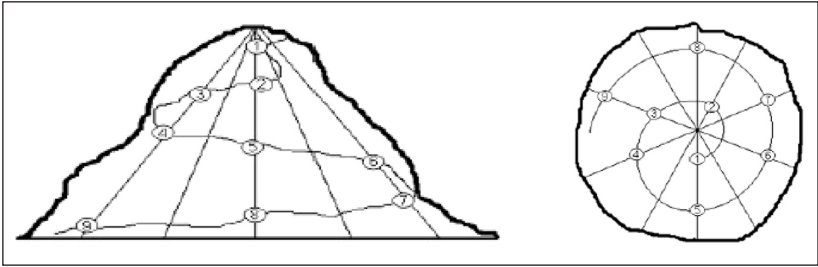
Figura 1. Metodología para desarrollar masilla y pegazulejo



Etapa 1. Caracterización física del material sascab:

a) Muestreo del material en sitio: la toma de muestra se realizó conforme a la NMX-C-030-ONNCCE (2004) para acopios en montículos sin confinamiento, siguiendo el procedimiento indicado para obtener una muestra homogénea y representativa (figura 2).

Figura 2. Método de muestreo de material almacenado

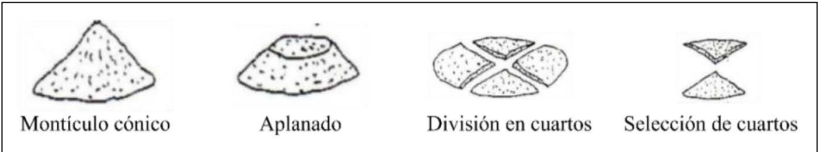


Nota: obtenido de la norma oficial mexicana NMX-C-030-ONNCCE, 2004.

Cuarteo manual: se aplicó conforme a la norma NMX-C-170-ONNCCE (2019). El material se extendió sobre una superficie plana y limpia, se conformó y aplanó un montículo cónico hasta lograr un espesor uniforme; después se dividió

en cuatro secciones iguales y se mezclaron dos porciones opuestas hasta obtener la cantidad requerida (figura 3).

Figura 3. Método de cuarteo manual

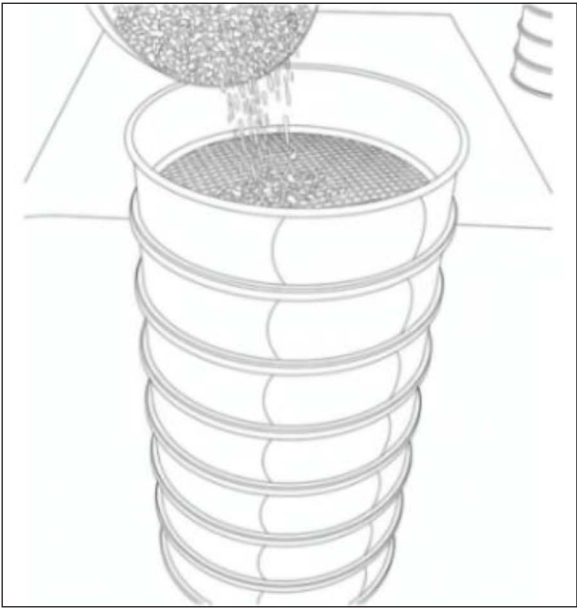


Nota: obtenido de la norma oficial mexicana NMX-C-170-ONNCCE (2019).

Como resultado, se obtuvieron dos muestras representativas de 1 kg, destinadas a los ensayos de granulometría y determinación del contenido de humedad.

- b) Análisis granulométrico: se realizó conforme a la norma NMX-C-077-ONNCCE (2019). La muestra se secó en estufa a 110 °C hasta masa constante y se sometió a cribado mecánico durante 5 minutos con un juego de mallas para agregado fino.

Figura 4. Juego de mallas para agregado fino



Concluido el cribado, se pesó el material retenido en cada malla para determinar la distribución granulométrica del sascab. La curva se construyó con los porcentajes retenidos acumulados en las mallas núm. 8, 16, 30, 50, 100 y 200, así como en la charola, para obtener el perfil granulométrico del material.

- c) Análisis de la humedad (H): el contenido de humedad del sascab se determinó conforme a la norma NMX-C-166-ONNCCE (2017). Se pesó una muestra en su estado inicial (M_h) y, posteriormente, después del secado (M_s). El porcentaje de humedad se calculó mediante la ecuación:

$$H = \left(\frac{M_h - M_s}{M_s} \right) * 100$$

Según la norma, $H > 6\%$ clasifica al material con «alto porcentaje de humedad»; esta condición puede afectar su desempeño en mezclas cementicias y debe considerarse en el diseño experimental.

Etapla 2. Caracterización física de los productos de la competencia

Con el fin de contar con modelos testigo para el diseño de las formulaciones de masilla y pegazulejo elaboradas con sascab, se caracterizaron seis productos comerciales de uso regional. Las masillas se identificaron como MA, MB y MC, y los pegazulejos como PA, PB y PC. En todos los casos se evaluaron la distribución granulométrica (con el mismo procedimiento aplicado al sascab) y la resistencia a la compresión, conforme a la norma NMX-C-083-ONNCCE (2014).

- a) Resistencia a la compresión: para determinar la resistencia mecánica, las mezclas se prepararon con la cantidad de agua indicada en sus especificaciones técnicas. Se colocaron en moldes cilíndricos metálicos, cuidando un llenado uniforme para evitar vacíos. Los especímenes se curaron 28 días y se ensayaron a compresión en prensa hidráulica, registrando la carga máxima hasta la falla.

Etapas 3. Desarrollo de prototipos: esta etapa se realizó en tres pasos generales

- a) **Análisis comparativo:** a partir de la granulometría y la resistencia a compresión se seleccionaron los mejores testigos de masilla y pegazulejo como referencia de formulación.
- b) **Diseño de fórmula para masilla (M1) y pegazulejo (P1):** sobre la base de los testigos de mejor desempeño, se tomaron como referencia la distribución granulométrica y la resistencia a compresión para formular M1 y P1 con sascab. Estos parámetros guiaron la dosificación de agregado fino, cemento y aditivos, buscando un comportamiento mecánico y funcional comparable al de los productos comerciales.
- c) **Elaboración de prototipos M1 y P1:** el proceso inició con el presecado del sascab por exposición solar durante siete días y un secado controlado hasta alcanzar una humedad $< 0.5\%$. Luego, el material se cribó para obtener una fracción granulométrica uniforme. Finalmente, se mezcló en seco con cemento y aditivos durante un minuto para homogenizar, se añadió agua y se obtuvieron las formulaciones finales de M1 y P1.

Etapas 4. Validación técnica de prototipos

- a) **Por laboratorio:** se evaluó la resistencia a compresión de los prototipos M1 y P1 conforme al procedimiento descrito y a la NMX-C-083-ONNCCE (2014).
- b) **Aplicación real:** la evaluación funcional se realizó en obras de construcción mediante la aplicación de M1 y P1 junto con productos testigo (MA, MB y MC; PA, PB y PC). Los materiales fueron aplicados por cuadrillas de obra en condiciones habituales y se evaluaron trabajabilidad, adherencia, tiempo de fraguado y acabado superficial.

Etapas 5. Análisis y comparativa de resultados finales

Se compararon M1 y P1 con los productos testigo, integrando resultados de laboratorio y la evaluación de usuarios finales.

- a) En el ámbito técnico, se analizaron las curvas granulométricas y la resistencia a compresión para comparar el desempeño mecánico y el grado de correspondencia de los prototipos con sascab frente a los materiales comerciales.

- b) En la evaluación por usuarios, se aplicó una encuesta estructurada durante la validación en obra para valorar trabajabilidad, adherencia, consistencia, tiempo de fraguado y acabado. Esta retroalimentación complementó los ensayos de laboratorio y aportó una visión integral del desempeño práctico y la aceptación de M1 y P1 en condiciones reales.

3. Desarrollo del proyecto

3.1. Contexto

Trivasa S.A. de C.V., fundada en 1991 en Valladolid, Yucatán, opera cinco plantas: mina o banco de materiales, trituración, producción de pretensados (viguetas) y dos de vibroprensados (bloqueras). La empresa extrae, transforma y comercializa materiales pétreos y productos como blocks, bovedillas y vigas.

En el proceso de mina se obtiene la materia prima; de manera recurrente se genera sascab, subproducto calizo fino que no cumple la NMX-C-111-ONNCCE (2018) y, por tanto, no es apto como agregado estructural (ONNCCE, 2018). Su acumulación incrementa inventarios, reduce la capacidad de almacenamiento y eleva costos de transporte y manejo

3.2. Aplicación de conocimientos

El proyecto aplicó conocimientos de la Maestría en Desarrollo y Dirección de la Innovación (MDDI) mediante gestión ágil, caracterización de materiales, control de calidad y prototipado, complementados con planeación, análisis de riesgos y acciones de mejora. En sostenibilidad, convirtió un pasivo ambiental en un insumo valorizable, alineado con economía circular y responsabilidad social (Ellen MacArthur Foundation, 2020). La experiencia consolidó la gestión de innovación en un entorno industrial y el trabajo interdisciplinario.

3.3. Relación con las cinco hélices

El proyecto se articula con el modelo de las cinco hélices, con participación y efectos en los actores del ecosistema:

- *Academia*: la colaboración con el Sistema de Universidad Virtual de la Universidad de Guadalajara aportó criterios de validación, sistematización y documentación de resultados, fortaleciendo la investigación aplicada en ingeniería de materiales.
- *Industria*: Trivasa fungió como entorno de prueba y adopción, asignando recursos materiales, humanos y financieros para la experimentación y el desarrollo de prototipos.
- *Gobierno*: el trabajo se desarrolló bajo el marco regulatorio ambiental y minero aplicable (SEDUMA y SEMARNAT), en coherencia con lineamientos de aprovechamiento sustentable y reducción de residuos.
- *Sociedad civil*: la validación funcional se realizó con trabajadores y constructores locales, incorporando retroalimentación de uso y favoreciendo transferencia de prácticas de aplicación.
- *Medioambiente*: la reutilización del sascab disminuyó el volumen de material acumulado, mitigando impactos asociados a su manejo y contribuyendo a la conservación del suelo y del paisaje kárstico yucateco.

En conjunto, la articulación entre hélices permitió reorientar un problema operativo hacia una alternativa de valorización con enfoque de sostenibilidad.

4. Resultados y discusión

4.1. Caracterización del sascab y productos de la competencia

Respecto al contenido de humedad del sascab, la muestra registró $MH = 1.00$ kg y $Ms = 0.91$ kg, equivalente a $H = 8.81$ %. Conforme a la NMX-C-111-ONNCCE (2018), este valor corresponde a «alto porcentaje de humedad»; por ello, el material se sometió a secado previo antes de incorporarlo a las formulaciones de masilla y pegazulejo, para asegurar uniformidad y estabilidad durante la elaboración de los prototipos.

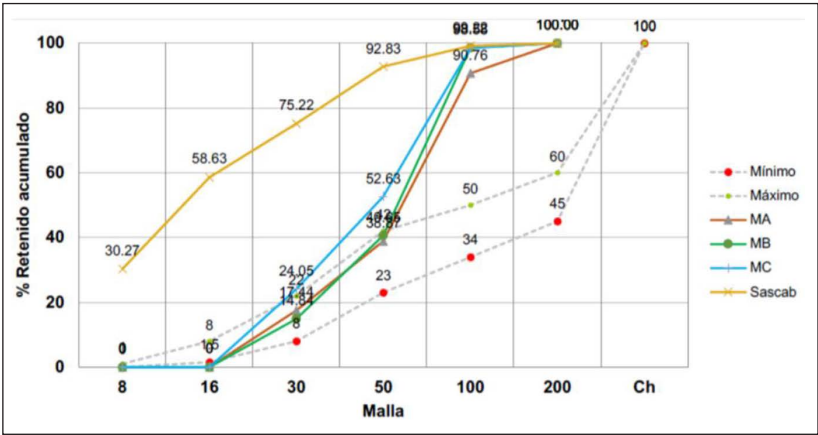
Para el análisis granulométrico, la muestra se cribó en un juego de mallas de distintas aberturas y se determinó el porcentaje retenido en cada una. A partir de los retenidos individuales y acumulados se construyó la curva granulométrica del material (tabla 1).

Tabla 1. Sometimiento del sascab a mallas

Malla	Abertura (mm)	Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa acumulado
4	4.76	15.00	1.68	1.68	98.32
8	2.38	255.00	28.59	30.27	69.73
16	1.19	253.00	28.36	58.63	41.37
30	0.60	148.00	16.59	75.22	24.78
50	0.36	157.00	17.60	92.83	7.17
70	0.21	42.00	4.71	97.53	2.47
80	0.18	11.00	1.23	98.77	1.23
100	0.15	4.00	0.45	99.22	0.78
120	0.13	3.00	0.34	99.55	0.45
200	0.11	2.00	0.22	99.78	0.22
Charola		2.00	0.22	100.00	

En la figura 5 se presentan los límites granulométricos (máximos y mínimos) de la NMX-C-077-ONNCCE (2019) para agregados finos, junto con las curvas granulométricas del sascab y de M_A , M_B y M_C .

Figura 5. Curva granulométrica del sascab y de M_A , M_B y M_C

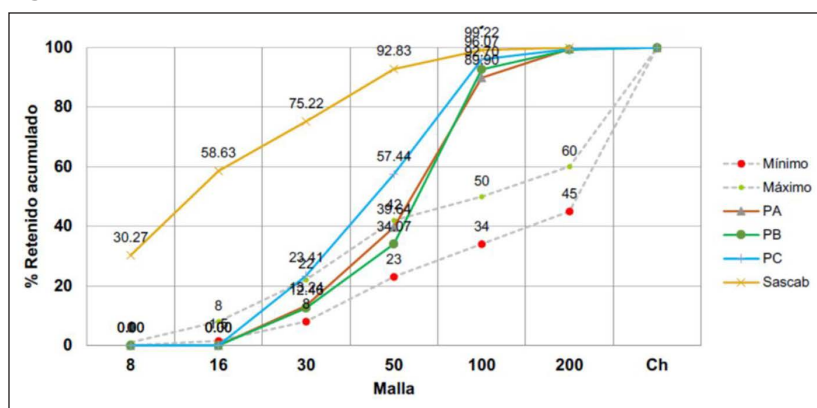


Al comparar estos límites con el comportamiento del sascab, se observa un contenido muy elevado de partículas finas, con más del 99 % retenido en las mallas núm. 100 y 200. En consecuencia, su curva granulométrica queda fuera de los rangos normativos para agregados finos en concreto estructural. No obstante, esta característica puede ser aprovechable en mezclas no estructurales (masillas y adhesivos), siempre que la formulación permita ajustar la distribución granulométrica.

En las masillas de la competencia también se identifican granulometrías dominadas por finos, con valores entre 90.76 % y 98.58 % en la malla núm. 100. Para M_A y M_B , los porcentajes retenidos en las mallas 30 y 50 se ubican dentro de los límites de la NMX-C-077-ONNCCE (2019); sin embargo, desde la malla 100 hasta la charola los retenidos aumentan de forma marcada, lo cual desplaza sus curvas fuera de los rangos normativos para concreto estructural.

En los pegazulejos comerciales (figura 6) se observa un patrón similar: contenidos elevados de finos, con 89.90 % a 96.07 % en la malla núm. 100. En P_A y P_B , los retenidos en mallas 30 y 50 se mantienen dentro de los límites de la NMX-C-077-ONNCCE (2019), pero a partir de la malla 100 y hasta la charola se registran incrementos significativos, por lo que sus curvas tampoco se ajustan completamente a los rangos normativos para agregados finos en concreto estructural.

Figura 6. Granulometría de pegazulejos de la competencia



En la prueba compresión, las masillas testigo registraron 30.08 kg/cm^2 (M_A), 28.45 kg/cm^2 (M_B) y 24.65 kg/cm^2 (M_C), coherentes con su uso como materiales de acabado no estructural.

Los pegazulejos alcanzaron resistencias mayores: 41.25 kg/cm^2 (P_A), 39.70 kg/cm^2 (P_B) y 39.91 kg/cm^2 (P_C), lo que confirma su mayor capacidad de carga axial y su idoneidad para aplicaciones que requieren adhesión y estabilidad mecánica.

4.2. Desarrollo de prototipos

Para la elaboración de los prototipos de masilla y pegazulejo, el sascab se expuso a radiación solar durante siete días y se sometió a un secado complementario con parrilla eléctrica hasta alcanzar un contenido de humedad inferior a 0.50%, condición necesaria para asegurar la estabilidad de las mezclas.

Posteriormente, el material se cribó con el juego de mallas para agregado fino, separando fracciones de 50 kg por abertura para obtener sascab clasificado y homogéneo. Con estas fracciones se prepararon mezclas controladas de 20 kg, integrando sascab, cemento y aditivos líquidos en proporciones definidas durante el diseño de fórmula (porcentajes omitidos por confidencialidad); la mezcla se homogenizó inicialmente en seco durante un minuto y, con ello, se obtuvieron los prototipos finales elaborados con sascab.

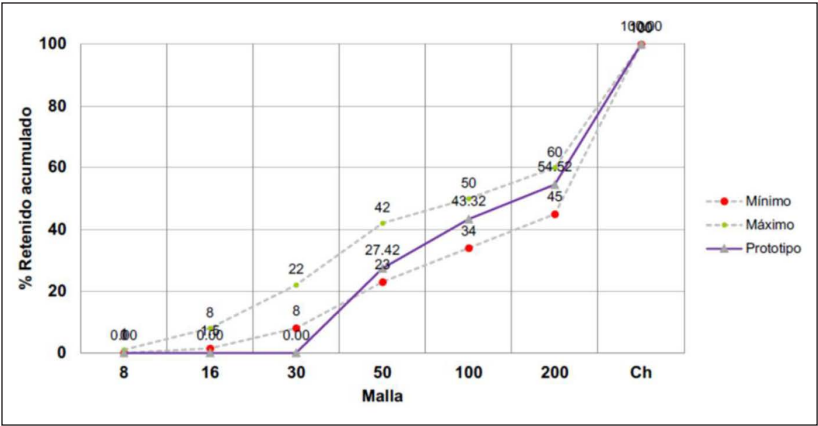
4.3. Validación de prototipos

En la figura 7 se observa que la granulometría de ambos prototipos se ajusta a los límites de la NMX-C-077-ONNCCE (2019) en los retenidos acumulados de las mallas 50, 100 y 200. Esto confirma que las formulaciones lograron una distribución de partículas compatible con mezclas no estructurales, como masillas y adhesivos.

El ajuste granulométrico se definió para incrementar la manejabilidad, la plasticidad y una consistencia más fluida, favoreciendo una aplicación uniforme, buena adherencia y facilidad de trabajo en obra; con ello se atienden las exigencias operativas de los usuarios finales.

En resistencia a la compresión, M_1 y P_1 alcanzaron 38 kg/cm^2 , valor comparable con los productos testigo. Este resultado indi-

Figura 7. Granulometría de los prototipos



ca que la incorporación de sascab no reduce la capacidad resistente y respalda su uso en aplicaciones no estructurales, como masillas y adhesivos cementicios.

4.4. Análisis y comparativa de resultados

De acuerdo con el análisis granulométrico, el prototipo de masilla M1 con material sascab cumple, en la mayor parte de su curva, con los límites máximos y mínimos permitidos por la norma NMX-C-077-ONNCCE (2019) para el desarrollo de mezclas de concreto. Asimismo, dicho prototipo contiene porcentajes de material retenido en la malla 50 muy similares a los productos de la competencia. Sin embargo, a partir de la malla 100, los porcentajes de material retenido en el prototipo adquieren valores muy distintos a los productos de la competencia. Si bien estos últimos presentan un salto abrupto de la malla 50 a la 100, el prototipo de masilla M1 tiende a mantener sus porcentajes dentro de los límites, conservando cantidades adecuadas de partículas finas en las últimas mallas.

Por parte de la resistencia a la compresión, el prototipo de masilla M1 obtuvo una mayor resistencia en comparación con las de los tres productos masilla de la competencia. A pesar de que el prototipo posee una granulometría con alto contenido de material fino, lo cual podría generar una disminución en la resistencia de este producto, esto se compensa con el porcentaje de dosificación de cemento agregado a la fórmula.

En la validación en condiciones reales de uso, los usuarios finales calificaron como mejor desempeño al producto MA, el cual obtuvo la puntuación más alta entre las masillas evaluadas. En el caso del prototipo M1, la percepción general fue positiva, ya que recibió comentarios favorables en la mayoría de las propiedades analizadas, particularmente en su consistencia y adherencia inicial. No obstante, su calificación final de 3/5 estuvo influenciada por un aspecto crítico identificado por los aplicadores: su tiempo de secado más rápido en comparación con las masillas MA y MB. Este secado acelerado redujo la ventana de trabajabilidad disponible para realizar el acabado en muro, lo que afectó la eficiencia operativa del usuario y generó la principal limitante señalada durante la evaluación (tabla 2).

Tabla 2. Percepción de los usuarios finales sobre la aplicación de las masillas

Propiedades	M _A	M _B	M _C	M _I
Acabado	Fino	Grumoso y poroso	Grumoso y poroso	Muy fino
Consistencia	Homogénea	Pegajosa	Pegajosa	Homogénea
Color	Oscuro	Claro	Oscuro	Oscuro
Adherencia	Buena	Buena	Regular	Buena
Manejabilidad	Buena	Buena	Regular	Buena
Tiempo de secado	Adecuado	Adecuado	Rápido	Rápido
Calificación	5/5	4/5	2/5	3/5

Nota: Color: Un tono más oscuro en la mezcla indica un mayor contenido de cemento, mientras que un color más claro sugiere una dosificación menor de este componente. Esta característica visual sirve como indicador preliminar de la composición del producto y de su posible desempeño mecánico y de adherencia. Tiempo de secado: Cuando el tiempo de secado se considera «adecuado», los usuarios disponen de una ventana de trabajabilidad suficiente para realizar el acabado con mayor precisión y cubrir una mayor superficie del muro. En cambio, un secado clasificado como «rápido» reduce significativamente ese tiempo, limitando la capacidad del usuario para perfeccionar el acabado y disminuyendo el rendimiento en superficie cubierta durante la aplicación.

En el análisis granulométrico, el prototipo de pegazolejo P1 con sascab cumple con los límites máximos y mínimos establecidos por la NMX-C-077-ONNCCE (2019) para agregados finos en mezclas de concreto. De manera consistente, presenta porcentajes de material retenido en la malla 50 muy parecidos a los productos de la competencia. No obstante, a partir de la malla

100 sus retenidos adquieren valores distintos a los comerciales. Mientras los testigos presentan un salto marcado entre la malla 50 y la 100, P1 mantiene sus porcentajes dentro de los límites y, al igual que el prototipo de masilla M1, conserva cantidades adecuadas de partículas finas en las últimas mallas.

El segundo análisis comparativo se centró en las pruebas de resistencia a la compresión. P1 obtuvo la resistencia más baja frente a los tres productos de la competencia; esto puede explicarse por contenidos de cemento más altos en el diseño de fórmula de los testigos. Aun así, el valor del prototipo P1 se mantiene cercano al rango de los comerciales, con una diferencia de solo 1.70 kg/cm² respecto al pegazulejo PB.

En cuanto a la percepción de los usuarios finales, el pegazulejo PA fue el mejor evaluado, con calificación de 5/5, reflejando alta aceptación entre los albañiles. Sin embargo, P1 también mostró un desempeño favorable, con comentarios positivos en adherencia, manejabilidad y tiempo de secado, considerado adecuado para permitir ajustes durante la instalación.

La principal observación sobre P1 se relacionó con el tamaño de partícula. Se recomendó incorporar una mayor proporción de partículas gruesas para equilibrar el contenido de finos y mejorar resistencia y comportamiento mecánico; esta retroalimentación orienta ajustes en futuras iteraciones del diseño de fórmula.

Tabla 3. Percepción de los usuarios finales sobre la aplicación de los pegazulejos

Propiedades	P _A	P _B	P _C	P ₁
Mezcla	Fina y homogénea	Semigruesa y no tan homogénea	Gruesa y no homogénea	Fina y homogénea
Consistencia	Ligera	Pegajosa	Pegajosa	Ligera
Tamaño del material	Misma cantidad de material fino y grueso	Mayor cantidad de material grueso que fino	Mayor cantidad de material grueso que fino	Mayor cantidad de material fino que grueso
Adherencia	Buena	Buena	Regular	Buena
Manejabilidad	Buena	Buena	Regular	Buena
Tiempo de secado	Adecuado	Rápido	Rápido	Adecuado
Calificación	5/5	3/5	2/5	4/5

4.5. Viabilidad económica y comparación preliminar con productos comerciales

Aparte de los resultados técnicos, se llevó a cabo un análisis preliminar de viabilidad económica para estimar el potencial de escalamiento de los prototipos. El punto de partida es la valorización del sascab, que actualmente representa un pasivo operativo y financiero.

Registros internos de Trivasa indican un costo de extracción de \$72.00 MXN/m³ y ausencia de ingresos al no cumplir especificaciones para uso como agregado estructural. Esto genera acumulación de inventarios y costos de manejo y almacenamiento. Con una reserva aproximada de 5.33 millones de m³, el no aprovechamiento se asocia a un impacto acumulado superior a \$384 millones.

Transformar el sascab en insumo principal para masilla y pegazulejo permite convertir un costo hundido en materia prima productiva, reducir costos de disposición y disminuir la dependencia de agregados finos comprados. Al disponer del material en sitio, se atenúan costos logísticos, especialmente relevantes en el oriente de Yucatán.

En el plano comercial, Trivasa ya opera en adhesivos y estucos: en 2021 este segmento generó ingresos superiores a \$3.35 millones, con 1,645 clientes activos. Esta base facilita introducir nuevos productos sin inversiones relevantes en canales de venta o distribución.

Bajo innovación frugal, la propuesta aprovecha recursos locales y minimiza inversión incremental, manteniendo desempeño técnico comparable con una estructura de costos potencialmente más favorable, y generando valor económico y ambiental a partir de un residuo industrial

5. Conclusiones y recomendaciones

El desarrollo de los prototipos de masilla (M1) y pegazulejo (P1) elaborados con sascab de la mina X-Kanakú demostró que, pese a su granulometría fina y a su humedad inicial elevada (8.81 %), el material puede aprovecharse como agregado fino en productos no estructurales cuando se somete a secado y clasificación

controlados. Los análisis granulométricos confirmaron que, tras el ajuste de fórmula, ambos prototipos se ubicaron dentro de los límites de la NMX-C-077-ONNCCE (2019) en las mallas críticas (50, 100 y 200), favoreciendo manejabilidad, plasticidad y consistencia durante la aplicación.

En términos de desempeño mecánico, M1 y P1 alcanzaron resistencias a compresión de 38 kg/cm², valor competitivo frente a los productos comerciales analizados y suficiente para acabados y adhesivos. Este resultado indica que el sascab, dosificado con cemento y aditivos, puede integrarse en formulaciones funcionales sin comprometer la calidad del producto final.

La validación en obra corroboró la viabilidad práctica de los prototipos. En M1, los usuarios destacaron adherencia y consistencia, pero señalaron como limitante el secado rápido, que redujo la ventana de trabajabilidad y afectó la eficiencia del acabado. En P1, la percepción fue mayoritariamente positiva, en especial por adherencia, manejabilidad y tiempo de secado que permite ajustes durante la instalación; sin embargo, se identificó la conveniencia de aumentar la fracción de partículas gruesas para equilibrar el contenido de finos y mejorar la resistencia.

En conjunto, los resultados evidencian que el sascab es un recurso subutilizado con potencial de valorización mediante innovación frugal y economía circular, al transformar un residuo minero en un insumo útil para la construcción. La metodología aplicada respalda la factibilidad técnica de generar productos competitivos, reducir el pasivo ambiental y abrir opciones de diversificación productiva.

6. Referencias

- Arif, M., Bendi, D., Toma-Sabbagh, T. y Sutrisna, M. (2012). Construction waste management in India: an exploratory study. *Construction Innovation: Information Process Management*. 12(2), 133-155. <https://doi.org/10.1108/14714171211215912>
- Lorenzo, F. y Carrascosa, B. (2019). Influencia de los aditivos orgánicos naturales en la resistencia a la cristalización de sales en morteros tradicionales de cal con distinto árido. *Devenir. Revista de Estudios Sobre Patrimonio Edificado*, 6(12), 11-26. <https://doi.org/10.21754/devenir.v6i12.741>

- Moran, Y. (2017). *Evaluación de la resistencia a compresión y absorción de los bloques huecos a base de cemento, arena, sascab y gravilla con adición de triturado fino PET* [tesis de Maestría, Instituto Tecnológico de Chetumal]. <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/540>
- NMX-C-030-ONNCCE-2004 (2004). Industria de la Construcción – Agregados-Muestreo. *Diario Oficial de la Federación*.
- NMX-C-077-ONNCCE-2019 (2019). Industria de la Construcción – Agregados para concreto – Análisis granulométrico – Método de ensayo. *Diario Oficial de la Federación*.
- NMX-C-083-ONNCCE-2014 (2014). Industria de la Construcción – Concreto – Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes – Método de ensayo. *Diario Oficial de la Federación*.
- NMX-C-111-ONNCCE-2018 (2018). Industria de la Construcción – Agregados para concreto hidráulico – Especificaciones y métodos de ensayo. *Diario Oficial de la Federación*.
- NMX-C-166-ONNCCE-2017 (2017). Industria de la Construcción – Agregados – Contenido de agua por secado – Método de ensayo. *Diario Oficial de la Federación*.
- NMX-C-170-ONNCCE-2019 (2019). Industria de la Construcción – Agregados – Reducción de las muestras obtenidas en el campo al tamaño requerido para los ensayos. *Diario Oficial de la Federación*.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) (2020). *Industrial resource efficiency and circular economy approaches*.
- Pacheco, J. y Alonzo, L. (2003). Caracterización del material calizo de la formación Carrillo Puerto en Yucatán. *Ingeniería*, 7(1), 7-19. <https://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen7/caracterizacion.pdf>
- Perry, E., Velázquez-Oliman, G. y Marín, L. (2002). The hydrogeochemistry of the karst aquifer system of the northern Yucatán Peninsula, Mexico. *International Geology Review*, 44(3), 191-221. <https://doi.org/10.2747/0020-6814.44.3.191>
- Trivasa S.A. de C.V. (2022). *Caracterización del sascab y documentación técnica interna* [informe técnico no publicado].

Resiliencia en manufactura ante crisis de cadena de suministro: lecciones desde un caso universitario de innovación frugal y economía circular

FRANCISCO JAVIER TORRES BARAJAS
GREGORIO ARAUJO ACEVES
MANUEL GÁNDARA RODRÍGUEZ

1. Introducción

Contexto: las cadenas globales de suministro han sido tradicionalmente diseñadas para maximizar eficiencia, reducir costos y operar bajo supuestos de estabilidad. Sin embargo, eventos disruptivos como pandemias, crisis geopolíticas o fenómenos ambientales extremos han revelado la fragilidad inherente de estos sistemas. La pandemia por COVID-19 representó un caso paradigmático: una demanda abrupta de insumos esenciales coexistió con la incapacidad de los sistemas productivos para responder a tiempo, generando cuellos de botella, encarecimiento y escasez generalizada.

Si bien la COVID-19 fue un detonante, la problemática que se manifestó no es exclusiva del sector salud. Se trató de una falla sistémica en la capacidad de adaptación de las cadenas de suministro ante situaciones de alta incertidumbre. Esto abrió la puerta para explorar esquemas alternativos de respuesta, particularmente desde la manufactura local, el diseño ágil y la innovación frugal.

Las instituciones de educación superior desempeñaron un papel significativo en este proceso. Como espacios con infraestructura técnica, capital humano especializado y sentido de respon-

sabilidad social, pudieron activar mecanismos de adaptación productiva que mitigaron parcialmente la falta de suministros.

Un ejemplo destacado fue el del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI) de la Universidad de Guadalajara, que, a través de sus laboratorios y comunidad estudiantil, inició un proyecto solidario para fabricar y donar caretas de protección para el personal de salud de primera línea. Esta iniciativa, documentada en el portal oficial del CUCEI, demostró la capacidad de la ingeniería y la academia para responder ágilmente a las necesidades sociales utilizando recursos limitados, sirviendo como un antecedente inspirador y un referente práctico para esta investigación.

Este escenario catalizó el interés por soluciones de fabricación local donde tecnologías accesibles como la impresión 3D y el corte láser, combinadas con técnicas de fabricación artesanal, permitieron producir EPP de manera descentralizada. La careta facial se convirtió en un dispositivo ideal para este tipo de manufactura, debido a su diseño relativamente simple, pero que requiere validación para garantizar su eficacia.

En este contexto multifacético –definido por una emergencia sanitaria, una crisis de abastecimiento, una respuesta universitaria solidaria, una preocupación ambiental creciente y el auge de la manufactura local– se inserta este trabajo, analizando un caso de manufactura flexible desarrollado en una universidad pública mexicana. Aunque el objeto fabricado fue una careta, el objetivo del análisis trasciende el producto: busca evidenciar los aprendizajes, capacidades organizacionales y estrategias de respuesta que pueden ser transferidos a otras crisis.

1.1. Problemática

La pandemia por COVID-19 constituyó un punto de inflexión para las cadenas de suministro globales, dejando al descubierto una vulnerabilidad estructural que trasciende al periodo 2020-2022 y que sigue vigente en 2025. No se trató únicamente de un desabasto temporal de equipos de protección personal (EPP), sino de una evidencia contundente de que los sistemas productivos actuales no poseen la capacidad de reconfigurarse con la velocidad ni la flexibilidad necesarias para responder ante disrupciones abruptas.

Diversos análisis internacionales han mostrado que, durante esta crisis, el impacto no provino solo del aumento exponencial de la demanda, sino de la rigidez industrial, la dependencia extrema de cadenas globales extendidas y la incapacidad de producir localmente incluso insumos simples. Este fenómeno reveló una problemática multifactorial que continúa siendo relevante para la gestión de riesgos, la manufactura avanzada y la política industrial contemporánea.

Dicha situación se puede considerar a partir de las siguientes problemáticas estructurales:

1. Dependencia de cadenas de suministro globales rígidas: los fabricantes tradicionales no pudieron incrementar su capacidad productiva al ritmo de la demanda.

La producción de EPP y, en general, de bienes esenciales, depende de cadenas de suministro transnacionales caracterizadas por:

- Altos niveles de centralización productiva, especialmente en Asia.
- Tiempos logísticos sensibles, sujetos a restricciones de transporte.
- Dependencia de insumos importados incluso para productos de baja complejidad.

Cuando se cerraron fronteras, disminuyó la capacidad de transporte internacional y aumentó la demanda simultánea en múltiples países, la cadena colapsó. La industria tradicional no pudo escalar su capacidad de manera proporcional.

2. Escasa resiliencia de las estructuras productivas institucionales y comunitarias: muchos actores locales carecían de procesos o capacidades para generar soluciones inmediatas.

A nivel comunitario, institucional y municipal, la crisis reveló una ausencia de mecanismos productivos para reaccionar con rapidez ante disrupciones. La mayor parte de universidades, talleres, pymes y centros de innovación carecían de:

- procesos estandarizados de producción rápida,
- protocolos de reorganización operativa,

- infraestructura adaptable,
- redes de colaboración formales con gobierno o industria.

Esta falta de resiliencia derivó en que, aun existiendo recursos materiales y tecnológicos dentro de las comunidades, no pudieran aprovecharse inmediatamente.

Emerge, así, una pregunta central del enfoque contemporáneo de resiliencia: ¿cómo pueden los territorios desarrollar capacidad productiva para crisis, más allá de depender del mercado global?

El caso del CUCEI representa una respuesta: demuestra que, con reconfiguración acelerada, manufactura flexible y coordinación institucional, es posible activar capacidades productivas latentes.

3. Efectos sociales diferenciados: grupos vulnerables (trabajadores esenciales, comunidades de bajos recursos, personas en actividades de servicio) quedaron expuestos por falta de acceso a EPP.

Las interrupciones en la cadena de suministro no afectaron por igual a toda la población. La ausencia de EPP evidenció que los grupos con menor capacidad de compra y menor prioridad institucional quedaron sin protección adecuada. Esto incluye:

- trabajadores informales,
- personal de servicios,
- pequeñas y medianas empresas,
- estudiantes,
- comunidades marginadas.

La imposibilidad de acceder a EPP no fue un simple problema sanitario: fue un problema de desigualdad estructural, provocado por una distribución asimétrica del riesgo.

El caso analizado no se limita a fabricar un producto; atiende una pregunta clave para la política industrial inclusiva: ¿cómo reducir la vulnerabilidad de grupos sociales cuando la oferta industrial se concentra y falla?

Desde el punto de vista del caso que se presenta, estas problemáticas plantean preguntas clave: ¿cómo generar me-

canismos de respuesta desde lo local? ¿Qué capacidades permiten adaptarse con rapidez? ¿Cómo reducir dependencia de insumos industriales en momentos de crisis? El caso analizado funciona como una aproximación práctica a estas preguntas.

1.2. Justificación

La pandemia de COVID-19 generó una crisis sanitaria global sin precedentes, caracterizada por una demanda masiva y repentina de EPP. Esto provocó desabastecimiento, encarecimiento de los productos y, en consecuencia, la exposición al virus de grupos vulnerables como trabajadores de sectores esenciales, estudiantes y comunidades de escasos recursos.

Justificación sanitaria

Ante una crisis sanitaria, contar con mecanismos de respuesta local que permitan generar soluciones de protección representa una estrategia complementaria a la industria. La capacidad de producir dispositivos funcionales bajo estándares mínimos puede disminuir la vulnerabilidad comunitaria.

Justificación económica y social

Al utilizar materiales recuperados, el costo de fabricación se reduce drásticamente, haciendo que los equipos de protección sean accesibles a los sectores de la población que no pueden adquirir soluciones comerciales. Este proyecto tiene un fuerte componente de impacto social, ya que no solo busca resolver un problema técnico, sino también reducir la desigualdad en el acceso a la protección básica durante una emergencia sanitaria. Además, fomenta la autosuficiencia comunitaria.

Justificación ambiental

La pandemia generó un incremento exponencial en los desechos plásticos por el uso de EPP desechables. Este proyecto se enmarca en los principios de la economía circular, al dar una segunda vida a materiales posconsumo (como botellas de PET o acetatos) que de otra manera terminarían en vertederos o contaminando ecosistemas. Así, se aborda un problema de salud pública de manera sostenible.

Este trabajo se alinea con la vocación de las instituciones universitarias (como se evidencia en la fuente del CUCEI) de poner el conocimiento científico y tecnológico al servicio de la sociedad, respondiendo de manera ágil, innovadora y solidaria a los desafíos emergentes. La fabricación de caretas con material recuperado es un ejemplo tangible de cómo la ingeniería y el diseño pueden generar soluciones prácticas con un profundo sentido humano y de responsabilidad ambiental.

1.3. Objetivos

Objetivo general

- Analizar y documentar un modelo de manufactura flexible y resiliente desarrollado en un contexto de crisis de cadena de suministro, identificando los aprendizajes generados y su potencial de transferencia a otros escenarios disruptivos.

Objetivos específicos

1. Caracterizar los materiales recuperados utilizados (como PET, acetatos usados, PLA de impresión 3D, elásticos de ropa, etc.) que sean aptos para la fabricación de los diferentes componentes de la careta (visera y sujeción), y su viabilidad técnica.
2. Describir el proceso de diseño, fabricación y validación funcional de la careta facial, definiendo su geometría, ergonomía y método de ensamblaje, priorizando la facilidad de fabricación artesanal o semiindustrial, la comodidad para el usuario y la máxima cobertura facial.
3. Evaluar los resultados obtenidos desde una perspectiva de innovación frugal y sostenibilidad.
4. Identificar capacidades organizacionales que fortalecen la resiliencia manufacturera.
5. Proponer lineamientos para replicar el modelo en otros sectores o situaciones de emergencia.

2. Marco conceptual y metodológico

2.1. Enfoques teóricos

La resiliencia manufacturera y la capacidad de adaptación ante crisis sistémicas se han convertido en temas de estudio clave a medida que las cadenas de suministro globales se enfrentan a disrupciones recurrentes. Para analizar adecuadamente el caso, se profundiza en los enfoques teóricos que sustentan el modelo desarrollado.

Resiliencia en sistemas productivos

La *resiliencia* es la capacidad de un sistema para absorber perturbaciones sin perder su estructura esencial. Hollnagel (2011) plantea cuatro habilidades: anticipar, monitorear, responder y aprender. En manufactura, estas habilidades permiten rediseñar procesos, gestionar recursos limitados y adaptarse a variaciones críticas en la demanda.

Christopher y Peck (2004) agregan que la resiliencia en cadenas de suministro requiere flexibilidad, visibilidad y colaboración. La experiencia documentada refleja estos principios, pues se sustentó en adaptaciones rápidas y uso eficiente de recursos disponibles.

Manufactura flexible

Consiste en la capacidad de reconfigurar maquinaria, materiales y personal para producir diferentes tipos de productos bajo una misma plataforma. Koren et al. (2018) destacan el papel de la modularidad y las tecnologías de fabricación digital en estos procesos, elementos clave en el caso analizado.

Aplicación

Este marco justifica el modelo de manufactura flexible y resiliente bajo un contexto de crisis de la cadena de suministro. Permite identificar los aprendizajes generados en una Universidad pública y el potencial de transferencia a otros escenarios disruptivos.

2.2. Ciencia de materiales y propiedades de los polímeros

Este pilar fundamenta la *selección y caracterización* de los materiales recuperados (Objetivo Específico 1).

- Conceptos clave:
 - *Polímeros amorfos y semicristalinos*: materiales como el PET (tereftalato de polietileno) y el PLA (ácido poliláctico) son polímeros termoplásticos. Sus propiedades (transparencia, rigidez, tenacidad) los hacen candidatos viables.
 - *Propiedades mecánicas*: se evaluará la resistencia al impacto (para garantizar durabilidad), dureza y rigidez (para mantener la forma de la visera).
 - *Propiedades ópticas*: la transparencia y baja distorsión visual son críticas para no obstaculizar la visión del usuario. El acetato es un material de referencia por su excelente claridad óptica.
 - *Biocompatibilidad y desinfección*: los materiales deben ser compatibles con métodos de desinfección recurrentes sin degradarse (p. ej., resistencia a soluciones alcoholadas, lejía diluida). Se debe considerar la resistencia química de los polímeros seleccionados.
- Aplicación en la tesis: este marco proporciona los criterios técnicos para la caracterización de los materiales recuperados (Objetivo Específico 1), permitiendo una selección basada en evidencia científica y no solo en la disponibilidad.

2.3. Principios de diseño ergonómico y de ingeniería

Este pilar guía el diseño y la fabricación del prototipo (Objetivo Específico 2).

- Conceptos clave:
 - *Ergonomía y antropometría*: el diseño debe adaptarse a las dimensiones promedio del rostro humano. Se considerarán distancias como nariz-mentón, ancho de la cara y altura de la frente para garantizar comodidad y un ajuste adecuado que minimice las entradas de aire laterales.
 - *Diseño para la fabricación y el ensamblaje (DFMA)*: esta metodología prioriza la simplificación del producto y su proceso de armado para abaratar costos y facilitar la producción a diferentes escalas. Se aplicará para diseñar un prototipo con el menor número de piezas posible y un ensamblaje intuitivo y rápido.
 - *Fabricación aditiva (impresión 3D)*: si se utiliza, se basará en la teoría de la fabricación por capas, considerando paráme-

tros como la orientación de la pieza, el relleno y la resolución para optimizar la resistencia y el tiempo de fabricación.

- Aplicación en la tesis: estos principios aseguran que la careta no solo sea protectora, sino también cómoda, ajustable y fácil de fabricar de manera reproducible, cumpliendo con el Objetivo Específico 3 de elaborar un protocolo de fabricación.

2.4. Innovación frugal

La innovación frugal prioriza la funcionalidad y la simplicidad, maximizando el valor con recursos mínimos. Según Radjou et al. (2012), se origina en entornos restrictivos. En esta experiencia, el uso de materiales recuperados y métodos de producción accesibles ejemplifica plenamente este enfoque.

2.5. Economía circular

La economía circular propone prolongar la vida útil de los recursos y minimizar residuos. La reutilización de PET, acetato y PLA residual contribuyó a la sostenibilidad del proyecto, evitando aumentar la generación de desechos durante la crisis.

- Conceptos clave:
 - *Economía circular*: modelo de producción que busca redefinir el concepto de *residuo*, utilizando los materiales y productos en uso el mayor tiempo posible. Contrasta con el modelo lineal de tomar-hacer-desechar.
 - *Las 3R (reducir, reutilizar, reciclar)*: este proyecto se enfoca directamente en la Reutilización, dándole un valor añadido a materiales de desecho (botellas PET, acetatos) y Reduciendo la demanda de plástico virgen.
 - *Análisis de ciclo de vida (ACV)*: aunque sea de forma cualitativa, el proyecto se enmarca en reducir el impacto ambiental al evitar la extracción de nueva materia prima y la gestión de los residuos que se reutilizan.
- Aplicación en la tesis: este marco proporciona los elementos que permiten evaluar los resultados obtenidos desde una perspectiva de innovación frugal y sostenibilidad, posicionando el proyecto como una solución de emergencia con un bajo impacto ecológico.

2.6. Normalización técnica y estandarización de EPP

La OMS, ISO y normativas nacionales establecen criterios mínimos de funcionalidad para EPP. A pesar de que estos lineamientos pueden flexibilizarse en emergencias, guiaron la validación técnica de los prototipos generados.

- Conceptos clave:
 - *Normas técnicas*: estándares como la OSHA 29 CFR 1910.132 (EE. UU.) o las directrices de la FDA para EPP de emergencia proporcionan especificaciones mínimas de desempeño. Aunque una careta artesanal no puede certificarse formalmente, estas normas sirven como referencia para la evaluación.
 - *Parámetros de evaluación*: se basarán en las normas para definir pruebas de eficacia de barrera (test de salpicadura), estabilidad (pruebas de ajuste y de no caída durante el movimiento) y campo de visión.
- Aplicación en la tesis: este marco global permite identificar capacidades organizacionales que fortalecen la resiliencia manufacturera, además de dar la pauta a proponer lineamientos para replicar el modelo en otros sectores o situaciones de emergencia.

3. Desarrollo del caso/proyecto

3.1. Contexto

La Universidad de Guadalajara es una institución de educación medio superior y superior con sede en la Zona Metropolitana de Guadalajara con alcances al interior del estado de Jalisco mediante su Red Universitaria. Dicha Red reúne una amplia gama de posibilidades de estudio e investigación. Como institución de educación cuenta con diversas solicitudes de Patente, de Registros de Modelo de Utilidad y de Diseños Industriales y Marcas, Avisos y Nombres Comerciales presentadas ante el IMPI.

UDG Virtual es un órgano desconcentrado de la Universidad de Guadalajara responsable de administrar y desarrollar programas académicos de nivel medio superior y superior, en modali-

dades no escolarizadas, apoyadas en las tecnologías de la información y de la comunicación.

El Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías se caracteriza por tener sus planes de estudio actualizados y la mayoría de sus programas de licenciatura acreditados en el nivel 1 de CIEES. La calidad de sus programas educativos cuenta con el reconocimiento de organismos nacionales e internacionales. Así mismo, la Universidad ha implementado políticas institucionales enfocadas a promover la innovación y el emprendimiento entre su comunidad universitaria. Sus profesores, como recurso humano fundamental para el desarrollo de nuevos profesionistas, están dedicados a la investigación, pero sin dejar de lado la enseñanza. Como tal, el mercado al que está dirigido es a toda la población joven y adulta; aunque está situada en la región occidente del país, sus alcances son a nivel nacional, incluso a nivel internacional mediante el sistema de vinculación con otras universidades (programas de intercambio) y la universidad virtual.

3.2. Descripción de la experiencia o proyecto

El proyecto se desarrolló durante el periodo de máxima crisis sanitaria por COVID-19, inspirado en iniciativas solidarias como la de CUCEI y UDG Virtual que demostraron la capacidad de respuesta de las instituciones académicas ante emergencias sanitarias. La motivación principal fue desarrollar una solución accesible que combinara protección efectiva, bajo costo y sostenibilidad ambiental. También se desarrollaron varias fases durante la ejecución del proyecto:

- *Fase de investigación y diagnóstico:* se realizaron análisis del estado del arte en fabricación de caretas a nivel global, identificación de materiales recuperados y evaluaciones de necesidades específicas de protección en diferentes contextos comunitarios.
- *Fase de diseño y prototipado:* se desarrollaron diseños mediante programas CAD, logrando fabricar 15 prototipos experimentales y generando pruebas preliminares de ajuste, comodidad y funcionalidad, así como un análisis del consumo de materiales y el tiempo de fabricación.

- *Fase de validación experimental*: se realizaron pruebas físicas y mecánicas de los materiales seleccionados. También pruebas de eficacia de barrera contra salpicaduras, evaluaciones ergonómicas y ciclos de vida de los materiales.
- *Fase de documentación y transferencia*: se registraron ante el IMPI. los diseños de la cubierta facial y del molde de fabricación.

Se emplearon varios recursos y metodologías: laboratorios de polímeros y prototipados con equipos básicos. Programas de diseño y simulación. Materiales recuperados y equipos de voluntarios para fabricación, pruebas y validación. Dentro de las metodologías de trabajo se generaron ciclos iterativos de diseño-prototipado-evaluación, actividades con enfoque de investigación-acción y análisis continuo de mejora basado en retroalimentación.

Esta experiencia demuestra que la investigación académica, cuando se vincula con necesidades sociales urgentes y se ejecuta con rigor metodológico, puede generar soluciones innovadoras que combinan efectividad técnica, pertinencia social y responsabilidad ambiental.

3.3. Aplicación de conocimientos adquiridos

- *Formación curricular*: incorporación de módulos sobre diseño sostenible en las carreras de ingeniería. Desarrollo de laboratorios prácticos de economía circular aplicada en emergencias sanitarias. Integración de metodologías de prototipado rápido con materiales de bajo costo. Creación de talleres interdisciplinarios que combinen ciencia de materiales, salud pública y diseño industrial.
- *Investigación futura*: establecimiento de una línea de investigación en tecnologías apropiadas para la salud. Desarrollo de métodos estandarizados para la validación de EPP de fabricación local. Investigación en nuevos materiales recuperados con potencial uso médico y estudios sobre modelos logísticos para distribución comunitaria de EPP.
- *Aplicación en el sector Salud*: protocolo validado para la fabricación descentralizada de EPP durante emergencias, herramientas para la autosuficiencia comunitaria en situaciones de desabastecimiento y metodología para la evaluación rápida

de alternativas de protección local. Solución de bajo costo para protección del personal de salud en comunidades marginadas, protocolos de fabricación *in situ* para centros de salud rurales y estrategias de prevención de infecciones con recursos limitados.

- *Industria del reciclaje*: desarrollo de nuevos mercados para materiales plásticos recuperados, los protocolos de valorización de residuos para uso médico y las estrategias de responsabilidad social empresarial aplicada a la salud pública.
- *Proyección social y formación académica*: establecimiento de brigadas universitarias de respuesta a emergencias, programas de vinculación con comunidades para transferencia tecnológica y consultorías técnicas para organizaciones de la sociedad civil. Cursos de extensión universitaria en fabricación de EPP, talleres de innovación social para estudiantes y egresados y programas de actualización profesional en tecnologías sostenibles.

3.4. Relación con las 5 hélices

- *Academia*: representa la materialización del rol fundamental de la academia como generadora de soluciones basadas en evidencia científica. Siguiendo el precedente establecido por iniciativas como la del CUCEI-UDG, se ha demostrado la capacidad de las instituciones de educación superior para desarrollar protocolos técnicos validados científicamente, generar conocimiento aplicado en ciencia de materiales y diseño ergonómico, establecer los parámetros de calidad y eficacia para EPP de fabricación local y la formación de capital humano especializado en la resolución de problemas sociales urgentes.
- *Industria y empresa*: la propuesta desarrollada en esta investigación ofrece a los sectores productivos. Un modelo de negocio de economía circular aplicado a la fabricación de EPP, protocolos estandarizados para la microindustria y talleres locales, oportunidades de responsabilidad social corporativa mediante la dotación de EPP sostenibles, y la reducción de costos en equipos de protección para personal esencial.
- *Gobierno*: los hallazgos de esta investigación proporcionan insumos valiosos para el desarrollo de protocolos de respuesta

ante emergencias sanitarias, la creación de lineamientos para la fabricación comunitaria de EPP, las Políticas de adquisición sostenible en instituciones de salud pública y las estrategias de resiliencia en el sistema de salud nacional.

- *Sociedad civil*: la investigación ha demostrado su capacidad para empoderar a comunidades en situación de vulnerabilidad, promover la autogestión y la resiliencia comunitaria, fortalecer los lazos de solidaridad y cooperación social y facilitar el acceso a protección básica en contextos de escasez.
- *Medioambiente*: el aporte ambiental de esta investigación se manifiesta en la valorización de residuos plásticos como recursos útiles, en la reducción de la huella ambiental asociada a EPP desechables, en la promoción de modelos de producción circulares y en la mitigación del impacto ecológico de las emergencias sanitarias.

4. Resultados y discusión

4.1. Resultados

- *Materiales recuperados*: se identificaron 3 materiales viables: PET de botellas (0.5-1.0 mm de espesor), acetato de empaques (0.3-0.5 mm) y PLA de impresoras 3D de desecho. El PET mostró mejor relación transparencia-resistencia (89 % transmisión lumínica, resistencia a impacto de 8.5 joules). Los elásticos de ropa usada presentaron capacidad de elongación del 180 % sin deformación permanente.
- *Diseño y fabricación del prototipo*: se desarrollaron 3 iteraciones de diseño, optimizando la ergonomía y el consumo de material con un diseño final con una visera de 25 cm × 30 cm con curvatura de 120° que cubre rostro completo, un sistema de sujeción ajustable con banda elástica y la protección frontal junto con un barbiquejo.
- *Evaluación del desempeño*: se realizó una prueba de barrera donde resistió salpicaduras a 50 cm de distancia (presión equivalente a tos humana). La prueba de transparencia óptica fue del 87 % en PET tratado, superior al mínimo requerido del 80 %. Un ajuste ergonómico donde el 92 % de usuarios reportaron comodidad en uso prolongado (4 horas) y una es-

tabilidad donde se mantuvo en una posición correcta en 95 % de movimientos de cabeza bruscos.

- *Análisis de viabilidad*: se alcanzó un costo unitario: \$12.50 MXN vs. \$65.00 MXN de careta comercial equivalente. Un tiempo de fabricación de 15 minutos por unidad en modo producción con una reducción de huella ambiental: 45 g de PET recuperado por unidad y una capacidad de producción estimada de 80 unidades/día con equipo básico.
- *Registro de patentes*: se lograron registrar y obtener 2 patentes por el diseño de la careta y del molde de fabricación.

4.2. Discusión

Los resultados demuestran que el prototipo cumple con los parámetros mínimos establecidos por la FDA para EPP de emergencia. La transparencia del 87 % supera el requerimiento del 80 % para dispositivos médicos, mientras que la resistencia a impacto de 8.5 joules se aproxima a los 10 joules de caretas comerciales. Esta diferencia del 15 % en resistencia se considera aceptable dado el contexto de emergencia sanitaria y el costo 80 % menor.

El protocolo desarrollado supera iniciativas similares como la del CUCEI al incorporar la validación cuantitativa de los materiales recuperados, el análisis ergonómico sistemático y la reproducibilidad del proceso (variación menor al 5 % entre lotes) garantiza calidad consistente, aspecto crítico no documentado en proyectos anteriores.

El costo de \$12.50 MXN por unidad hace accesible la protección a poblaciones vulnerables. Considerando que una familia de 4 personas requeriría 2 caretas (uso rotado), el costo de protección familiar sería de \$25.00 MXN, vs. \$260.00 MXN de opciones comerciales.

El estudio cumplió integralmente con el objetivo general al validar un prototipo técnicamente viable, socialmente accesible y ambientalmente sostenible. Los objetivos específicos se abordaron secuencialmente, generando un conocimiento sistémico que trasciende la mera fabricación artesanal, estableciendo las bases para una manufactura local estandarizada de EPP en contextos de emergencia.

Por otra parte, el caso evidencia la manifestación concreta de la resiliencia organizacional a través de la manufactura flexible.

Las habilidades de anticipación, respuesta y aprendizaje se tradujeron en un proceso adaptable y eficiente.

La innovación frugal permitió desarrollar una solución funcional con costos reducidos, demostrando que las universidades pueden actuar como nodos estratégicos de innovación aplicada en contextos críticos.

La economía circular añadió un componente ambiental relevante al reducir la necesidad de materiales nuevos, evitando incrementar la generación de residuos durante la emergencia.

La articulación de las cinco hélices fortaleció la pertinencia social del proyecto y amplió su impacto. Finalmente, la experiencia demuestra que el modelo es transferible a otros escenarios de disrupción logística, sanitaria o ambiental.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

Se demostró que es técnicamente viable fabricar caretas faciales de protección utilizando materiales recuperados, específicamente PET de botellas y acetatos reutilizados. El prototipo desarrollado cumple con los parámetros básicos de funcionalidad, ergonomía y eficacia de barrera contra salpicaduras, validando el cumplimiento del objetivo general de la investigación. Se logró elaborar un protocolo de fabricación detallado y reproducible que incluye desde la selección y desinfección de materiales hasta el ensamblaje final, permitiendo la producción descentralizada con calidad consistente. Este protocolo representa un aporte significativo para la replicabilidad del proyecto en diversos contextos.

Los resultados de las pruebas de laboratorio confirmaron que el prototipo desarrollado ofrece un nivel de protección comparable con los estándares mínimos establecidos por organismos internacionales para EPP de uso en emergencias, particularmente en lo referente a resistencia al impacto y cobertura facial. El análisis económico reveló que el costo unitario de producción es aproximadamente un 80 % menor que el de las caretas comerciales equivalentes, haciendo accesible este equipo de protección a sectores vulnerables y demostrando el alto impacto social de la propuesta. La investigación evidenció el potencial de la econo-

mía circular aplicada a la salud pública, al transformar residuos plásticos en recursos valiosos para la protección comunitaria, contribuyendo simultáneamente a la mitigación de dos problemas: la protección sanitaria y la gestión de residuos.

El proyecto demuestra que es posible activar capacidades de manufactura flexible desde instituciones académicas para atender crisis de suministro. Los resultados técnicos y organizacionales muestran que la combinación de innovación frugal, fabricación digital y economía circular constituye una respuesta eficaz y sostenible.

La experiencia evidencia que la resiliencia manufacturera no depende únicamente de recursos materiales, sino también de la capacidad de reorganización, colaboración y aprendizaje continuo.

5.2. Recomendaciones

- Incorporar este tipo de proyectos en los programas de servicio social y prácticas profesionales, establecer laboratorios de fabricación digital permanentes que puedan activarse en emergencias sanitarias y desarrollar cursos de extensión para capacitar a la comunidad en técnicas de fabricación de EPP.
- Establecer vínculos formales entre universidades e industria para la cocreación de soluciones.
- Impulsar programas gubernamentales de respuesta productiva basados en manufactura flexible.
- Fomentar redes de fabricación comunitaria y proyectos de economía circular.

6. Referencias

- Ashby, M. F. (2017). *Materials and the environment: Eco-informed material choice* (2.ª ed.). Butterworth-Heinemann.
- Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (2020). *Proyecto Caretas CUCEI: Protección para el personal médico*. Universidad de Guadalajara.
- Christopher, M. y Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain. *The International Journal of Logistics Management*, 15(2), 1-13.
- Covid Protocols (s. f.). *Evaluación de pacientes*. <https://covidprotocols.org/es/capitulos/evaluacion-de-pacientes>

- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P. y Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768.
- Gobierno de México (2020). *Lineamiento para la mitigación y control de COVID-19 en la atención ambulatoria*. Secretaría de Salud.
- González, R., Córdova, H. y Torres, F. (2022). *Modelo Industrial de Cubierta Facial (Patente de México 64009)*. IMPI.
- González, R., Córdova, H. y Torres, F. (2023). *Modelo Industrial de Molde de Soporte de Cubierta Facial (Patente de México 67787)*. IMPI.
- Hollnagel, E. (2011). Prologue: The scope of resilience engineering. En: E. Hollnagel, J. Pariès, D. D. Woods y J. Wreathall (eds.). *Resilience engineering in practice: A guidebook*. Ashgate.
- Koren, Y., Gu, X. y Guo, W. (2018). Reconfigurable manufacturing systems: Principles, design, and future trends. *Frontiers of Mechanical Engineering*, 13(2), 121-136.
- Organización Mundial de la Salud (2020). *Manejo clínico de la COVID-19: orientaciones provisionales*. OMS.
- Radjou, N., Prabhu, J. y Ahuja, S. (2012). *Jugaad innovation: Think frugal, be flexible, generate breakthrough growth*. Jossey-Bass.
- Ulrich, K. T. y Eppinger, S. D. (2020). *Diseño y desarrollo de productos* (6.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.

SECCIÓN III: INNOVACIÓN SOCIAL,
ORGANIZACIONAL Y PLATAFORMAS
CIUDADANAS (EL IMPACTO HUMANO
Y CÍVICO)

Innovar desde adentro: comunicación participativa para transformar los entornos organizacionales

MARYLEIDI HERNÁNDEZ ARVIZU
CRISTINA DÍAZ PÉREZ

1. Introducción

Los individuos y grupos dentro de las organizaciones han adquirido una relevancia creciente, principalmente porque diversos estudios señalan que la efectividad de una organización depende, en gran medida, de las personas que la integran (Robbins y Judge, 2024). Por ello, en los últimos años se ha comenzado a priorizar el cuidado del entorno laboral, buscando garantizar condiciones que favorezcan tanto el desarrollo de la organización como el bienestar de sus miembros (Álvarez-Nobell y Lesta, 2011).

Normativas como la NOM-035-STPS-2018 en México, destacan la importancia del entorno laboral y establecen medidas para que las organizaciones aseguren condiciones que prevengan riesgos psicosociales en el trabajo (Secretaría del Trabajo y Previsión Social [STPS], 22 de octubre de 2019), apoyándose en mecanismos de comunicación efectivos que permitan identificar, evaluar y gestionar dichos riesgos (Beutelspacher, 6 de agosto de 2024).

En este contexto, la comunicación interna se erige como un pilar estratégico para la gestión del entorno laboral (Rivera et al., 2005), al actuar como el vínculo que conecta a la organización con sus miembros. A través de ella se facilita el intercambio de mensajes que no solo coordinan las actividades necesarias para alcanzar los objetivos institucionales, sino que también fortale-

cen las relaciones interpersonales (Arizcuren et al., 2008, como se citó en Canul Alcocer y López Gamboa, 2023).

Se trata, pues, de un área prioritaria, pues la mayoría de los problemas organizacionales, directa o indirectamente, están relacionados con la comunicación (Gisbert Soler y García Tripiñana, 2014). De hecho, una comunicación deficiente es uno de los factores más perjudiciales para el funcionamiento organizacional (Fernández Muñoz, 2010).

El Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C., Unidad Académica Tepic (CICESE-UAT) constituye un escenario idóneo para analizar cómo la comunicación interna puede transformarse en una herramienta estratégica de mejora. Si bien la institución gestiona la comunicación de manera formal –con un área específica dentro de su organigrama–, su enfoque actual se limita principalmente a la circulación de información, sin aprovechar plenamente su potencial estratégico.

Esta limitación se refleja en los resultados de una encuesta aplicada a los miembros del CICESE-UAT, que evidencia la existencia de dinámicas comunicativas con posibles efectos negativos sobre el entorno laboral. En particular, el 45.8 % de los participantes indicó haber estado expuesto a comentarios negativos en algún momento, y una proporción equivalente reconoció haber participado, en cierta medida, en su propagación. Estos hallazgos revelan que, a pesar de los mecanismos formales existentes, la gestión comunicativa requiere un enfoque más estratégico.

Frente a este escenario, la innovación en la comunicación institucional se presenta como una herramienta viable para reconfigurar y optimizar las relaciones entre los miembros de la organización mediante un intercambio de información más claro y colaborativo. Si bien la comunicación perfecta es inalcanzable, es posible aproximarse a escenarios ideales, donde los mensajes sean suficientemente claros para evitar malentendidos que puedan derivar en errores y conflictos, los cuales afectan directamente el funcionamiento del entorno laboral (Galindo Cáceres, 2012).

No obstante, la gestión de la comunicación interna en el CICESE-UAT se enfrenta a un desafío importante: la escasez de recursos institucionales. Desde julio de 2015, la institución cuenta con un área de comunicación; sin embargo, los recursos disponibles solo permiten la contratación de una persona, cuya labor se centra, principalmente, en la comunicación externa, de-

jando la comunicación interna relegada a un nivel operativo (Hernández Arvizu, 2021).

Las actividades de comunicación interna se limitan al envío de mensajes informativos a través de correo electrónico, tableros, anuncios presenciales y grupos de mensajería instantánea (como WhatsApp). Estos mensajes incluyen información sobre actividades internas, avisos, días de descanso, periodos vacacionales, noticias institucionales, reglamentos y recursos disponibles, y están dirigidos a todos los miembros de la institución: investigadores, técnicos, personal administrativo, estudiantes y personal de servicios generales.

Surge, entonces, la pregunta: ¿cómo llevar la comunicación interna del CICESE-UAT a un nivel verdaderamente estratégico cuando los recursos son limitados?

En este capítulo se plantea que la respuesta puede encontrarse en la innovación frugal, un enfoque orientado a maximizar los recursos disponibles mediante el diseño de soluciones efectivas pese a las restricciones existentes. Este tipo de innovación promueve la creación de alternativas accesibles, adaptables, asequibles y apropiadas, con inversiones significativamente menores a las requeridas por los procesos tradicionales, garantizando al mismo tiempo su pertinencia y sostenibilidad (Hossain, 2018).

2. Marco conceptual y metodológico

2.1. Marco conceptual

La comunicación interna ha experimentado una evolución significativa: de ser una disciplina emergente, fragmentada y con limitado desarrollo teórico y práctico, ha pasado a convertirse en una de las principales prioridades de las grandes organizaciones (Cuenca y Verazzi, 2020; Kresic et al., 4 de abril de 2023). No obstante, pese a los avances alcanzados, en muchos casos su aplicación continúa centrada en la simple transmisión de mensajes (Batra y Suneja, 2020), sin aprovechar plenamente su potencial estratégico para impulsar la transformación de los entornos laborales (Rodríguez Portugal, 2012; León Duarte, 2006).

Esta situación pone de relieve la importancia de replantear la comunicación interna, trascendiendo su función meramente in-

formativa y reconociéndola como un proceso integral que abarca todas las actividades que una organización realiza para construir y mantener relaciones efectivas entre sus miembros a través de diversos medios (Andrade, 2002, como se citó en Cuenca, 2018). Más que un simple intercambio de información, la comunicación interna constituye un proceso estratégico que no solo satisface necesidades informativas, sino que también fortalece las relaciones laborales.

Precisamente, su influencia en las relaciones interpersonales convierte a la comunicación interna en un motor para la creación de un *entorno laboral favorable*, entendido como el conjunto de condiciones que influyen en la forma en que los empleados realizan sus tareas diarias (Robbins y Judge, 2024). Aunque dicho entorno incluye aspectos físicos y materiales, este trabajo se centra en los factores sociales, donde las relaciones humanas y los procesos comunicativos determinan la dinámica organizacional.

En este sentido, mantener un entorno laboral saludable exige invertir en la gestión estratégica de la comunicación interna, sin embargo, en contextos donde los recursos son limitados, puede recurrirse a la innovación frugal, un enfoque que busca lograr más con menos mediante soluciones simples, accesibles y efectivas (Pastor Pérez y Balbinot, 2021). Lejos de reinventar desde cero, esta estrategia reutiliza, simplifica y aprovecha la creatividad y el conocimiento de las personas para atender sus necesidades.

A partir de los principios de la innovación frugal y de la comunicación alternativa –que promueve la participación activa de todos los miembros de una organización en los procesos comunicativos (Mefalopulos y Kamlongera, 2008)–, se propone para el CICESE-UAT una estrategia que impulse la implicación colectiva en la gestión de la comunicación interna. Dicha estrategia plantea redistribuir las funciones comunicativas, actualmente concentradas en una sola persona dentro del área de comunicación institucional, con el fin de aprovechar el potencial colaborativo de toda la comunidad.

Desde este enfoque, se busca optimizar el uso de los recursos disponibles y, al mismo tiempo, desarrollar una solución adaptada al contexto y a las necesidades reales de la organización y sus miembros, en concordancia con los criterios de la innovación frugal (Hossain, 2018).

Asimismo, la implementación de esta estrategia favorecería la generación de nuevas aspiraciones colectivas, estimularía el surgimiento de liderazgos orientados al cambio y fortalecería la participación en las actividades organizacionales, rasgos característicos de la comunicación alternativa (Beltrán, 2006, como se citó en Ledezma-López et al., 2022). Igualmente, contribuiría a democratizar la comunicación, garantizando que cada persona –especialmente aquellas en situaciones de desventaja– pueda generar y transmitir mensajes (Mattelart, 1976, como se citó en Pineda de Alcázar, 2001). En palabras de Mefalopulos y Kamlongera (2008), la comunicación debe hacerse «con la gente, no solo para la gente».

De manera complementaria, esta estrategia fortalecería el sentido de pertenencia al promover la inclusión y participación de los empleados en los procesos de comunicación (Erazo, 2020); además, potenciaría el desarrollo de diversas competencias, no solo comunicativas, sino también interpersonales, de liderazgo, trabajo en equipo y gestión organizacional. Todo ello incrementaría la aceptación y sostenibilidad de las mejoras implementadas.

En conjunto, estos elementos muestran que una comunicación interna gestionada estratégicamente y apoyada en enfoques como la innovación frugal y la comunicación alternativa puede convertirse en un factor clave para mejorar el entorno laboral, favoreciendo el bienestar de los empleados y el desarrollo sostenible de la organización.

2.2. Metodología

Con el propósito de definir el camino para alcanzar los objetivos y garantizar la validez y confiabilidad de los resultados de la propuesta de comunicación participativa orientada a mejorar el entorno laboral, se plantea una metodología basada en la investigación-acción, que permitirá no solo evaluar su efectividad, sino también aplicarla en un contexto real (Hernández Sampieri et al., 2006).

Este enfoque, aparte de buscar la resolución de problemas y la mejora de prácticas, sostiene que quienes experimentan una situación son quienes mejor pueden abordarla, lo que coincide con la propuesta de involucrar a los miembros de la organización. Asimismo, enfatiza la importancia de que las personas tomen conciencia de su papel dentro de los procesos de cambio (Sandín, 2003, como se citó en Hernández Sampieri et al., 2006).

En este marco, el estudio se desarrollará bajo un diseño de investigación experimental-correlacional, que permitirá probar los efectos de la intervención y, al mismo tiempo, analizar la relación entre distintas variables dentro del proceso (Hernández Sampieri et al., 2006). De esta forma, será posible evaluar el impacto de las estrategias de comunicación interna y establecer su relación con los cambios en el entorno laboral.

Por ello, la investigación tendrá un carácter longitudinal, es decir, se analizarán los cambios a lo largo del tiempo (Hernández Sampieri et al., 2006). Para ello, se recopilará información en diferentes momentos –fase de diagnóstico y fase de evaluación–, lo cual permitirá observar la evolución del entorno laboral antes y después de la aplicación de las estrategias.

La metodología adoptará un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos. El componente cuantitativo permitirá medir el impacto de la propuesta de solución implementada mediante indicadores específicos, mientras que el componente cualitativo permitirá explorar las percepciones de los miembros de la organización respecto a la comunicación interna y el entorno laboral (Hernández Sampieri et al., 2006). Para la recolección de datos, se emplearán encuestas, entrevistas semiestructuradas y grupos focales, lo que facilitará obtener información desde ambas perspectivas.

El sujeto de estudio será el CICESE-UAT, seleccionado por su necesidad de fortalecer el entorno laboral a través de la comunicación interna y por su disposición para adoptar estrategias innovadoras. Para garantizar una representación equitativa de los distintos grupos dentro de la organización, se utilizará un muestreo probabilístico estratificado, que divide a la población en segmentos y selecciona una muestra representativa de cada uno (Hernández Sampieri et al., 2006).

Para el análisis de los datos, se propone una comparación entre los resultados obtenidos antes y después de ejecutar la propuesta de solución, con el propósito de evaluar su impacto. La evaluación se llevará a cabo mediante diversas métricas, incluyendo la frecuencia e impacto de los comentarios negativos, la participación en actividades de comunicación interna, la calidad y efectividad de la comunicación, el sentido de pertenencia, el desarrollo de competencias comunicativas, la percepción general del entorno laboral y el nivel de adopción de los cambios.

3. Desarrollo del caso/proyecto

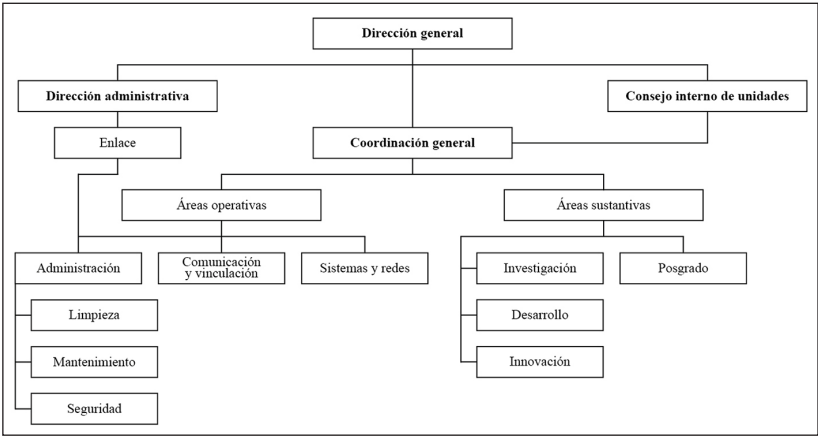
3.1. Situación actual y propuestas

El CICESE-UAT es una de las unidades académicas del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), un centro público de investigación de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (Secihti). En particular, el CICESE-UAT se dedica a la investigación básica y aplicada en el área de Sistemas Interactivos e Inteligentes, al desarrollo de tecnología para atender problemáticas sociales, a la formación de recursos humanos especializados en el nivel de posgrado y a la divulgación del conocimiento científico (CICESE-UAT, 23 de marzo de 2025).

Esta institución cuenta con un cuerpo académico integrado por cinco investigadores-docentes, uno de los cuales también funge como coordinador general. En el ámbito operativo, dispone de las áreas de administración, sistemas y redes, y comunicación y vinculación, en las que colaboran dos administrativos, un técnico y un prestador de servicios, respectivamente. Además, el programa de maestría que se imparte cuenta con quince estudiantes.

A continuación, se muestra una representación que facilita la comprensión de su estructura organizacional:

Figura 1. Estructura organizacional



Fuente: elaboración propia.

La diversidad de públicos dentro de la institución dificulta la comunicación, al implicar la interacción entre personas con diferentes formaciones, roles y estilos comunicativos. Esta situación puede dar lugar a interpretaciones erróneas, que a su vez generan consecuencias negativas para el entorno laboral.

Esta problemática se refleja en los resultados de una encuesta aplicada para evaluar la percepción de los empleados sobre los comentarios negativos en el trabajo (Anexo 1), basada en el *Negative Workplace Gossip Questionnaire (NWGQ)* de Song y Guo (2022). Los hallazgos indican que más de una cuarta parte de los encuestados (26.6 %) percibe la presencia recurrente de comentarios negativos, como se muestra en el gráfico 1.

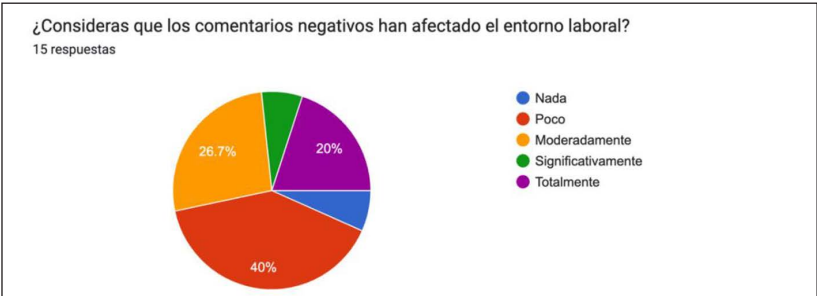
Gráfico 1. Frecuencia de comentarios negativos



Fuente: Google Forms.

Cerca del 27 % de los colaboradores reporta que los comentarios negativos generan efectos significativos en el entorno laboral, como se observa en el gráfico 2.

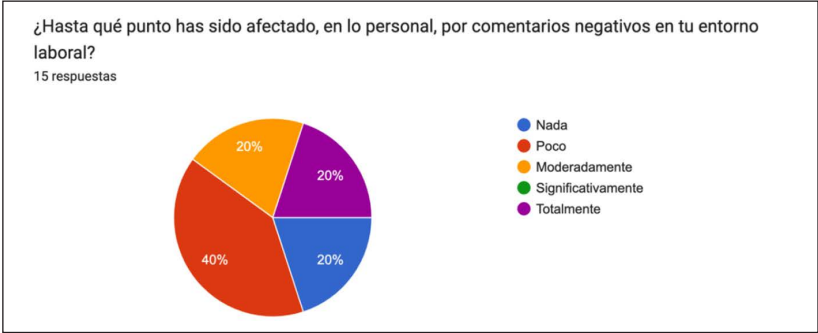
Gráfico 2. Afectación al entorno laboral



Fuente: Google Forms.

Por otra parte, el 40 % de los participantes indicó afectaciones relevantes a nivel personal (gráfico 3).

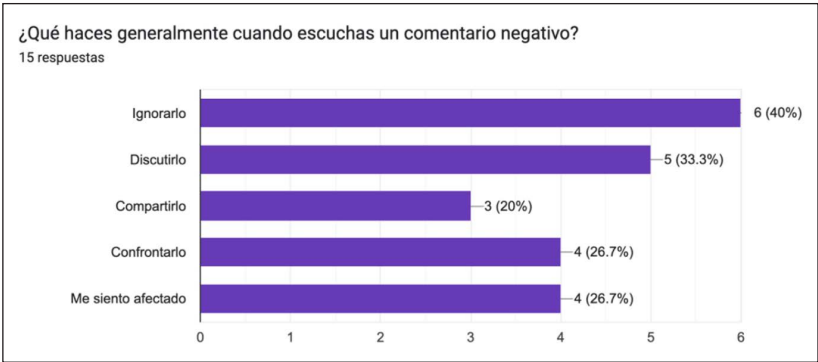
Gráfico 3. Afectación personal



Fuente: Google Forms.

Además, el 45.8 % reconoció haber contribuido, en mayor o menor medida, a la propagación de dichos comentarios (gráfico 4).

Gráfico 4. Reacción a comentarios negativos



Fuente: Google Forms.

Pese a que es común que dentro de las organizaciones surjan este tipo de expresiones –que incluso pueden contribuir al fortalecimiento de los vínculos informales (Kong, 2018)–, también es cierto que pueden generar percepciones erróneas que deriven en consecuencias negativas para el entorno laboral (Delgado, 20 de julio de 2023). Esta situación cobra mayor relevancia si se

considera que diversas investigaciones señalan que las personas tienden a prestar más atención a la información negativa que a la positiva o neutral (Kong, 2018).

Para prevenir estos problemas, se requieren estrategias de comunicación. No obstante, como se mencionó antes, en el CICESE-UAT las actividades de comunicación interna se han limitado a la difusión de información, debido a que el presupuesto solo permite la contratación de una única persona encargada de gestionar la comunicación externa, interna y la vinculación. Esta restricción dificulta el desarrollo de estrategias que fortalezcan los procesos comunicativos de manera sostenida.

La solución que se propone parte de involucrar a los miembros de la institución en la gestión de la comunicación interna. Esta opción resulta especialmente pertinente en el contexto actual, dado que el CICESE ha implementado una política de prevención de riesgos psicosociales en cumplimiento con la NOM-035, la cual contempla acciones orientadas a mejorar el entorno laboral, desarrollar mecanismos que favorezcan la comunicación interna, fortalecer las relaciones interpersonales y crear espacios de participación y consulta, alineándose con la propuesta planteada (CICESE, 2023).

Para implementar la propuesta de solución, lo primero es asegurar la disponibilidad de recursos, no precisamente económicos. Esto implica, sobre todo, garantizar que los trabajadores cuenten con tiempo suficiente para participar, así como con espacios de trabajo, herramientas tecnológicas y demás insumos necesarios para el desarrollo de las actividades.

Posteriormente, se plantean tres fases: diagnóstico, intervención y evaluación de las estrategias de comunicación interna. Durante la fase de diagnóstico, se busca comprender la situación de los comentarios negativos, la comunicación interna y el entorno laboral en la organización. Para ello, se aplicaron encuestas anónimas y se realizaron entrevistas semiestructuradas, con el fin de profundizar en el análisis. Este diagnóstico ha permitido orientar la propuesta de solución de manera precisa y efectiva.

Para la fase de intervención, se propone como primer paso formar un comité de comunicación interna que estará integrado por representantes de distintas áreas y niveles jerárquicos, quienes apoyarán en el diseño, implementación y evaluación de las actividades de comunicación interna, así como fungir como

puente para recoger información sobre las necesidades de comunicación de los trabajadores, y realizar una detección temprana de problemas.

Cabe destacar que la participación en el comité será voluntaria y requerirá un compromiso genuino para colaborar activamente en las actividades. Los criterios de selección priorizarán a aquellos voluntarios que demuestren experiencia o interés en la comunicación interna. Asimismo, se sugiere evaluar la incorporación de consultores especializados externos para apoyar el diseño de estrategias.

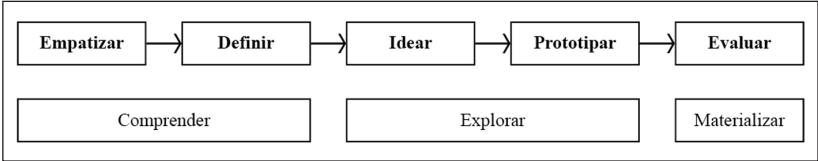
El comité estará conformado por entre cuatro y seis integrantes, a quienes se asignarán roles específicos que podrán rotarse periódicamente para garantizar una participación equitativa. Su funcionamiento tendrá una duración inicial de un año, durante el cual se evaluará periódicamente su desempeño y efectividad.

Una vez conformado, el comité, en conjunto con la persona encargada de comunicación y el coordinador general, elaborará un plan de trabajo que defina objetivos específicos, plazos y actividades, asegurando una planeación estratégica de la comunicación interna.

Como parte de las actividades del plan de trabajo, se propone involucrar a los trabajadores para identificar, de manera colaborativa, las estrategias de comunicación interna que respondan efectivamente a sus necesidades.

En ese sentido, se sugiere adoptar algunas etapas de la metodología *design thinking*, la cual busca comprender las necesidades reales de las personas, con el fin de desarrollar soluciones pertinentes y efectivas (Castillo-Vergara et al., 2014). Las fases de este proceso incluyen:

Figura 2. Proceso de *design thinking*



Fuente: elaboración propia con información de Castillo et al. (2014).

Las primeras fases que se adoptarán son empatizar y definir, con el objetivo de comprender a los miembros de la organiza-

ción y conocer qué necesitan y esperan de la comunicación interna para favorecer un entorno laboral positivo. Para ello, se conformarán grupos focales, que propiciarán espacios de diálogo abierto donde se recopile información relevante.

La fase de ideación se centrará en proponer estrategias de comunicación interna. Para ello, se empleará la técnica de *brainwriting*, una variante escrita de la lluvia de ideas (*brainstorming*) que reduce la influencia del grupo y permite que cada participante proponga soluciones de manera autónoma, fomentando la creatividad y la diversidad de perspectivas.

Una vez concluida esta fase, las ideas serán recopiladas y organizadas, y se complementarán con las siguientes estrategias de comunicación interna:

3.2. Estrategias

- *Estrategias para fortalecer la comunicación interpersonal*: tienen como objetivo mejorar las interacciones comunicativas entre los miembros de la organización y prevenir malentendidos. Incluyen la realización de capacitaciones en habilidades comunicativas –como la escucha activa y la asertividad–, la concientización sobre los efectos de una comunicación deficiente, tanto a nivel organizacional como personal, así como la creación de espacios de diálogo donde los trabajadores puedan abordar temas laborales y de convivencia de manera constructiva.
- *Estrategias de comunicación abierta*: buscan garantizar la transparencia y fortalecer la confianza dentro de la organización. Esto implica compartir la información necesaria de manera clara, oportuna y accesible, evitando percepciones de restricción o manipulación. Como señala Zendesk (20 de septiembre de 2023), la transparencia no debe limitarse a los momentos de éxito, sino que resulta especialmente crucial durante periodos de conflicto o incertidumbre.
- *Estrategias de retroalimentación*: tienen como propósito fomentar la expresión de comentarios, opiniones y sugerencias por parte del personal. Para ello, se plantea implementar canales de comunicación bidireccionales que permitan tanto a la organización como a sus integrantes emitir y recibir mensajes, favoreciendo, así, un diálogo continuo.

- *Estrategias de comunicación digital*: pretenden optimizar el flujo de información mediante el uso de herramientas tecnológicas que faciliten el intercambio ágil y la actualización constante de contenidos relevantes. Estas plataformas permiten mantener informados a los trabajadores y fortalecen la colaboración.
- *Estrategias de integración*: tienen como finalidad fortalecer las relaciones laborales y el sentido de pertenencia. Como señalan Cuenca y Verazzi (2020), las personas buscan identificarse con su entorno de trabajo y con sus compañeros. En este sentido, se propone la organización de actividades lúdicas, recreativas y de convivencia que fortalezcan los lazos interpersonales y promuevan la cohesión dentro del equipo de trabajo.

La totalidad de estrategias deberán ser presentadas a los miembros de la organización para que, de forma colectiva, se realice su priorización y posterior selección. Su evaluación se basará en criterios como la viabilidad, pertinencia y alineación con los objetivos del proyecto. Para ello, se aplicará una técnica de ponderación de ideas, en la cual los participantes asignarán votos a las iniciativas que consideren más relevantes, facilitando la identificación de aquellas con mayor potencial de impacto.

Posteriormente, con el fin de perfeccionar su diseño, las estrategias seleccionadas serán analizadas mediante la técnica de los Seis Sombreros para Pensar de Edward De Bono (2000), que permite evaluar cada propuesta desde distintas perspectivas: emocional, racional, crítica, optimista, creativa y de control.

La implementación de las estrategias de comunicación interna deberá ser planificada y dirigida por la persona responsable de comunicación del CICESE-UAT, mientras que su ejecución estará a cargo del comité. La supervisión constante de este proceso será fundamental para monitorear los avances, brindar apoyo y atender dudas o sugerencias. A partir de las observaciones y comentarios recabados, se realizarán los ajustes necesarios para identificar qué acciones resultan más efectivas en la práctica. De esta manera, la propuesta se perfeccionará de forma continua, adaptándose a las particularidades del contexto organizacional.

Para evaluar el impacto de las acciones implementadas, se realizarán mediciones antes de la intervención, de manera tri-

mestral durante el año de aplicación de la propuesta y un mes después de su conclusión. Estas evaluaciones se llevarán a cabo a través de encuestas, sesiones de retroalimentación y revisión de entregables, con el propósito de analizar tanto el progreso como la efectividad de las estrategias.

Los indicadores que se medirán incluyen aspectos relacionados con la participación del personal (nivel de involucramiento y cumplimiento de actividades); la calidad de la comunicación (percepción sobre la comunicación interna, frecuencia, claridad y relevancia de la información, así como la apertura en la comunicación); y la gestión de los canales de comunicación (cantidad de mensajes, uso de nuevos medios y los tiempos de respuesta).

Asimismo, se evaluarán la formación y desarrollo de competencias (número de personas capacitadas o sensibilizadas en temas de comunicación, y fortalecimiento de competencias comunicativas), el compromiso institucional, y la sostenibilidad de la propuesta, considerando la asignación de recursos institucionales y la validación de las iniciativas generadas.

A partir de los resultados, se elaborará un informe que será compartido con todos los miembros de la organización. Este documento servirá como punto de partida para realizar los ajustes necesarios, permitiendo continuar con la optimización de la estrategia y dar lugar a una nueva fase de comprender, explorar y concretar soluciones, manteniendo el enfoque iterativo del *design thinking*.

Paralelamente a todas estas fases, el comité deberá documentar de manera sistemática todo el proceso, desde la planeación hasta la evaluación. Esta documentación permitirá, mediante un análisis posterior, valorar la viabilidad de escalar la propuesta a otras Unidades Académicas del CICESE, muchas de las cuales carecen incluso de un área de comunicación.

4. Resultados y discusión

A partir del diseño metodológico y de las estrategias de comunicación interna propuestas, se prevé que su implementación efectiva genere mejoras significativas en el CICESE-UAT.

En primer lugar, se espera un aumento en el interés y la participación de los trabajadores en los procesos de comunicación y

en otras actividades organizacionales, lo que promovería un mayor sentido de pertenencia y compromiso, así como el reconocimiento de los miembros de la organización como actores activos del cambio.

Asimismo, se anticipa una disminución en la frecuencia e impacto de los comentarios negativos, gracias al fortalecimiento de las habilidades comunicativas y al fomento de una comunicación abierta. Este escenario no solo mejora la calidad de la comunicación, sino que también fortalece la confianza, generando un entorno en el que los trabajadores se sientan seguros para expresarse.

Derivado de lo anterior, se anticipa que la organización adquiriera una mayor conciencia sobre la relevancia estratégica de la comunicación interna, y que, al evidenciarse su impacto positivo en el entorno laboral, esta práctica pueda consolidarse de manera sostenida.

Finalmente, se espera que la propuesta demuestre la viabilidad de implementar mecanismos de comunicación efectivos incluso con recursos limitados, aplicando un enfoque de innovación frugal. Al mismo tiempo, se busca destacar los beneficios de atender las necesidades reales de la organización, integrando metodologías como el *design thinking*, para impulsar una comunicación estratégica (Álvarez, 2014), reconociendo que lo que resulta efectivo en una organización puede no serlo en otra.

Aunque la efectividad de las estrategias deberá comprobarse empíricamente una vez implementadas, los fundamentos teóricos y metodológicos presentados permiten anticipar que la gestión estratégica y participativa de la comunicación interna puede convertirse en un factor transformador del entorno laboral.

Como señala Bernués Oliván (2017):

La comunicación es la base de un buen entorno de trabajo, lo que demuestra que la productividad aumenta a medida que los trabajadores se sienten más satisfechos y felices con sus tareas en un espacio dominado por un agradable ambiente interpersonal. (p. 1536)

Es decir, una comunicación interna efectiva no solo fortalece el entorno laboral, sino que, a largo plazo, también incrementa la productividad.

A través de la implementación de la propuesta, se espera, en primer lugar, una mejora significativa en la comunicación tanto a

nivel grupal como individual. Esto no solo permitirá reducir los errores y conflictos derivados de fallas comunicativas, sino que también fortalecerá las interacciones entre colaboradores, contribuyendo, así, a un entorno laboral más armónico y productivo.

Esta transformación en las dinámicas internas puede, a su vez, propiciar una comunicación más abierta y transparente, así como prácticas más inclusivas y colaborativas. Todo ello favorecerá la consolidación de una cultura organizacional participativa, en la que los trabajadores se reconozcan como actores responsables de la gestión de la comunicación interna.

Del mismo modo, se prevé que el enfoque participativo fomente un mayor sentido de pertenencia y compromiso hacia la organización. Con todo se reconoce que este tipo de participación puede implicar un incremento en la carga de trabajo de los colaboradores, lo cual podría afectar temporalmente sus rutinas laborales.

Otro resultado esperado es la modernización de los canales de comunicación mediante el uso de plataformas digitales, lo que facilitará los procesos informativos y fortalecerá las competencias digitales del personal.

Por otro lado, se espera que la organización adquiera una mayor conciencia sobre la relevancia estratégica de la comunicación interna, de modo que, si los resultados del proyecto son favorables, las prácticas implementadas puedan mantenerse en el tiempo e incluso integrarse a las políticas institucionales.

Finalmente, se busca demostrar que es posible implementar mecanismos de comunicación eficaces aun en contextos con recursos limitados, validando, así, la pertinencia y aplicabilidad del enfoque de innovación frugal.

5. Conclusiones y recomendaciones

Desde el inicio, este trabajo se propuso explorar cómo una comunicación interna más efectiva puede mejorar el entorno laboral. No obstante, se identificó un obstáculo significativo: la disponibilidad limitada de recursos. Ante esta situación, la propuesta se inspira en la innovación frugal y la comunicación alternativa, promoviendo soluciones que aprovechan los recursos existentes e involucran a los miembros de la organización.

Esto dio lugar a una innovación: incorporar la participación de los trabajadores en la gestión de la comunicación interna, transformando la forma en que la organización se coordina y adoptando estrategias que antes no formaban parte de su gestión habitual.

Sin embargo, gestionar la innovación no solo requiere creatividad, sino también procesos bien definidos y la capacidad de convertir las ideas en resultados concretos. Por ello, es necesario replantear procesos, roles y responsabilidades, asegurando que la participación se integre de manera estructurada y estratégica, evitando que las iniciativas queden solo en intenciones o se ejecuten de forma deficiente.

Asimismo, la propuesta requiere la incorporación de estrategias complementarias, como la implementación de procesos de evaluación y mejora continua, la gestión del cambio para facilitar la aceptación de nuevas dinámicas, y la integración de la comunicación interna con otras áreas institucionales, garantizando su alineación con la estrategia global. De manera paralela, se recomienda fomentar una cultura organizacional con enfoque humano que priorice a las personas.

En una organización que se comunica, los problemas no desaparecen, pero se identifican y gestionan con mayor rapidez, por lo que fortalecer el área de comunicación –ya sea mediante capacitación del personal o con la incorporación de expertos– resulta fundamental.

6. Referencias

- Álvarez, J. (2014). Comunicación Interna, la Estrategia del Éxito. *Razón y Palabra*, 56. https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/17211/file_1.pdf?sequence=1
- Álvarez-Nobell, A. y Lesta, L. (2011). Medición de los aportes de la gestión estratégica de comunicación interna a los objetivos de la organización. *Palabra Clave*, 14(1), 11-30. <https://www.redalyc.org/pdf/649/64920732002.pdf>
- Batra, R. y Suneja, P. (2020). Role of effective communication in management of organization. *PalArch's Journal of Archaeology of Egypt / Egyptology*, 17(9), 4631-4643. <https://archives.palarch.nl/index.php/jae/article/view/4658/4606>

- Bernués Oliván, J. (2017). Communication as an element of knowledge for the company's human resources. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 237, 1533-1536. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.241>
- Beutelspacher, A. (6 de agosto de 2024). *El papel clave de los mecanismos de comunicación en la NOM-035*. Lecosy. <https://blog.lecosy.com.mx/index.php/2024/08/06/el-papel-clave-de-los-mecanismos-de-comunicacion-en-la-nom-035/>
- Canul Alcocer, J. A. y López Gamboa, G. E. (2023). La comunicación interna en organizaciones educativas de nivel superior: una revisión sistemática (2012-2022). *Revista Panamericana de Pedagogía*, 37, 54-71. <https://revistas.up.edu.mx/RPP/article/view/3031/2539>
- Castillo-Vergara, M., Alvarez-Marin, A. y Cabana-Villca, R. (2014). Design thinking: como guiar a estudiantes, emprendedores y empresarios en su aplicación. *Ingeniería Industrial*, 35(3), 301-311. <https://www.redalyc.org/pdf/3604/360433598006.pdf>
- CICESE (2023). *Política de prevención de riesgos psicosociales del CICESE*. Intranet.
- CICESE-UAT (23 de marzo de 2025). *Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada - Unidad Académica Tepic (CICESE-UAT)*. <https://uat.cicese.mx>
- Cuenca, J. (2018). *Cómo hacer un plan estratégico de comunicación. La investigación estratégica preliminar* (vol. 3). UOC.
- Cuenca, J. y Verazzi, L. (2020). *Comunicación interna total: Estrategia, prácticas y casos*. UOC.
- De Bono, E. (2000). *El pensamiento lateral. Manual de creatividad*. Paidós. <https://tecnologia3bunlp.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/03/edward-de-bono-pensamiento-lateral.pdf>
- Delgado, N. (20 de julio de 2023). *Cómo la Comunicación Interna mejora el clima laboral: guía completa – Dialenga*. Dialenga by Singular. <https://www.dialenga.com/como-la-comunicacion-interna-mejora-el-clima-laboral-guia-completa-dialenga>
- Erazo, R. A. (2020). *La Comunicación Participativa como Estrategia para Fortalecer el Empoderamiento Organizacional y Sentido de Pertenencia en los Miembros de la OSP Colaper y Fas*. Repositorio Institucional Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/34857>
- Fernández Muñoz, A. (4 de marzo de 2010). *Estudio Las 10 Toxinas Empresariales*. Centro de Estudios Financieros (CEF). <https://www.cef.es/es/estudio-10-toxinas-empresariales.html>

- Galindo Cáceres, J. (2012). Comunicología e ingeniería en comunicación social del conflicto y la articulación. Apuntes para un programa de trabajo en comuniconomía de la comunicación estratégica. *Revista Intersticios Sociales*, 3, 3-35. <http://www.intersticiosociales.com/index.php/is/article/view/22/22>
- Gisbert Soler, V. y García Tripiana, T. (2014). Los problemas de comunicación en la empresa familiar. *3C Empresa*, 3(3), 181-191. <https://riunet.upv.es/handle/10251/51292>
- Hernández Arvizu, M. (2021). *Manual de comunicación y vinculación del CICESE-UAT*. Intranet.
- Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación*. (4.^a ed.). McGraw-Hill. <http://187.191.86.244/rceis/registro/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%20SAMPIERI.pdf>
- Hossain, M. (2018). Frugal innovation: A review and research agenda. *Journal of Cleaner Production*, 183, 926-936. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.091>
- Kresic, O., Gstalder, G. y Flamme, E. (4 de abril de 2023). *The Top 19 Public Relations Insights of 2022*. Institute for Public Relations. <https://instituteforpr.org/ipr-top-insights-2022>
- Kong, M. (2018). Effect of Perceived Negative Workplace Gossip on Employees' Behaviors. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01112>
- León Duarte, G. A. (2006). La comunicación organizacional en México: Enfoques, diseños y problemas en su desarrollo. *Anàlisi: Quaderns de comunicació i cultura*, 34, 287-304. <https://raco.cat/index.php/Analisi/article/view/55458>
- Mefalopulos, P. y Kamlongera, C. (2008). *Diseño Participativo para una Estrategia de Comunicación*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <https://www.fao.org/3/y5794s/y5794s.pdf>
- Pastor Pérez, M. P. y Balbinot, Z. (2021). Innovación social y frugal: ¿de qué estamos hablando? *Innovar*, 31(81), 101-114. <https://doi.org/10.15446/innovar.v31n81.95576>
- Pineda de Alcázar, M. (2001). Las teorías clásicas de la comunicación: Balance de sus aportes y limitaciones a la luz del siglo xx. *Opción*, 17(36), 11-29. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/opcion/article/view/6226>
- Rivera, A. B., Rojas, L. R., Ramírez, F. y Álvarez de Fernández, T. (2005). La comunicación como herramienta de gestión organizacional. *Ne-*

- gotium*, 1(2) 32-48. <https://www.redalyc.org/pdf/782/78212103.pdf>
- Robbins, S. P. y Judge, T. A. (2024). *Organizational Behavior*. Pearson. https://frq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/15550/mod_resource/content/0/ROBBINS%20comportamiento-organizacional-13a-ed_nodrm.pdf
- Rodrich Portugal, R. (2012). Fundamentos de la Comunicación Institucional: una aproximación histórica y conceptual de la profesión. *Revista de Comunicación*, 11(1), 212-234. <https://revistadecomunicacion.com/pdf/2012/Art212-234.pdf>
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) (22 de octubre de 2019). *Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018, Factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención*. <https://www.gob.mx/stps/articulos/norma-oficial-mexicana-nom-035-stps-2018-factores-de-riesgo-psicosocial-en-el-trabajo-identificacion-analisis-y-prevencion>
- Song, X. y Guo, S. (2022). The Impact of Negative Workplace Gossip on Employees' Organizational Self-Esteem in a Differential Atmosphere. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.854520>
- Zendesk (20 de septiembre de 2023). *23 tendencias en experiencia del cliente para 2023*. <https://www.zendesk.com.mx/blog/tendencias-experiencia-cliente>

Diseño de una plataforma digital para vincular y fortalecer la formación práctica y profesional

GABRIELA GISELL RAMÍREZ MAURICIO
MARISELA RODRÍGUEZ MORÁN

1. Introducción

Diversos estudios sostienen que la innovación constituye un factor determinante para el desarrollo competitivo y sostenible de las organizaciones (Castellanos et al., 2011). En el ámbito educativo, la innovación no solo implica la introducción de tecnología, sino también la transformación de los procesos de aprendizaje y vinculación (Montoya, 2012). Desde esta perspectiva, el presente proyecto busca aplicar metodologías de innovación como el *design thinking* y el pensamiento lateral para diseñar una solución que promueva la empleabilidad, la actualización profesional, el aprendizaje continuo, así como fortalecer la formación práctica de los estudiantes de la Licenciatura en Diseño de Interiores y Ambientación de la Universidad de Guadalajara.

El análisis diagnóstico permitió identificar las causas que originan la inseguridad laboral de los egresados, entre las que destacan la falta de experiencia práctica, el dominio insuficiente de herramientas digitales y la limitada exposición a proyectos reales. Asimismo, desde la visión institucional, se observó una carencia de estrategias de colaboración con empresas del sector y un número reducido de convenios para la realización de prácticas profesionales.

Ante este panorama, la plataforma digital se plantea como una estrategia de innovación educativa que conecta las funcio-

nes sustantivas de la universidad: docencia, investigación y vinculación con las necesidades del entorno. No se trata únicamente de una herramienta tecnológica, sino de un espacio que propicie el aprendizaje aplicado, la colaboración interdisciplinaria y la construcción de comunidades profesionales.

De esta manera, el proyecto se inscribe dentro de los objetivos de la Universidad de Guadalajara en materia de formación integral y responsabilidad social, al impulsar la interacción entre la academia, el sector laboral, y la sociedad.

2. Marco conceptual y metodológico

2.1. Marco conceptual

El presente proyecto se fundamenta en los principios del desarrollo y dirección de la innovación, entendida como el proceso sistemático de generación de valor mediante la aplicación creativa del conocimiento (Montoya, 2012). Desde esta perspectiva, la *innovación educativa* se concibe como la capacidad institucional de transformar las prácticas de enseñanza-aprendizaje para responder a los retos del entorno social y productivo (Castellanos et al., 2011).

En el ámbito de la educación superior, la innovación se materializa en estrategias que promueven la vinculación efectiva entre la academia y el mercado laboral, el uso de tecnologías digitales de aprendizaje y la formación continua. Según la Universidad de Guadalajara (2019), las instituciones educativas tienen la responsabilidad de generar programas pertinentes y actualizados que respondan a las demandas sociales y profesionales de su contexto.

La Licenciatura en Diseño de Interiores y Ambientación, adscrita al Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño (CUAAD), tiene como misión formar profesionistas capaces de transformar los espacios del hábitat humano con criterios estéticos, funcionales y sostenibles (Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño, s. f.). No obstante, las evidencias recabadas muestran una desvinculación de este programa educativo con las necesidades y demandas del entorno.

Para abordar este desafío, el proyecto incorpora las metodologías del *design thinking* y del pensamiento lateral, herramientas que fomentan la creatividad, la empatía y la solución colaborati-

va de problemas complejos. Estas metodologías no solo permiten diseñar productos o servicios innovadores, sino que impulsan la reflexión crítica sobre las dinámicas institucionales y los procesos de aprendizaje (Brown, 2008; De Bono, 1992).

En este sentido, el *design thinking* se aplicó como marco estructurante del proceso de diseño de la plataforma, siguiendo sus etapas: empatizar, definir, idear y prototipar. A su vez, la técnica epojé, y el pensamiento lateral, facilitaron la suspensión de juicios previos y la apertura a nuevas perspectivas en la comprensión del problema.

Así, la propuesta se apoya en un enfoque interdisciplinario que combina innovación tecnológica y educativa, orientado al fortalecimiento de la práctica profesional y a la creación de valor compartido entre los distintos actores del ecosistema universitario permitiendo la vinculación de todos los actores.

2.2. Enfoque metodológico

El proyecto adoptó un enfoque cualitativo con componentes cuantitativos, sustentado en un estudio exploratorio descriptivo que integró el diagnóstico institucional, la percepción de los egresados y las necesidades del sector laboral. La triangulación de fuentes permitió validar los hallazgos y formular una propuesta de intervención contextualizada y viable (Okuda y Gómez-Restrepo, 2005)

El proceso metodológico se desarrolló en tres etapas:

1. Diagnóstico y análisis del problema

Se aplicaron encuestas digitales a 53 egresados de diversas generaciones de la licenciatura, con el propósito de conocer las dificultades en su inserción laboral. También se aplicaron encuestas digitales a 110 alumnos de esta licenciatura para conocer su percepción respecto a su formación como profesionistas con relación a los conocimientos que les brinda la institución educativa, así como las áreas de mejora u oportunidades detectadas por ellos. Asimismo, se realizaron entrevistas semiestructuradas a docentes, personal administrativo y empleadores del sector de diseño de interiores, complementadas con la revisión documental de planes de estudio, informes institucionales y políticas educativas.

2. Diseño de la solución

A partir de los hallazgos, se desarrolló la propuesta de una plataforma digital de vinculación académica y profesional, utilizando la metodología *design thinking* para identificar las necesidades de los usuarios, generar ideas innovadoras y construir un prototipo funcional. En esta fase se incorporaron técnicas de pensamiento lateral y epojé para diversificar los enfoques de solución y evitar sesgos institucionales.

Otro aspecto que también se consideró en el diseño de solución son las redes de aprendizaje personal (PLN) y los entornos personales de aprendizaje (PLE) a través de las TIC, ya que permiten el fácil acceso a la información y promueven la generación de nuevos conocimientos y la interacción con otras personas propiciando la construcción de comunidades de aprendizaje al generar una vinculación con el entorno (García, Herrera y Fallas 2021, pp. 43-44).

3. Generación de prototipo

Se implementó un prototipo inicial en el entorno Google Sites, la cual es una herramienta gratuita incluida dentro del ecosistema de Google Workspace for Education, al cual la universidad tiene acceso mediante un convenio institucional. Esta herramienta cuenta con una interfaz intuitiva de tipo *drag and drop* y platillas prediseñadas que facilitaron la generación de esta plataforma digital.

En este prototipo inicial se contemplaron los siguientes aspectos:

- Capacitación (conferencias, webinarios, estudios de caso, cursos, talleres, diplomados y capacitación con proveedores)
- Foros de aprendizaje (recomendación de proveedores, recomendación de materiales, dudas técnicas de diseño, *software* de diseño y representación, trato y comunicación con clientes, portafolios y presentación profesional, emprendimiento y carrera profesional, tendencias y estilos de diseño, casos reales y experiencias, contabilidad en el diseño de interiores y aspectos legales en el diseño de interiores)
- Panel de eventos externos que incluye información sobre actividades organizadas por otras instituciones, empresas, marcas u organizaciones relacionadas con el diseño de interiores, con el objetivo de conectar el aula con su entorno.

2.3. Herramientas de análisis y diseño

El uso de instrumentos de análisis visual, como el diagrama de *Ishikawa* y el árbol de problemas, permitió identificar las causas estructurales de la inseguridad profesional de los egresados. Entre las principales se encuentran: la falta de conocimientos prácticos, la desvinculación con el sector laboral y la escasa experiencia en la gestión de proyectos.

El empleo de mapas de empatía y matrices de alternativas dentro del proceso de *design thinking* ayudó a definir las necesidades clave de los usuarios y a priorizar funcionalidades para la plataforma digital. Estas herramientas favorecieron la comprensión profunda del usuario, elemento esencial en toda estrategia de innovación centrada en las personas (*human-centered design*).

Además, se aplicaron métodos de pensamiento lateral, como la inversión y la distorsión (De Bono, 1992), que facilitaron la generación de ideas disruptivas para integrar la plataforma dentro de las estructuras ya existentes en la universidad, evitando redundancias tecnológicas y maximizando el uso de recursos institucionales.

2.4. Vinculación con el modelo de las cinco hélices

La propuesta se sustenta en el modelo de las cinco hélices de la innovación, que concibe la interacción entre universidad, Gobierno, empresa, sociedad civil y entorno natural como base para el desarrollo sostenible. En este proyecto justamente se busca la vinculación y la generación de conocimiento entre estos actores de la siguiente manera:

- La universidad actúa como generadora de conocimiento y espacio de formación profesional para los estudiantes de la licenciatura en diseño de interiores y ambientación.
- El sector empresarial representa el entorno laboral al cual se vinculan los egresados y que a su vez retornan conocimientos y retroalimentación de sus necesidades a la institución educativa y a los alumnos y egresados de este programa educativo.
- El Gobierno funge como regulador y facilitador de políticas educativas y de innovación que disminuyan la brecha entre la academia, el sector laboral y con la sociedad.

- La sociedad civil participa a través de asociaciones profesionales y redes de colaboración como lo es esta plataforma.
- Al fomentar el aprendizaje digital y reducir la necesidad de materiales impresos o traslados físicos, la plataforma contribuye a la sostenibilidad ambiental y al uso responsable de los recursos. Asimismo, integra contenidos sobre diseño sustentable y buenas prácticas ecológicas, fortaleciendo la conciencia ambiental entre los futuros profesionales.

Este modelo permite que la plataforma no solo funcione como herramienta de vinculación académica, sino como un ecosistema de innovación abierta, donde confluyen los distintos agentes que contribuyen al desarrollo del diseño de interiores.

3. Desarrollo del caso/proyecto

3.1. Contexto institucional

El Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño (CUAAD), perteneciente a la Universidad de Guadalajara, es un centro temático que concentra los programas educativos relacionados con las disciplinas creativas. Adscrita a este Centro Universitario se encuentra la Licenciatura en Diseño de Interiores y Ambientación que tiene como propósito el de generar profesionales capaces de atender las necesidades del hábitat humano desde una perspectiva estética, funcional y sustentable.

Sin embargo, diversos documentos institucionales como el Plan de Desarrollo CUAAD 2019-2025 y los dictámenes de modificación del plan de estudios (2016 y 2019) han identificado debilidades en materia de vinculación con el entorno laboral. Entre ellas se destacan:

- Falta de interacción entre academia y sector productivo.
- Recursos limitados para prácticas profesionales externas.
- Ausencia de programas de educación continua o especialización en interiorismo.

El diagnóstico también evidenció que, pese a existir 267 convenios de prácticas profesionales en el CUAAD, solo 45 corres-

ponden a la carrera de Diseño de Interiores y Ambientación, lo que representa un 16.8 % del total (Unidad de Vinculación, 2021). Este desequilibrio, sumado a una matrícula aproximada de 546 estudiantes activos, genera un déficit de oportunidades de prácticas reales.

Por otro lado, el Observatorio Laboral del Gobierno de México (2021) reporta que las mujeres egresadas de las áreas de arquitectura, urbanismo y diseño se enfrentan a mayores retos de inserción laboral, situación particularmente relevante considerando que el 91 % de la matrícula de la carrera corresponde al género femenino (Coordinación General de Control Escolar, s. f.).

En este contexto, el diseño de la plataforma digital se presenta como una estrategia de innovación educativa y social orientada a resolver un problema institucional real: la desvinculación entre la formación académica y el ejercicio profesional en el campo del diseño de interiores.

3.2. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la creación de una plataforma digital de vinculación y aprendizaje continuo que integre contenidos formativos, espacios de colaboración y recursos de apoyo profesional para estudiantes, docentes y egresados.

Su propósito principal es fortalecer la formación práctica a través de experiencias de aprendizaje aplicadas, la construcción de redes profesionales y la difusión de oportunidades de desarrollo.

a) Objetivos específicos

1. Brindar un espacio digital que conecte a estudiantes, egresados y empleadores.
2. Ofrecer materiales de capacitación y actualización profesional.
3. Fomentar la colaboración académica mediante foros, proyectos y comunidades.
4. Incrementar la visibilidad del trabajo de los diseñadores de interiores del CUAAD.
5. Facilitar el acceso a información sobre prácticas, empleo y emprendimiento.

b) Estructura general de la plataforma

El prototipo se desarrolló en Google Sites, integrando herramientas del ecosistema institucional de la Universidad de Guadalajara (Google Workspace for Education). La estructura de contenidos se organizó en cinco secciones principales:

1. *Inicio*: presentación institucional, misión, visión y objetivos del proyecto.
2. *Capacitación*: repositorio de recursos educativos abiertos, tutoriales, cursos y materiales especializados.
3. *Foros de aprendizaje*: espacios de diálogo en Google Groups, donde se promueve la resolución de problemas reales de diseño.
4. *Panel de eventos y comunidad*: difusión de seminarios, congresos y colaboraciones con profesionales del sector.

El diseño prioriza la navegación intuitiva, la accesibilidad y la sostenibilidad institucional, utilizando plataformas gratuitas y de fácil actualización por parte de los coordinadores académicos.

3.3. Aplicación de conocimientos adquiridos

El desarrollo del proyecto permitió la aplicación de competencias adquiridas en la Maestría en Desarrollo y Dirección de la Innovación, particularmente en los ámbitos de:

- *Gestión de proyectos de innovación*: formulación del alcance, cronograma, riesgos y presupuesto.
- *Diseño estratégico*: construcción de la propuesta de valor y el perfil del usuario mediante el modelo *Value Proposition Canvas* (Osterwalder, 2014).
- *Investigación aplicada*: uso de encuestas, entrevistas y análisis institucional para fundamentar la intervención.
- *Pensamiento creativo y diseño centrado en el usuario*: a través de las etapas de empatía, ideación y prototipado de *design thinking*.
- *Metodologías de innovación*: aplicación de metodologías *design thinking*, *epojé* y pensamiento lateral.

Durante la fase de ideación, se aplicaron técnicas como *brainstorming*, *¿How might we?*, y la matriz de alternativas, que permi-

tieron comparar opciones y definir la propuesta final a partir de criterios de factibilidad, impacto y sostenibilidad.

De esta manera, el proyecto no se limita a resolver una necesidad académica, sino que contribuye a un ecosistema colaborativo de innovación educativa, donde los distintos agentes interactúan para mejorar la empleabilidad, la actualización profesional y el impacto social del diseño de interiores.

3.4. Estrategia de comunicación y sostenibilidad

La estrategia de comunicación se orientó a la difusión institucional mediante tres niveles:

1. *Interno*: comunicación con la coordinación de carrera y docentes.
2. *Comunitario*: difusión entre estudiantes y egresados mediante redes sociales institucionales y correo electrónico.
3. *Externo*: vinculación con empresas, cámaras y asociaciones de diseño.

Para garantizar su sostenibilidad, la plataforma se diseñó con recursos gratuitos, bajo un esquema de gestión colaborativa, donde los docentes y coordinadores podrán actualizar los contenidos y mantener su pertinencia.

4. Resultados y discusión

4.1. Resultados generales del diagnóstico

El proceso de diagnóstico permitió identificar de manera integral las causas de la desvinculación entre la Licenciatura en Diseño de Interiores y Ambientación y el entorno profesional.

Los resultados obtenidos a partir de la encuesta a 53 egresados evidenciaron que:

- El 88.7 % de las egresadas consideraron no estar suficientemente preparadas para realizar proyectos reales al concluir su formación.
- Las principales limitantes fueron la falta de experiencia práctica, el dominio insuficiente de *software* especializado, la caren-

cia de conocimientos sobre gestión de obra y costos, y la poca vinculación con empresas o proveedores del sector.

- Aquellos egresados que trabajaron durante su formación tuvieron una inserción laboral más fluida, confirmando que la experiencia práctica fortalece la empleabilidad (Acosta y Planas, 2014).

Asimismo, las entrevistas con docentes y administrativos revelaron que el programa educativo presenta una brecha entre la enseñanza teórica y la práctica profesional, y que la autogestión del estudiante es considerada un componente clave para su desarrollo. Sin embargo, se reconoció la ausencia de espacios institucionales de actualización y especialización en interiorismo y la obligación de vincular las necesidades del entorno con la formación académica.

Desde la perspectiva de empleadores y especialistas, se confirmó que los egresados poseen un perfil creativo y propositivo, pero requieren fortalecer su dominio de procesos técnicos, administración de obra, manejo de contratos y normatividad. Se destacó la necesidad de fomentar habilidades blandas como la empatía, la comunicación y la tolerancia a la frustración, fundamentales para la práctica profesional contemporánea.

En conjunto, estos hallazgos revelan un desajuste entre el perfil de egreso y las expectativas del sector laboral, así como una oportunidad estratégica para implementar mecanismos de vinculación sostenibles y digitalizados.

4.2. Resultados del diseño e implementación

Mediante la aplicación de la metodología *design thinking* a través de las fases de empatía y definición, se logró una comprensión profunda de las necesidades de los distintos usuarios estudiantes, docentes y empleadores, lo que permitió establecer las siguientes prioridades funcionales:

1. Acceso a recursos formativos actualizados (conferencias, webinarios, estudios de caso, cursos, talleres, diplomados y capacitación con proveedores).
2. Creación de foros de aprendizaje colaborativo para compartir experiencias de campo. (recomendación de proveedores, re-

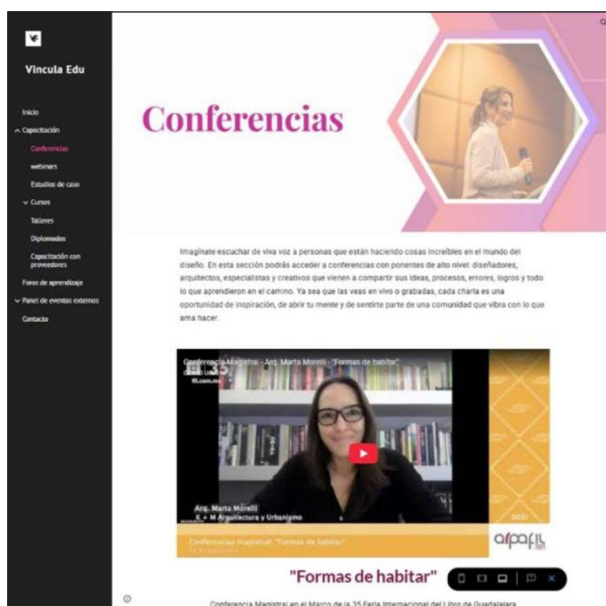
comendación de materiales, dudas técnicas de diseño, *software* de diseño y representación, trato y comunicación con clientes, portafolios y presentación profesional, emprendimiento y carrera profesional, tendencias y estilos de diseño, casos reales y experiencias, contabilidad en el diseño de interiores y aspectos legales en el diseño de interiores)

3. Promoción de eventos académicos y actividades extracurriculares relacionadas con el interiorismo.

El prototipo de la plataforma, desarrollado en Google Sites, integró estos elementos en una interfaz intuitiva y de libre acceso. Entre los principales logros técnicos y funcionales destacan:

- Integración de herramientas institucionales (Google Workspace).
- Uso de repositorios *open access* para recursos de aprendizaje.
- Interfaz intuitiva y amigable para el usuario.
- Interacción colaborativa entre usuarios.

Figura 1. Plataforma diseñada



Fuente: elaboración propia

Esta plataforma tiene como propósito vincular y fortalecer la formación práctica de los estudiantes, proporcionándoles herramientas interactivas y recursos digitales que faciliten su aprendizaje y desarrollo profesional en el ámbito del diseño de interiores. El enfoque de este proyecto se limitó al diseño de la plataforma y creación de un prototipo funcional. No se incluye la implementación técnica ni el análisis posterior de su uso o efectividad una vez que esté en funcionamiento.

4.3. Impactos del proyecto

El proyecto promueve una optimización de recursos al aprovechar infraestructuras digitales existentes, evitando gastos en licencias o desarrollo de *software* externo. Además, al facilitar la vinculación laboral, puede incrementar la empleabilidad de los egresados y, por ende, su inserción productiva en el mercado.

La plataforma constituye un espacio de inclusión y participación que fortalece la comunidad académica de diseño de interiores. Favorece la oportunidad de actualización flexible y accesible. También fomenta la creación de redes de colaboración entre generaciones de egresados, promoviendo el aprendizaje entre pares y la mentoría profesional.

El proyecto introduce el uso estratégico de plataformas digitales institucionales como herramientas de innovación educativa. Esto no solo mejora las competencias digitales de docentes y estudiantes, sino que sienta las bases para el desarrollo de ecosistemas de aprendizaje híbridos dentro del CUAAD, alineados con los principios de la educación 4.0.

La visibilización del trabajo de los estudiantes y egresados en el entorno digital promueve el reconocimiento del diseño interior como disciplina profesional en la sociedad. Al difundir proyectos, experiencias y eventos, la plataforma se convierte en un espacio de difusión cultural y académica, contribuyendo al posicionamiento del interiorismo como campo innovador y socialmente relevante.

Este proyecto también es un modelo de vinculación que permite la generación del conocimiento a través de la creación de una comunidad digital en donde se propicia el intercambio de experiencias mediante la interacción de sus usuarios y que, además, puede convertirse en un modelo replicable para otras carreras del CUAAD y de la misma Universidad de Guadalajara.

5. Discusión

El proceso de implementación permitió constatar que la innovación, cuando se aplica de manera contextualizada, trasciende la dimensión tecnológica y se convierte en un motor de transformación institucional. La plataforma no resuelve por sí sola las limitaciones estructurales del programa educativo, pero constituye un instrumento catalizador de cambio al propiciar nuevas formas de colaboración, aprendizaje y gestión del conocimiento.

Desde una perspectiva teórica, el proyecto confirma los postulados de Montoya (2012), al demostrar que los problemas de innovación requieren estrategias creativas y metodológicas que combinen análisis, empatía y experimentación. A nivel institucional, coincide con las líneas estratégicas del Plan de Desarrollo CUAAD 2019-2025, que promueven la integración de la docencia con la vinculación y la extensión universitaria.

Uno de los aportes más significativos es la demostración de que la innovación educativa no depende exclusivamente de la inversión económica, sino de la capacidad de generar soluciones sostenibles basadas en la colaboración y el uso inteligente de los recursos disponibles.

Finalmente, el proyecto resalta la importancia de fortalecer la educación práctica y la formación a lo largo de la vida, como fue identificado por el personal de la institución educativa, la importancia de formación continua y especializada siendo el estudiante autogestivo y consciente de que también es responsable de su formación, principios que resultan esenciales en profesiones creativas donde la actualización constante es requisito para la competitividad.

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

El desarrollo del presente proyecto, centrado en el diseño de una plataforma digital orientada a vincular y fortalecer la formación práctica de los estudiantes de la Licenciatura en Diseño de Interiores y Ambientación de la Universidad de Guadalajara, representó una experiencia enriquecedora desde una perspectiva tanto

profesional como académica. A lo largo del proceso, se identificaron y abordaron diversas problemáticas relacionadas con la incertidumbre laboral y la desconexión entre la formación académica y las demandas del entorno profesional, una situación que no solo afecta a esta licenciatura, sino que también se manifiesta en otras instituciones de educación superior a nivel Latinoamérica.

El análisis del micro y macro entorno, respaldado por entrevistas, encuesta e investigaciones de casos en otros países, permitió comprender la magnitud de la desvinculación existente entre los programas educativos y el sector laboral. Esta perspectiva permitió fundamentar la propuesta de la plataforma digital, la cual busca ofrecer un espacio de interacción, aprendizaje práctico y desarrollo profesional para los estudiantes y egresados del programa.

Cabe destacar que el proyecto se limitó a la elaboración de una propuesta de solución, sin llegar a su implementación real dentro de la universidad. No obstante, el resultado incluye un prototipo funcional elaborado en Google Sites, que refleja de manera detallada las necesidades expresadas por la comunidad. Este prototipo no solo visualiza la estructura y el diseño de la plataforma propuesta, sino también permite interactuar con su funcionalidad, brindando una representación clara de cómo podría operar en un entorno real.

A pesar de que en este trabajo no se alcanzó la fase de implementación, el prototipo ofrece una base sólida para futuras fases del proyecto, donde podría ser evaluado, ajustado y, eventualmente, implementado. De este modo, el proyecto sienta las bases para una solución viable, accesible y alineada con los objetivos estratégicos de la universidad.

Los hallazgos del diagnóstico evidenciaron que la principal debilidad del programa radica en la brecha entre los conocimientos teóricos y las competencias prácticas requeridas por el sector productivo. Esta situación se traduce en dificultades de inserción laboral, falta de actualización tecnológica y una limitada conexión entre la universidad y el mercado profesional.

El diseño e implementación de la plataforma digital de vinculación respondió a estas necesidades desde un enfoque metodológico basado en la innovación, que combinó herramientas de *design thinking*, pensamiento lateral y epojé. Esta integración permitió generar una solución contextualizada, participativa y sos-

tenible, alineada con los objetivos institucionales del CUAAD y de la Universidad de Guadalajara.

La gestión del proyecto permitió estructurar eficientemente cada fase, desde la planificación inicial hasta la identificación de riesgos, costos y tiempos estimados, con un enfoque orientado a la factibilidad y sostenibilidad de la solución propuesta.

Uno de los principales desafíos consistió en identificar una plataforma accesible, gratuita e intuitiva que pudiera ser utilizada por el personal universitario, sin representar una carga económica adicional. Este reto, sin embargo, se convirtió en una oportunidad para explorar y evaluar distintas herramientas digitales aplicables en contextos académicos.

Entre los resultados más relevantes se destacan:

- La creación de un espacio digital colaborativo que promueve el aprendizaje continuo, la actualización profesional y la conexión con el entorno laboral.
- La consolidación de una red de egresados que contribuye a fortalecer la identidad del programa y a generar oportunidades profesionales.
- La validación del enfoque de innovación educativa aplicada como vía para atender las necesidades de formación práctica en disciplinas creativas.
- La incorporación de los principios de la triple y quintuple hélice, que articulan la participación de la academia, el sector productivo, el Gobierno, la sociedad civil y el medioambiente.

En conjunto, el proyecto demuestra que la innovación no se limita a la creación de productos tecnológicos, sino que implica la transformación de las dinámicas institucionales, pedagógicas y colaborativas, con miras a fortalecer la calidad educativa y la pertinencia social de la formación universitaria.

Asimismo, se comprobó que el aprendizaje práctico y experiencial incrementa la confianza, la empleabilidad y la capacidad de autogestión de los egresados, elementos clave para su inserción exitosa en el ámbito profesional.

Finalmente, este trabajo aporta un modelo replicable para otros programas de arte, arquitectura y diseño, al ofrecer una estrategia de vinculación sustentada en el uso inteligente de plataformas digitales, la gestión del conocimiento y la innovación educativa.

6.2. Recomendaciones

1. Institucionalizar la plataforma dentro de la estructura académica del CUAAD, asignando responsables de actualización y mantenimiento para garantizar su continuidad, además de explorar herramientas que permitan la automatización de esta.
2. Ampliar la red de colaboración con empresas, cámaras y asociaciones del sector, mediante convenios que fortalezcan las oportunidades de prácticas, empleo y actualización docente.
3. Evaluar periódicamente el impacto de la plataforma en la inserción laboral y el desarrollo profesional de los egresados, mediante indicadores de desempeño y seguimiento longitudinal.
4. Explorar la expansión del modelo a otros programas del CUAAD, aprovechando la infraestructura digital existente y fomentando la interdisciplinariedad entre las áreas de diseño, arquitectura, arte y tecnología.

En síntesis, la consolidación de esta plataforma representa un paso significativo hacia una educación más conectada, práctica y alineada con los desafíos contemporáneos del diseño. Su implementación refuerza el papel de la Universidad de Guadalajara como institución promotora de la innovación, la colaboración y el desarrollo integral de sus estudiantes.

7. Referencias

- Acosta, F. y Planas, J. (2014). *Formación y empleo: Competencias profesionales y empleabilidad*. Síntesis.
- Brown, T. (2008). Design Thinking. *Harvard Business Review*, 86(6), 84-92.
- Castellanos, M., García, A. y Montoya, S. (2011). La innovación y el desarrollo en las organizaciones educativas. *Revista de Educación Superior*, 40(160), 23-39.
- Comité Consultivo de la Licenciatura en Diseño de Interiores y Ambientación (2016). Dictamen número I/2016/060 | Consejo General Universitario. Consejo General Universitario. <http://www.hcgu.udg.mx/dictamenes/dictamen-numero-i2016060>
- Comité Consultivo de la Licenciatura en Diseño de Interiores y Ambientación (2019). Dictamen núm. I/2019/209 | Consejo General

- Universitario. Consejo General Universitario. <http://www.hcgu.udg.mx/dictamenes/dictamen-num-i2019209>
- Coordinación General de Control Escolar (s. f.). Informe de Matrícula Inicio de curso 2022A | Coordinación General de Control Escolar. Escolar UDG. <http://www.escolar.udg.mx/estadisticas/alumnos/informe-de-matricula-inicio-de-curso-2022a>
- De Bono, E. (1992). *El pensamiento lateral: Manual de creatividad*. Paidós.
- Google Workspace (s. f.). *Google Sites: Compile y aloje sitios web para empresas*. Google Workspace. https://workspace.google.com/intl/es-419_mx/products/sites/
- González García, J. A., Zúñiga Llamas, A., Arce Casas, P. O. (2021). Enfoques, Estudios y Perspectivas a Futuro sobre los Estudios de Egresados y Profesionistas en el Mercado de Trabajo en México. *Academia Journals*, 13(9), 679-689. <https://static1.squarespace.com/static/55564587e4b0d1d3fb1eda6b/t/617f55f48a6dc90073258df2/1635735035669/Tomo+04++Art%C3%ADculos+del+Congreso+Academia+Journals+Hidalgo+2021.pdf>
- González-Hernando, C., Valdivieso-León, L. y Velasco-González, V. (2020). Estudiantes universitarios descubren redes sociales y edublog como medio de aprendizaje. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(1), 223-239. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/194643/Estudiantes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Montoya, S. (2012). *Gestión de la innovación en la educación superior: modelos y estrategias*. Fondo Editorial Universitario.
- Observatorio Laboral del Gobierno de México (2021). *Panorama de empleo y salarios 2021*. Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- Okuda, M. y Gómez-Restrepo, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, xxxiv(1), 118-124.
- Osterwalder, A. y Pigneur, Y. (2014). *Value Proposition Design: How to Create Products and Services Customers Want*. Wiley.
- Plattner, H. (2018). *Design thinking bootleg*. Institute of Design at Stanford. <https://es.slideshare.net/slideshow/d-school-bootleg-deck-2018/105382891>
- Universidad de Guadalajara (2019). *Plan de Desarrollo Institucional 2019-2025*. UDG.
- Unidad de Vinculación CUAAD (2021). *Informe de convenios y prácticas profesionales de la División de Tecnología y Procesos*. Universidad de Guadalajara.

Denuncia de delitos en plataformas digitales: una revisión sistemática

SAÚL JUSTINO PRIETO MENDOZA
FRANCISCO QUIÑONEZ TAPIA

1. Introducción

Desde la década del 2000 a la fecha se ha presentado una transformación en las instituciones de gobierno, principalmente basado en la utilización intensiva de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para la innovación en la gestión, planificación y administración de los servicios públicos. Estas acciones se han enmarcado en el concepto de *gobierno electrónico* o *e-Government*, cuyos sistemas interactivos tienen el fin de simplificar servicios y aumentar la participación ciudadana.

Uno de los servicios de más interés es el proceso que se detona con un reporte ciudadano o denuncia de parte de las víctimas para investigar y de esta manera iniciar la investigación. Sin embargo, la comunicación de los delitos que se cometen a diario se ve limitada por la desconfianza en las instituciones encargadas de recibir los reportes.

Para concebir la magnitud del problema, de 2012 a 2023 hubo un incremento notorio en la tasa de incidencia delictiva por cada 100 mil habitantes en el país, pasando de 29 mil 351 hasta 37 mil 076 (INEGI s. f.). En el año 2023, el 27.5 % de los hogares en México tuvo, al menos, una víctima de delitos, lo cual representa 21.9 millones de víctimas de 18 años y más (INEGI, 2024). Se tiene reconocido que las personas prefieren no denunciar, por lo que se crea una cifra negra: hasta un 92.9 % de los delitos no se investigaron por las autoridades (INEGI,

2024) o no tuvieron el inicio de una averiguación previa. Hasta 60 de cada 100 razones por las cuales no se denuncia son atribuibles a la autoridad como la pérdida de tiempo, desconfianza y trámites largos y difíciles, (INEGI, 2024). Varias razones de esta lista podrían prevenirse con las TIC.

2. Justificación

Ante el panorama mencionado, la transformación digital y la digitalización de los procesos pueden ayudar a mejorar el reporte y la gestión de las denuncias de manera rápida y satisfactoria (Impunidad Cero, 2022). En el caso de México existen 21 entidades de 32 que cuentan con una plataforma digital para presentar denuncias, mismas que son evaluables desde la perspectiva de experiencia de usuario, particularmente su funcionalidad y usabilidad.

Por ello, revisar cuántas plataformas de este tipo se han estudiado en el mundo, qué metodologías han utilizado para hacerlo, los hallazgos y sus implicaciones prácticas, servirá para conocer el nivel de innovación relacionada a políticas públicas, funcionalidad y usabilidad.

El tema de la experiencia de usuario en plataformas digitales es un concepto de reciente creación que ha resultado de la combinación de saberes de programación, de diseño multimedia y de psicología, por lo que una revisión sistemática aporta una recopilación estandarizada del estado del conocimiento de este paradigma. También ayuda a conocer cuáles metodologías son las más indicadas para indagar en aspectos específicos de la experiencia de usuario.

3. Objetivos

Revisar sistemáticamente los artículos científicos relacionadas con la denuncia de delitos en plataformas digitales, del cual se desprenden como objetivos específicos: saber los usos de las plataformas digitales de denuncia de delitos o de gobierno electrónico, describir la experiencia interactiva de los usuarios al denunciar delitos en plataformas digitales y saber si se ha relacio-

nado la denuncia de delitos en plataformas digitales con los temas de paz y violencia.

4. Marco conceptual y metodológico

Tal como aclara Naser y Concha (2011), el *e-Government* debe ser un medio, no un fin en sí mismo; esto es, la transformación no es el objetivo, sino el beneficio óptimo que representa para sus usuarios. Para poder medir la calidad de la funcionalidad y la facilidad de uso que otorga el *e-Government* a sus usuarios, se deben establecer los tipos de interacción que puede tener un usuario con el *hardware* y *software* que componen a una plataforma web, mismos que pueden ser físicos, informacionales y psicológicos (Whitworth y Ahmad, 2014).

Estos tipos de interacción dependen de requerimientos esenciales: funcionalidad (tareas que la plataforma es capaz de lograr) y usabilidad (facilidad para usarse). El diseño óptimo de requerimientos tiene el potencial de hacer atractiva la plataforma y, principalmente, cubrir necesidades y paralelamente las experiencias, tareas y funciones se completen (Norman, s. f.).

A diferencia de las plataformas desarrolladas con recursos privados o particulares, las públicas o de gobierno han tenido una evolución ralentizada en términos de innovación, lo cual complica la atención y solución de servicios.

Para saber cómo se han tratado de medir estos factores se realiza esta revisión sistemática bajo las reglas y recomendaciones de *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). Se incluyeron artículos que analicen la experiencia de los usuarios al utilizar plataformas o aplicaciones digitales para denunciar que fueron víctimas de delitos o crímenes y también plataformas de *e-Government* o gobierno electrónico. Se consideraron estudios empíricos cualitativos y cuantitativos que tengan trabajo de campo, pero se excluyeron artículos que tengan contenido ensayístico. También se excluyeron los estudios que profundicen en la programación o aspectos del *back-end* de las plataformas digitales, ya que son características intangibles para los usuarios que interactúan con las plataformas digitales. Se incluyeron estudios publicados en idioma español e inglés desde el 1 de enero de 2019 hasta el 31 de diciembre de 2023.

Las fuentes de información fueron la base de datos Scopus y la base de datos de Web of Science. En ambos casos la búsqueda se realizó el 27 de febrero de 2024.

Los siguientes elementos de los artículos científicos se tomaron en cuenta para la búsqueda dentro de las bases de datos: títulos, palabras clave y resúmenes. Para ampliar la capacidad de detección de artículos, se dividieron las palabras en tres grupos:

- Principales, con referencia al objeto de estudio como *crime report*, *police report*, *crime incident*, *report crimes*, *crime reporting* y *security report* para el caso del idioma inglés, cada una separadas por el operador booleano *OR*; mientras que para el idioma español fueron: denuncias, reporte de delitos, reportes policía, denuncia de delitos, reporte policial y reporte policiaco, cada una divididas por el operador booleano *OR*.
- A través del operador booleano *AND* se añadieron palabras referentes al soporte o canal mediante el cual se ejecuta el objeto de estudio, divididas por el operador booleano *OR*; para el idioma inglés fueron *web*, *online*, *internet*, *app*, *application*, *digital*, *egovernment*, *e government*, *e-Government*, *on line*, *on-line*, *web platform*, *online platform*, *internet platform*, *app platform*, *application platform*, *digital platform*, *on line platform* y *on-line platform*. Para el caso del idioma español fueron: *web*, *online*, *internet*, *app*, *aplicación*, *digital*, *gobierno electrónico*, *en línea*, *plataforma web* y *plataforma en línea*.
- Palabras que hacen referencia a una cualidad estudiada tanto del objeto de estudio como del soporte, por lo que se agregaron con el operador booleano *AND* y, a su vez, cada una se unió por el operador booleano *OR*; para el idioma inglés fueron *user experience*, *UX* y *usability*. Para el idioma español: *experiencia de usuario*, *UX* y *usabilidad*.

Con el fin de ilustrar la estrategia, se puede consultar la tabla 1. En total se hicieron tres combinaciones de búsqueda en las bases de datos: una con el grupo uno, dos y tres; otra con el grupo uno y dos; y, finalmente, una especial que solo tomó en cuenta las palabras en inglés *egovernment OR e government OR e-Government* y en español *gobierno electrónico* que engloban al objeto de estudio y su soporte, junto con el grupo tres.

Tabla 1. Organización de palabras clave para búsqueda en base de datos

Grupos de palabras clave	Palabras en inglés	Palabras en español
Grupo 1 – Objeto de estudio	<i>crime report OR police report OR crime incident OR report crimes OR crime reporting OR "security report"</i>	Denuncias OR reporte de delitos OR reportes policía OR denuncia de delitos OR reporte policial OR reporte policiaco
Operador booleano	AND	
Grupo 2 – Soporte o canal	<i>Web OR online OR internet OR app OR application OR digital OR e-government OR e government OR e-Government OR on line OR on-line OR web platform OR online platform OR internet platform OR app platform OR application platform OR digital platform OR on line platform OR on-line platform</i>	Web OR online OR internet OR app OR aplicación OR digital OR gobierno electrónico OR en línea OR plataforma web OR plataforma en línea
Operador booleano	AND	
Grupo 3 – Calidad	<i>user experience OR ux OR usability</i>	experiencia de usuario OR ux OR usabilidad

4.1. Proceso de selección

La estrategia de búsqueda en las bases de datos de Web of Science y Scopus arrojó estudios ingresados a Zotero para organizarlos. Se filtraron por fecha de publicación y tema de acuerdo con los objetivos de la revisión sistemática y criterios de elegibilidad a partir de su título y resumen, y en un segundo momento mediante una lectura completa.

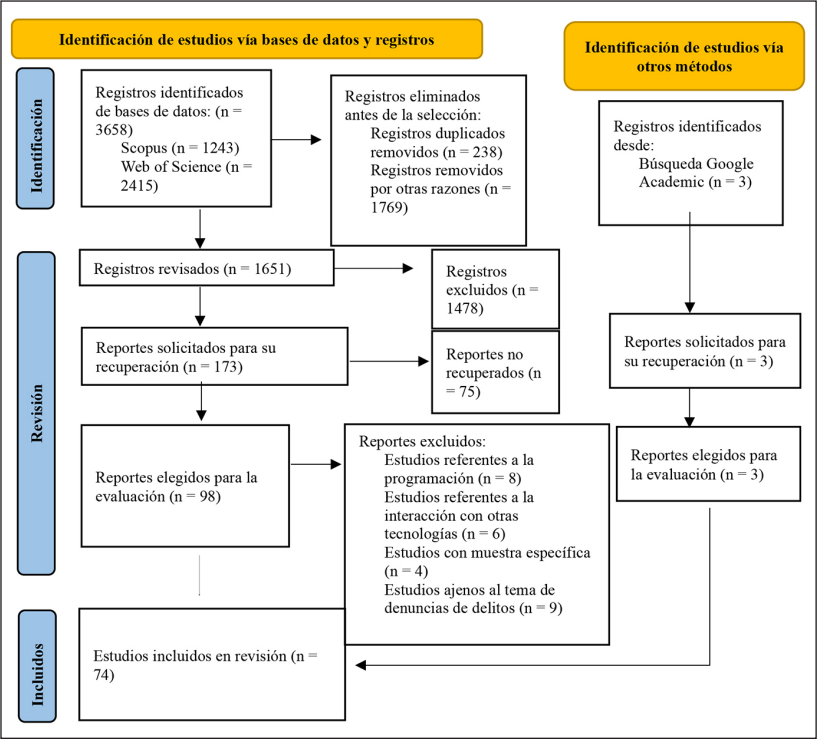
Se organizaron los datos de los artículos relevantes para la revisión sistemática con dos fines: *a)* conocer las características de la investigación, y *b)* conocer las características del objeto de estudio y preguntas de la revisión sistemática, además de los criterios de elegibilidad.

La recopilación de datos se ordenó a través de una serie de variables cualitativas retomadas de las investigaciones: autor(es), año de publicación, título, objetivo, participantes, país y resultados. Del conjunto de estudios se hizo una clasificación en categorías: servicios generales de *e-Government*, plataformas digitales de presentación de denuncias y estudios de comportamiento o psicológicos relacionados a crímenes o reportes a la policía.

4.2. Desarrollo del proyecto

A partir de la revisión sistemática se recopilan 3,658 artículos de científicos encontrados en las bases de datos de Web of Science y Scopus. Con el uso del *software* Zotero se preseleccionaron y se eliminaron 238 artículos repetidos; a estos elementos repetidos se les suman siete que fueron eliminados automáticamente desde el *software* Zotero debido a infracciones por derechos de autor. Al hacer el último filtro, se detectó la presencia de 25 artículos que realmente no cumplían los criterios de inclusión o elegibilidad. El análisis de los artículos completos descrito en la figura 1 permitió aplicar criterios de inclusión para terminar con los 74 artículos.

Figura 1. Diagrama de flujo de los resultados de la búsqueda de la revisión sistemática



5. Resultados

5.1. Plataformas digitales de presentación de denuncias

Existe un desarrollo incipiente en el análisis y evaluación de la usabilidad, funcionalidad y facilidad de uso de las aplicaciones digitales que permiten hacer la denuncia de un delito. Las investigaciones más cercanas a responder las preguntas de la revisión sistemática son las de Butler et al. (2022), que toman como objeto de estudio una plataforma en línea de resolución de disputas y evalúan su usabilidad, funcionabilidad, accesibilidad y comprensión a través de pruebas de usabilidad. A partir de esto, los autores diseñaron un prototipo mejorado, mismo que tuvo otra iteración de evaluaciones empíricas y estandarizadas. El rediseño de la plataforma, a partir de criterios de experiencia de usuario, se tradujeron en mejoras de usabilidad, una prueba es que las tareas ejecutar en la plataforma se completaron un 52.2 % más rápido y cometieron un 59.5 % menos de errores comparado con la versión original (Butler et al., 2022). En coincidencia, John et al. (2022) realizaron un análisis a una aplicación de reporte a través de entrevistas con usuarios para evaluar su utilidad, facilidad de uso y actitud hacia la aplicación; los indicadores recibieron una evaluación de muy aceptable; aunque una deficiencia de su estudio, son una cualidad del de Ignacio (2021), quien hizo una evaluación mediante una muestra de participantes que, basados en la norma ISO 25010, calificaron la funcionalidad, facilidad de uso, fiabilidad, eficiencia, portabilidad y compatibilidad con una calificación promedio de 4.60, en una escala del 0 al 5.

En esta categoría también se encuentran revisiones sistemáticas como la de Wood et al. (2021), quienes recopilaron estudios anteriores al año 2019 sobre aplicaciones de prevención de crímenes. Encontraron una cantidad mínima de aplicaciones que reciben denuncias, mismas que no se han evaluado de forma rigurosa.

Maslennikova et al. (2021) identificaron que las denuncias son más proclives a presentarse cuando no requieren una respuesta inmediata de los funcionarios, cuando no es obligatorio identificarse, cuando pueden adjuntar pruebas, entre otros. Suaña (2023) destaca la importancia de dar validez y eficacia a cana-

les de denuncia, permisividad del anonimato, acuses de recibos, reporte de avance y obligaciones y derechos de los implicados.

Alameri et al. (2022), Ambrosio et al. (2023), Fadaei y Bayazidi (2019), Kaonine et al. (2022), Mahmoud et al. (2023), Mkhwanazi et al. (2020), Phuthego y Al-Turjman (2021), Prabhu et al. (2023), Shih et al. (2019), Velarde et al. (2023) y Ugwuishi et al. (2019), ejecutan la creación de una aplicación o página web para recibir denuncias o reportes criminales, sin probarla o someterla a una evaluación con usuarios.

5.2. Plataformas de servicios y trámites generales para e-Government

La gran mayoría de los estudios componen esta categoría. Sus principales diferencias radican en las metodologías que utilizan para obtener resultados, pero exponen de manera generalizada conceptos que se relacionan con el uso de las plataformas y la experiencia, desde la *satisfacción, seguridad, transparencia, eficiencia, fiabilidad e imparcialidad* (Hashim et al., 2019) hasta la *interacción, coherencia, información y accesibilidad* (Desmal et al., 2022).

Nielsen es uno de los principales teóricos de la experiencia de usuario y el diseño de interfaces que agrupa en una serie de pautas o guías de usabilidad llamadas *heurísticas*. Aldawood y Albesher (2021) y Chang y Almaghalsah (2020) realizaron un estudio cuasiexperimental para recopilar datos con un cuestionario base para hacer evaluación heurística, pero Chang y Almaghalsah (2020) fueron más allá con una validación de respuestas que explica la capacidad de cada indicador para explicar los resultados.

Una forma de respaldar los datos de una evaluación es contrastarla con otro tipo de reglas como lo hicieron Csilla y Benjámin (2021), que recuperaron las «reglas de oro» de Shneiderman; o Benaida (2023), con las Directrices de Diseño Web y Usabilidad Basadas en la Investigación; o Manoharan et al. (2021), que retomaron estándares del Índice de Desarrollo de la Administración Electrónica de las Naciones Unidas y la Encuesta Mundial sobre Gobernanza Electrónica.

Existe otro subgrupo de estudios que retoman metodologías diversas para medir la satisfacción de los usuarios con las plata-

formas de *e-Government* como el Multicriteria Satisfaction Analysis, cuyo objetivo es medir conjunto de preferencias de los usuarios en valores de funciones matemáticas (Bournaris, 2020). Otros integran elementos de la ergonomía humana en el diseño de interfaces como rasgos psicomotores, cognitivos y afectivos (Cahyono y Susanto, 2019) junto con el estudio TAM (*Technology Acceptance Model*) (Carrera et al., 2019; Sarasati y Madyatmadja, 2020). El estudio TAM permitió verificar si la perspectiva de eficiencia influía en el uso de los ciudadanos para usar plataformas de *e-Government* (Carrera et al., 2019) y que las variables consideradas relacionadas con la usabilidad son innovación, utilidad, facilidad de uso, actitud e intención con valores altos (Sarasati y Madyatmadja, 2020).

Estudios como el de Chang y Huang (2020), el de Sørum (2019), el de Firdaus y Zakiah (2021) y el de Alotaibi et al. (2023) desarrollaron metodologías más robustas combinando varias teorías de la experiencia de usuario y principios de evaluación: encuesta, observación y entrevistas, práctica de diseño, validación con pruebas de usabilidad o revisión bibliográfica.

Destaca la versión de prueba de usabilidad de Firdaus y Zakiah (2021) en formato de pensamiento en voz alta retrospectivo que recoge la verbalización del usuario una vez finalizada sus tareas de prueba. Esta metodología les permitió detectar las funciones e iconos de la plataforma que confundían a los participantes (Firdaus y Zakiah, 2021).

Manifiesto en la revisión un grupo de autores con metodologías matemáticas y de ecuaciones que tratan de evaluar la usabilidad, calidad y funcionalidad de plataformas de *e-Government* como el método Webqual 4.0 para la percepción y el Análisis de Importancia y Rendimiento (Faqih et al., 2020; Hidayah et al., 2019); o el formato de industria común para medir la utilidad del rendimiento en una tarea (Liu y Kim, 2023).

Otro subgrupo de estudios solicitó responder un cuestionario o encuesta preestablecida que mide índices e indicadores de usabilidad como la *System Usability Scale* (SUS) (Rafifing et al., 2022; Milosz y Chmielewska, 2020; Hassan et al., 2019), la encuesta *Using User Experience Questionnaire* (UEQ) (Aldrees y Gračanin, 2023; Nainggolan et al., 2023; Hasim et al., 2019; Sapraz y Han, 2023), quienes detectaron que la confianza era de los indicadores más bajos.

Algunos como Zhang et al. (2021) combinaron el cuestionario con técnicas de seguimiento ocular; o como Milosz y Chmielewska (2020) que añadieron grabación de audio y vídeo, protocolo de pensamiento en voz alta concurrente y entrevista individual.

Un método más que permite agrupar los estudios encontrados es el uso de herramientas en línea de análisis automático de indicadores. Por ejemplo, Sheoran et al. (2023) analizaron plataformas de 75 países con herramientas automáticas que miden las pautas de accesibilidad al contenido web (WCAG por sus siglas en inglés), GTMetrix y TAW, con los cuales comprobaron que la usabilidad determina el rendimiento. Estas mismas pautas y herramientas fueron utilizadas por Al-Sakran y Alsudairi (2021) y Agrawal et al. (2022), junto con MobileOK.

Akgül (2022) recurrió a herramientas como Flesch-Kincaid Reading Ease, Flesch-Kincaid Grade Level y Gunning Fog Index para descubrir que los criterios de usabilidad y rendimiento y distan mucho de ser aceptables.

Otros autores como Majeed y Juma (2024), Chen y Grossklags (2023) y Bilal et al. (2019) agregaron WAVE; EvalAccess 2.0, AChecker y WebSiteOptimization (Paul y Das, 2020), y encontraron problemas de accesibilidad y usabilidad.

La entrevista abierta o cualitativa también fue una metodología destacada. Alit et al. (2020) determinaron por esta vía la calidad de un sistema de información apoyados en los estándares de la norma ISO 9126 para la funcionalidad, usabilidad, fiabilidad, eficiencia, escalabilidad, adaptabilidad y portabilidad. En el caso de Monteiro et al. (2021) adoptaron un enfoque cualitativo, utilizando entrevistas de grupos focales como estrategia para obtener datos sobre cómo debería ser una plataforma de *e-Government*.

Finalmente, Mutambik et al. (2021) como Revyakin y da Rocha (2021) hacen estudios comparativos basados en estudios de caso y revisión de datos de contexto. En el primer caso analizó los portales del grupo G7, donde demostraron que no maximizan su potencial.

Rodriguez et al. (2021) da un ejemplo de estudio de la usabilidad de aplicaciones móviles a través de datos masivos, con 13,449 respuestas sobre la aplicación móvil de movilidad urbana SmartBike. Descubrieron que los usuarios prefieren canales

tradicionales para reportar eventualidades y que la adopción de canales móviles no es automática.

5.3. Estudios sobre aspectos psicológicos y culturales

Hay investigaciones que tratan el tema desde una perspectiva psicológica o cultural. Cahyono y Susanto (2019) abordaron el rasgo afectivo referentes a sentimientos, emociones, estados de ánimo, actitudes, impresiones afectivas y satisfacción y su influencia significativa.

Si bien difieren en su metodología, el resto de las investigaciones de esta categoría coinciden en su objeto de estudio. Por ejemplo, a partir de una regresión logística, Kelley et al. (2022) encontraron que los principales temores es tener represalias. Lindqvist y Kävrestad (2022) trataron de buscar una correlación entre la privacidad y la disposición a denunciar delitos y detectaron que baja la posibilidad de denunciar cuando se deben entregar datos personales. El estudio de Srivastava y Teo (2021) muestra la conexión entre investigaciones sobre usabilidad e influencia afectiva hacia plataformas digitales.

Dash y Jain (2022) optaron por analizar las reseñas y opiniones en la tienda en línea de Google de una aplicación de *e-Government* de India vinculando los sentimientos con la valoración de los usuarios. Desde un aspecto cultural, Chukwu et al. (2019) y Mora et al. (2020) hicieron investigaciones para saber cómo influye la cultura y los aspectos socioeconómicos en la adopción de la administración electrónica.

5.4. Discusión

A pesar de la comprobada utilidad de estudiar sistemas digitales de presentación de denuncias mediante pruebas con usuarios y mejorarlas a partir de sus opiniones, su presencia es raquítica. La mayor parte de investigaciones en esta categoría hacen la propuesta directa de una aplicación sin conocer su funcionalidad en el ámbito real.

Aunque los estudios menos cercanos a los objetivos de la revisión rescatan, por lo menos, un elemento relativo a la experiencia de usuario o usabilidad mediante el diseño de una interfaz susceptible a ser evaluada. Por ello, el aspecto clave que defi-

nió la inclusión de los estudios en la revisión sistemática fue que integraran una funcionalidad; por ejemplo, el registro de los usuarios con una interfaz analizada desde la perspectiva de la experiencia y la confiabilidad.

Coincide que los estudios que toman más objetos de investigación o mayor cantidad de sitios o plataformas a analizar utilizan sistemas de análisis automáticos en línea.

Destacan dos tipos de estudios con cuestionarios cerrados o encuestas. Uno utiliza formularios preestablecidos tras una revisión teórica como el UEQ y el SUS; mientras otros crean sus propios indicadores a medir en escala de Likert. Esta subcategoría suele tener una aceptación de la mayoría de los usuarios que participan en el estudio e indicadores de usabilidad positivos, pero sin profundizar en los detalles mal calificados que quedan descartados al promediar todas las respuestas.

Pese a que resulta insuficiente el cumplimiento de cánones de diseño de interfaces para conocer realmente la utilidad de esta, como una evaluación en escala de Likert, la variedad de métodos y formas de medir la usabilidad y experiencia de usuario de plataformas digitales otorga varias áreas de oportunidad.

Destaca la presencia de este tipo de estudios mayormente en Asia, y la casi nula presencia en México y Latinoamérica.

6. Conclusiones

Entre las limitaciones del estudio se encuentra en la cantidad limitada de documentos de libre acceso; que la acotación de evaluaciones en términos de *usabilidad* o *experiencia de usuario* pudo resultar en la reducción a un par de criterios de estudio, y no detectar otras formas de calificar la calidad del *e-Government*.

La revisión es un comprobante de la importancia que deben otorgarle las instancias de gobierno y los encargados del diseño y programación de plataformas digitales a la opinión de sus usuarios y adecuarlas a sus necesidades, desde la perspectiva de las cinco hélices de la innovación.

7. Referencias

- Agrawal, G., Kumar, D. y Singh, M. (2022). Assessing the usability, accessibility, and mobile readiness of e-government websites: A case study in India. *Universal Access in the Information Society* (vol. 21, 3, 737-748). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s10209-021-00800-8>
- Akgül, Y. (2022). Evaluating the performance of websites from a public value, usability, and readability perspectives: A review of Turkish national government websites. *Universal Access in the Information Society*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s10209-022-00909-4>
- Alameri, T., Alhilali, A. H., Ali, N. S. y Mezaal, J. K. (2022). Crime reporting and police controlling: Mobile and web-based approach for information-sharing in Iraq. *Journal of Intelligent Systems*, 31(1), 726-738. Walter de Gruyter GMBH. <https://doi.org/10.1515/jisys-2022-0034>
- Aldawood, N. y Albeshier, A. (2021). Heuristic Evaluation for Five Governmental Websites in Saudi Arabia. *International Conference on Electrical, Computer, and Energy Technologies, ICECET 2021*. Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/ICECET52533.2021.9698432>
- Aldreess, A. y Gračanin, D. (2023). Enhancing User Experience in e-Government: A Deep Dive into e-Government Forms and Citizen Perceptions. P. F. G y M. M. (eds.). *International Conference on Web Information Systems and Technologies, WEBIST - Proceedings* (pp. 250-257). Science and Technology Publications. <https://doi.org/10.5220/0012177700003584>
- Alit, R., Sugiarto e Hidayah, A. W. (2020). Quality analysis of SIRUP on functionality and usability characteristics using ISO 9126. *Proceeding-6th Information Technology International Seminar, ITIS 2020* (pp. 140-144). Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/ITIS50118.2020.9321042>
- Alotaibi, H., Aljeaid, D. y Alharbi, A. (2023). Usability Testing of Memorable Word in Security Enhancing in e-Government and e-Financial Systems. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 14(9), 257-265). Science and Information Organization. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0140928>
- Al-Sakran, H. O. y Alsudairi, M. A. (2021). Usability and Accessibility Assessment of Saudi Arabia Mobile E-Government Websites. *IEEE*

- Access (vol. 9, pp. 48254-48275). Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3068917>
- Ambrosio-Santiago, B., Bravo-Macedo, P., Condeña-Yurarima, E. E., Huamaní, E. L. y Delgado, A. (2023). Mobile Application that Promotes Citizen Participation to Counteract Insecurity in the District of Los Olivos. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 31(3), 358-372. Penerbit Akademia Baru. <https://doi.org/10.37934/araset.31.3.358372>
- Benaida, M. (2023). e-Government Usability Evaluation: A Comparison between Algeria and the UK. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* (vol. 14, número 1, pp. 680-690). Science and Information Organization. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0140175>
- Bilal, M., Yu, Z., Song, S. y Wang, C. (2019). Evaluate Accessibility and Usability Issues of Particular China and Pakistan Government Websites. *2019 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Big Data* (pp. 316-322). Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/ICAIBD.2019.8836990>
- Bournaris, T. (2020). Evaluation of e-government web portals: The case of agricultural e-government services in Greece. *Agronomy*, 10(7). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/agronomy10070932>
- Butler, S., S. Mauet, C. L. Griffin, Jr. y M. S. Pish (2020). Utah Online Dispute Resolution Platform: A Usability Evaluation and Report. *University of Arizona, James E. Rogers College of Law*, 8 de sept. <https://perma.cc/W98L-M5ZS>
- Cahyono, T. A. y Susanto, T. D. (2019). Acceptance factors and user design of mobile e-government website (Study case e-government website in Indonesia). Y. A (ed.). *Procedia Computer Science*, 161, 90-98. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.103>
- Carrera-Mora, Ó., Ovando, C., Villafuerte, L. y Parada, A. (2019). Citizens' perceived efficiency and its relationship with the use of e-government municipal services. *Innovar*, 29(74), 133-146. Universidad Nacional de Colombia. <https://doi.org/10.15446/innovar.v29n74.82096>
- Center of History and New Media. Zotero (Versión 6.0.37) [software libre]. Universidad George Mason. <https://www.zotero.org/download>
- Chang, C.-H. y Almaghalsah, H. (2020). Usability evaluation of e-government websites: A case study from Taiwan. *International Journal of Data and Network Science*, 4(2), 127-138. Growing Science. <https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2020.2.004>

- Chang, D., Li, F. y Huang, L. (2020). A user-centered evaluation and redesign approach for E-government APP. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (vols. 2020-dic., pp. 270-274). IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/IEEM45057.2020.9309856>
- Chen, M. y Grossklags, J. (2023). E-government HCI in China: How Does the Government Communicate a New Regulation System to the Public? S. E, S. E, G. M. y T. A.B (eds.). *ACM International Conference Proceeding Series* (pp. 7-14). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3604571.3604573>
- Chukwu, J., Conrad, M. y Crosbie, T. (2019). Empirical investigation of factors that impact e-government adoption in Nigeria. K. P, P. G. C. y R. L (eds.). *Multi Conference on Computer Science and Information Systems, MCCSIS 2019–Proceedings of the International Conferences on ICT, Society and Human Beings 2019, Connected Smart Cities 2019 and Web Based Communities and Social Media 2019* (pp. 153-160). IADIS Press. https://doi.org/10.33965/ict2019_201908l019
- Csilla, H. y Benjámín, B. B. (2021). The connection between the professional testing and the usability of municipality web pages. *Informacios Tarsadalom*, 21(1), 88-124. Infonia. <https://doi.org/10.22503/INFTARS.XXI.2021.1.4>
- Dash, S. B. y Jain, A. (2022). Experience from E-Government Services: A Topic Model Approach. *IIM Kozhikode Society & Management Review*. Sage Publications India Pvt. <https://doi.org/10.1177/22779752221126571>
- Desmal, A. J., Hamid, S., Othman, M. K. y Zolait, A. (2022). A user satisfaction model for mobile government services: A literature review. *PeerJ Computer Science*, 8. PeerJ. <https://doi.org/10.7717/PEERJ-CS.1074>
- Fadaei, H. y Bayazidi, M. (2019). A comparative study of utilizing mobile-gis technology to collect online crime. A. H. y S. S. M (eds.). *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences–ISPRS Archives* (vol. 42, número 4/W18, pp. 355-361). International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W18-355-2019>
- Faqih, H., Warjiyono, Kuhon, F., Aji, S., Ardiansyah, A. y Fandhilah. (2020). An Analysis and Measurement of Website Quality Using WebQual 4.0 and Importance Performance Analysis (IPA) Method (A Case Study of Kemiriamba Village Brebes). *Journal of Physics*:

- Conference Series*, 1641(1). IOP. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1641/1/012096>
- Firdaus, H. y Zakiah, A. (2021). Implementation of usability testing methods to measure the usability aspect of management information system mobile application (Case study sukamiskin correctional institution). *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 13(5), 58-67. Modern Education and Computer Science Press. <https://doi.org/10.5815/ijmeecs.2021.05.06>
- Hasim, W., Wibirama, S. y Nugroho, H. A. (2019). Redesign of E-participation using user-centered design approach for improving user experience. *2019 International Conference on Information and Communications Technology, ICOIACT 2019* (pp. 857-861). Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/ICOIACT46704.2019.8938545>
- Hassan Basri, N., Wan Adnan, W. A. y Baharin, H. (2019). System Usability Scale Evaluation of E-Participation in Malaysia. S. C (ed.). *Communications in Computer and Information Science* (vol. 1032, pp. 3-8). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23522-2_1
- Hidayah, N. A., Subiyakto, A. y Setyaningsih, F. (2019). Combining Webqual and Importance Performance Analysis for Assessing A Government Website. *2019 7th International Conference on Cyber and IT Service Management, CITSM 2019*. Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/CITSM47753.2019.8965408>
- Ignaco, M. A. E. (2021). Mobile Application for Incident Reporting. *International Journal on Informatics Visualization*, 5(4), 388-394. Politeknik Negeri Padang. <https://doi.org/10.30630/JOIV.5.4.741>
- Impunidad Cero (2022). Plataformas digitales de denuncia en México. Casos de estudio y buenas prácticas. *Impunidad Cero*. <https://www.impunidadcero.org/uploads/app/articulo/163/contenido/1648153688Y93.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2023, 11 de septiembre). *Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (Envipe) 2023*. Comunicado de prensa núm. 546/23. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/ENVIPE/ENVIP_E_23.pdf
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (s. f.). *Banco de indicadores*. <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2024, 18 de enero). *Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana*. Comunicado

- de prensa número 20/24. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/ENSU/ENSU2024_01.pdf
- John Baltazar, V., Lagman, A., De Angel, R. y Piad, K. (2022). Disaster and Crime Reporting and Monitoring System for Hagonoy Bulacan with Decision Support Mechanism. *2022 IEEE 14th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management, HNICEM 2022*. Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/HNICEM57413.2022.10109571>
- Kaonine, N., Chowdhury, S., Alam, F. Mohd. F. y Khan, M. M. (2022). Development of Android Application and Website to Combat Criminal Activities. *Proceedings-6th International Conference on Computing Methodologies and Communication, ICCMC 2022* (pp. 1522-1527). Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/ICCMC53470.2022.9754156>
- Kelley, S. M., Zhang, Y. y O'Neal, E. N. (2022). To Report or Not to Report? A Focal Concerns Analysis of Victim Reporting Decisions Following Victimization. *Journal of Interpersonal Violence*, 37(21-22), NP19880-NP19908). Sage. <https://doi.org/10.1177/08862605211045333>
- Lindqvist, G. y Kävrestad, J. (2022). How Privacy Concerns Impact Swedish Citizens' Willingness to Report Crimes. C. N. y F. S (eds.). *IFIP Advances in Information and Communication Technology: vol. 658 IFIP* (pp. 209-217). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/978-3-031-12172-2_16
- Liu, Q. y Kim, K. (2023). Research on the Usability Test of Interface Design in e-Government – Focused on Qingdao e-Government Website. *Archives of Design Research* (vol. 36, número 1, pp. 59-72). Korean Society of Design Science. <https://doi.org/10.15187/ADR.2023.02.36.1.59>
- Majeed, F., Ahmad, A., Hassan, M. A., Shafiq, M., Choi, J.-G. y Hamam, H. (2023). Ontology-Based Crime News Semantic Retrieval System. *CMC-Computers Materials & Continua*, 77(1), 601-614. Tech Science Press. <https://doi.org/10.32604/cmc.2023.036074>
- Mahmoud, A. A. S., Mandela, N., Agrawal, A. K. y Mistry, N. R. (2023). Online Crime Reporting System for Digital Forensics. *iQ-CCHES 2023-2023 IEEE International Conference on Quantum Technologies, Communications, Computing, Hardware and Embedded Systems Security*. Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/iQ-CCHES56596.2023.10391347>

- Majeed, M. F. y Juma, A. S. (2024). E-government Application in Kuwait. *Kurdish Studies*, 12(3), 206-215. Society of History and Cultural Studies. <https://doi.org/10.58262/ks.v12i2.017>
- Manoharan, A. P., Ingrams, A., Kang, D. y Zhao, H. (2021). Globalization and Worldwide Best Practices in E-Government. *International Journal of Public Administration*, 44(6), 465-476). Bellwether. <https://doi.org/10.1080/01900692.2020.1729182>
- Maslennikova, L., Vilkova, T., Sobenin, A., Tabolina, K. y Topilina, T. (2021). Using online services to report a crime. *Wisdom*, 18(2), 120-128. Khachatur Abovyan Armenian State Pedagogical University. <https://doi.org/10.24234/WISDOM.V18I2.450>
- Milosz, M. y Chmielewska, M. (2020). Usability testing of e-government online services using different methods—A case study. *International Conference on Human System Interaction, HSI* (vols. 2020-junio, pp. 142-146). IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/HSI49210.2020.9142628>
- Mkhwanazi, K., Owolawi, P. A., Mapayi, T. y Aiyetoro, G. (2020). An automatic crime reporting and immediate response system. P. S. y S. U. (eds.). *2020 International Conference on Artificial Intelligence, Big Data, Computing and Data Communication Systems, icABCD 2020—Proceedings*. Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/icABCD49160.2020.9183837>
- Monteiro, J., Bernardo, M., Ferreira, M. y Rocha, T. (2021). Validation of e-Government Information Delivery Attributes: The Adoption of the Focus Group Method. *Journal of Universal Computer Science*, 27(10), 1069-1095) Graz Univ Technolgy, Inst Information Systems Computer Media-IICM. <https://doi.org/10.3897/jucs.66979>
- Mora, O. Y. C., Villafuerte, L. F. y Martínez, S. S. (2020). Factors derived from multidimensional poverty that affect the usability of e-government in Mexico. *Revista Brasileira de Políticas Públicas*, 10(1), 69-85. Centro Universitario de Brasilia. <https://doi.org/10.5102/RBPP.V10I1.6633>
- Mutambik, I., Almuqrin, A., Lee, J., Zhang, J. Z., Alomran, A., Omar, T., Floos, A. y Homadi, A. (2021). Usability of the G7 open government data portals and lessons learned. *Sustainability*, 13(24). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su132413740>
- Nainggolan, K., Siahaan, K. N., Pardosi, F. M. T. y Sunardi. (2023). User Experience Analysis on the Website of North Sumatra Province Using User Experience Questionnaire (UEQ) and Lean UX Methods. *Proceedings of 2023 International Conference on Information Manage-*

- ment and Technology, ICIMTech 2023* (pp. 591-596). Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/ICIMTech59029.2023.10278017>
- Naser, A. y Concha, G. (2011). El Gobierno Electrónico en la gestión pública. *Serie Gestión pública, N.º 73 (LC/L.3313-P)*. Santiago de Chile. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES).
- Norman, N. (s. f.). User Experience and Experience Design. Comentario. En: M. Soegaard y R. Friis (ed.). *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction. The Interaction Design Foundation*. <https://public-assets.interaction-design.org/ebooks/hci/hci.pdf>
- Paul, S. y Das, S. (2020). Accessibility and usability analysis of Indian e-government websites. *Universal Access in the Information Society*, 19(4), 949-957. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s10209-019-00704-8>
- Phuthago, F. y Al-Turjman, F. (2021). Intelligent mobile application for crime reporting in the heterogeneous IoT era. *Real-Time Intelligence for Heterogeneous Networks: Applications, Challenges, and Scenarios in IoT HetNets*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75614-7_10
- Prabhu, A. V., Jefiya, M. J., Joseph, J. D., Sunny, T. y Abraham, C. M. (2023). Cyber Complaint Automation System. P. J. C. (ed.). *Proceedings of the ACCTHPA 2023 - Conference on Advanced Computing and Communication Technologies for High Performance Applications*. Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/ACCTHPA57160.2023.10083354>
- Prieto, S. Becerra, J. Quintero, F. (2024). Cuadro Analítico. *Seminario Temático 1: Epistemologías para la prevención de las violencias*. Universidad de Guadalajara.
- Rafifing, N., Mphale, O. y Asare, S. D. (2022). Exploring User perceptions of an E-Government System in Botswana Using System Usability Scale Model. W. L. (ed.). *Proceedings of the IEEE International Conference on Software Engineering and Service Sciences, ICSESS* (vols. 2022-oct., pp. 195-198). IEEE Computer Society.
- Revyakin, S. A. y da Rocha, A. (2021). An Empirical Investigation Of E-Government Adoption in Russia: Access, Rights, Trust and Citizens' Experience. *Voprosy Gosudarstvennogo i Munitsipalnogo Upravleniya-Public Administration Issues* (números 5, 1, pp. 137-160). Natl Res Univ Higher Sch Economics. <https://doi.org/10.17323/1999-5431-2021-0-5-137-160>

- Rodriguez Muller, A. P., Lerusse, A., Steen, T. y Van de Walle, S. (2021). Understanding channel choice in users' reporting behavior: Evidence from a smart mobility case. *Government Information Quarterly*, 38(1). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2020.101540>
- Sapraz, M. y Han, S. (2023). *Users' evaluation of a digital government co-laborative platform (DGCP) in Sri Lanka. Transforming Government-People Process and Policy*. Emerald. <https://doi.org/10.1108/TG-10-2022-0140>
- Sarasati, R. y Madyatmadja, E. D. (2020). Evaluation of e-government LAKSA services to improve the interest of use of applications using Technology Acceptance Model (TAM). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (vol. 426, número 1). Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/426/1/012165>
- Sheoran, S., Mohanasundaram, S., Kasilingam, R. y Vij, S. (2023). Usability and Accessibility of Open Government Data Portals of Countries Worldwide: An Application of TOPSIS and Entropy Weight Method. *International Journal of Electronic Government Research*, 19(1). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/IJEGR.322307>
- Shih, T.-F., Chen, C.-L., Syu, B.-Y. y Deng, Y.-Y. (2019). A cloud-based crime reporting system with identity protection. *Symmetry*, 11(2). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/sym11020255>
- Sørum, H. (2019). Two Decades of Online Information and Digital Services: Quality Improvements to Municipality Websites and User Preferences. K. A, F. E, A.-K. G, K. I. y T. A. M (eds.). *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*: vol. 11709 LNCS (pp. 133-146). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27523-5_10
- Srivastava, S. C. y Teo, T. S. H. (2021). Information System Quality Judgment for Continued E-Government Use: Theorizing the Role of Positive and Negative Affect. *Communications of the Association for Information Systems*, 49, 389-426. Assoc Information Systems. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.04916>
- Suaña, O. P. (2023). Best practices in reporting channels. *Revista Brasileira de Direito Processual Penal*, 9(2), 575-607. Instituto Brasileiro de Direito Processual Penal. <https://doi.org/10.22197/rbdpp.v9i2.823>
- Ugwuishi, C., Bakpo, F. y Udanor, C. (2019). A hybrid model of a collaborative crime information system. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 12(8), 1146-1156. International Research Publication House.

- Velarde-Molina, J. F., Ancco, J. A., Rosado, M. B., Huamani, E. L., Campos, M. M. P., Meneses-Claudio, B. y Benaucio, L. O. (2023). Development of Mobile Application to Report Criminal Acts in Young Areas of Peru. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 11(4), 215-218. Auricle Global Society of Education and Research. <https://doi.org/10.17762/ijritcc.v11i4.6403>
- Whitworth, B. y Ahmad, A. (2014). *The Social Design of Technical Systems: building technologies for communities* (2.^a ed.). Interaction Design Foundation.
- Wood, M. A., Ross, S. y Johns, D. (2022). Primary Crime Prevention Apps: A Typology and Scoping Review. *Trauma, Violence, and Abuse*, 23(4), 093-1110. Sage. <https://doi.org/10.1177/1524838020985560>
- Zhang, Z., Chang, D., Zhang, J. y Ding, R. (2021). Eye Tracking-based Usability Evaluation of E-government App Icon Design. En: *2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, IEEM 2021* (pp. 1651-1655). Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/IEEM50564.2021.9672784>

Autoría

Guadalupe Jeanette González Díaz (coord.)

Coordinadora de la Maestría en Desarrollo y Dirección de la Innovación en la Universidad de Guadalajara, es ingeniera en Computación con doctorado en Innovación. Posee veinte años de experiencia directiva en el sector tecnológico y quince años en docencia, destacando como consultora certificada para empresas de base tecnológica. Actualmente, es miembro activa de la Academia Mexicana de Computación y del Colegio de Profesionales de Sistemas de Información de Jalisco.

Martín Adalberto Tena Espinoza de los Monteros

Profesor-investigador de la Universidad de Guadalajara, Doctor por la Universidad de Salamanca y miembro del SNII. Especialista en gestión del conocimiento y ciencia abierta.

Mariana García Macías

Egresada de la Maestría en Desarrollo y Dirección de la Innovación de la Universidad de Guadalajara.

Gisela Guzmán Macías

Doctora en Valuación y Transferencia de Riesgos y profesora de la Universidad de Guadalajara. Experta en avalúos, costos y presupuestos.

Joaquín Alberto Martínez Martínez

Egresada de la Maestría en Desarrollo y Dirección de la Innovación de la Universidad de Guadalajara.

Ileana Serrano Fraire

Académica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y colaboradora de FR Innovación y Propiedad Intelectual, S.C.

Fernando Israel Partida Islas

Egresado de la Maestría en Desarrollo y Dirección de la Innovación de la Universidad de Guadalajara.

Luis Gerardo Valle Cervantes

Académico de la Universidad de Guadalajara, doctor en Sistemas Educativos y especialista en innovación tecnológica.

Diana Monserrat Colin Amador

Egresada de la Maestría en Desarrollo y Dirección de la Innovación de la Universidad de Guadalajara.

Eduardo Fernandez-Echeverría

Investigador del ITS Zacapoxtla, adscrito al Tecnológico Nacional de México.

Yair Romero-Romero

Investigador por México de la SECIHTI, adscrito al CIATEJ y docente de la Universidad de Guadalajara.

Francisco Javier Torres Barajas

Egresado de la Maestría en Desarrollo y Dirección de la Innovación de la Universidad de Guadalajara.

Gregorio Araujo Aceves

Maestro en Negocios y Estudios Económicos por la Universidad de Guadalajara y profesor del Departamento de Ingeniería Industrial del CUCEI.

Manuel Gándara Rodríguez

Maestro en Negocios y Estudios Económicos, consultor de negocios y profesor en Ingeniería Industrial e Ingeniería en Logística y Transporte.

Maryleidi Hernández Arvizu

Egresada de la Maestría en Desarrollo y Dirección de la Innovación de la Universidad de Guadalajara.

Cristina Díaz Pérez

Doctorante en Ciencias del Desarrollo Humano, consultora en comunicación y profesora de la Universidad de Guadalajara.

Gabriela Gissell Ramírez Mauricio

Egresada de la Maestría en Desarrollo y Dirección de la Innovación de la Universidad de Guadalajara.

Marisela Rodríguez Morán

Doctora en Educación, investigadora en prácticas educativas y formación docente. Miembro del COMIE.

Saúl Justino Prieto Mendoza

Doctorante en Gestión de Paz y Prevención de Violencias por la Universidad de Guadalajara y especialista en escritura digital.

Francisco Quiñonez Tapia

Doctor en Psicología y profesor de la Universidad de Guadalajara. Miembro del SNII nivel 1 e investigador en bienestar y salud mental.

Índice

0. Innovación con sentido social y transferencia tecnológica: la respuesta de la Maestría en Desarrollo y Dirección de la Innovación ante los Retos Globales . . .	9
1. Antecedentes: la innovación y su encrucijada ética	9
2. Perfil del innovador: en nuestra comunidad en la Maestría en Desarrollo y Dirección de la innovación.	10
3. La transferencia tecnológica: de la idea al prototipo	11
4. Impacto social: la tecnología como herramienta de inclusión	12
5. Hacia un futuro colaborativo	12
6. Referencias	13

SECCIÓN I: ECOSISTEMAS DIGITALES Y TECNOLOGÍAS 4.0 (EL SALTO TECNOLÓGICO)

1. Innovación y construcción 4.0 en México: transformación digital e industrialización del sector de la vivienda, la infraestructura y la obra pública	17
1. Introducción.	17
2. Fundamentos teóricos y marco conceptual de la Construcción 4.0	19
2.1. De la Industria 4.0 a la Construcción 4.0	19
2.2. Tecnologías habilitadoras	20
2.3. Digitalización del ciclo de vida de los proyectos.	21
2.4. Innovación como proceso sistémico.	22

3. Diagnóstico del sector de la construcción en México	22
3.1. Panorama general	22
3.2. Estructura productiva y fragmentación del sector	23
3.3. Productividad y brecha tecnológica	23
3.4. Capital humano y brecha de competencias	24
3.5. Retos institucionales y regulatorios.	25
4. Estrategias de innovación tecnológica e industrialización del sector de la construcción en México.	25
4.1. Hacia una cultura de innovación en la construcción mexicana.	25
4.2. Industrialización y métodos modernos de construcción (MMC).	26
4.3. Digitalización de la gestión de proyectos	27
4.4. Sostenibilidad e innovación verde	28
4.5. Ecosistema de colaboración público-privado	28
5. Discusión y perspectivas.	29
5.1. Impactos económicos y competitividad	29
5.2. Efectos sociales y laborales	30
5.3. Implicaciones ambientales y sostenibilidad	31
5.4. Desafíos de adopción tecnológica.	31
5.5. Escenarios futuros para la Construcción 4.0 en México.	32
6. Hoja de ruta (<i>roadmap</i>).	33
7. Conclusiones generales	35
8. Referencias	37
2. Mantenimiento inteligente en máquinas <i>vending</i> : Quick Service® e innovación en comunicación en línea.	39
1. Introducción.	39
1.1. <i>Vending</i> : los productos más vendidos	40
1.2. Mercado	41
1.3. Estadísticas del mercado mundial de máquinas expendedoras	42
1.4. Panorama competitivo del mercado mundial de máquinas expendedoras	43
1.5. Mantenimiento preventivo y correctivo de máquinas <i>vending</i>	44
2. Marco conceptual y metodológico.	47
2.1. Enfoque aplicado	48
2.2. Todos ganan	48

3. Desarrollo del proyecto	48
3.1. La Academia y el desarrollo de capacidades de innovación y habilidades blandas en la dirección del proyecto	51
3.2. La empresa como ejecutor del proyecto y rentabilidad financiera	51
3.3. El Gobierno y su transformación digital	51
3.4. La sociedad y su respuesta a la transformación digital	52
3.5. El cuidado del medioambiente y la transformación digital	52
4. Resultados y discusión	52
5. Conclusión	53
6. Referencias	54
3. Aplicación de menús de realidad aumentada en la actividad restaurantera: propuesta de innovación a través de sitios web	55
1. Introducción	55
2. Planteamiento del problema	56
3. Justificación	56
4. Objetivos	57
5. Marco conceptual	58
5.1. Innovación tecnológica y transformación digital	58
5.2. Experiencia del usuario (UX) y diseño centrado en el usuario (UCD)	58
5.3. Metodología <i>design thinking</i>	59
5.4. La realidad aumentada (RA) en el sector gastronómico	60
6. Marco metodológico	60
6.1. Enfoque y tipo de investigación	60
6.2. Población y muestra	61
6.3. Instrumentos de recolección de datos	61
6.4. Procedimiento de análisis de datos	61
6.5. Aplicación en las cinco hélices de la innovación	62
6.6. Desarrollo del caso Vancouver	62
7. Conclusiones	68
7.1. Recomendaciones adicionales de implementación	70
7.2. Limitaciones y futuras líneas de investigación	71
7.3. Contribución a las cinco hélices de la innovación	72
8. Referencias	72

SECCIÓN II: INNOVACIÓN FRUGAL Y RESILIENCIA INDUSTRIAL (LA SOSTENIBILIDAD DE LA CADENA DE VALOR)

4. Innovación frugal y economía circular aplicada al desarrollo de materiales de construcción con sascab	77
1. Introducción	77
2. Marco conceptual y metodológico	78
2.1. Marco conceptual	78
2.2. Marco metodológico	78
3. Desarrollo del proyecto	83
3.1. Contexto	83
3.2. Aplicación de conocimientos	83
3.3. Relación con las cinco hélices	83
4. Resultados y discusión	84
4.1. Caracterización del sascab y productos de la competencia	84
4.2. Desarrollo de prototipos	87
4.3. Validación de prototipos	87
4.4. Análisis y comparativa de resultados	88
4.5. Viabilidad económica y comparación preliminar con productos comerciales	91
5. Conclusiones y recomendaciones	91
6. Referencias	92
5. Resiliencia en manufactura ante crisis de cadena de suministro: lecciones desde un caso universitario de innovación frugal y economía circular	95
1. Introducción	95
1.1. Problemática	96
1.2. Justificación	99
1.3. Objetivos	100
2. Marco conceptual y metodológico	101
2.1. Enfoques teóricos	101
2.2. Ciencia de materiales y propiedades de los polímeros	101
2.3. Principios de diseño ergonómico y de ingeniería	102
2.4. Innovación frugal	103
2.5. Economía circular	103
2.6. Normalización técnica y estandarización de EPP	104
3. Desarrollo del caso/proyecto	104
3.1. Contexto	104

3.2. Descripción de la experiencia o proyecto	105
3.3. Aplicación de conocimientos adquiridos	106
3.4. Relación con las 5 hélices	107
4. Resultados y discusión	108
4.1. Resultados	108
4.2. Discusión	109
5. Conclusiones y recomendaciones	110
5.1. Conclusiones	110
5.2. Recomendaciones	111
6. Referencias	111

SECCIÓN III: INNOVACIÓN SOCIAL, ORGANIZACIONAL Y PLATAFORMAS CIUDADANAS (EL IMPACTO HUMANO Y CÍVICO)

6. Innovar desde adentro: comunicación participativa para transformar los entornos organizacionales.	115
1. Introducción.	115
2. Marco conceptual y metodológico	117
2.1. Marco conceptual	117
2.2. Metodología	119
3. Desarrollo del caso/proyecto	121
3.1. Situación actual y propuestas	121
3.2. Estrategias	126
4. Resultados y discusión	128
5. Conclusiones y recomendaciones	130
6. Referencias	131
7. Diseño de una plataforma digital para vincular y fortalecer la formación práctica y profesional.	135
1. Introducción.	135
2. Marco conceptual y metodológico	136
2.1. Marco conceptual	136
2.2. Enfoque metodológico	137
2.3. Herramientas de análisis y diseño.	139
2.4. Vinculación con el modelo de las cinco hélices	139
3. Desarrollo del caso/proyecto	140
3.1. Contexto institucional.	140
3.2. Descripción del proyecto.	141
3.3. Aplicación de conocimientos adquiridos	142
3.4. Estrategia de comunicación y sostenibilidad.	143

4. Resultados y discusión	143
4.1. Resultados generales del diagnóstico	143
4.2. Resultados del diseño e implementación	144
4.3. Impactos del proyecto	146
5. Discusión	147
6. Conclusiones y recomendaciones	147
6.1. Conclusiones	147
6.2. Recomendaciones	150
7. Referencias	150
8. Denuncia de delitos en plataformas digitales: una revisión sistemática	153
1. Introducción	153
2. Justificación	154
3. Objetivos	154
4. Marco conceptual y metodológico	155
4.1. Proceso de selección	157
4.2. Desarrollo del proyecto	158
5. Resultados	159
5.1. Plataformas digitales de presentación de denuncias	159
5.2. Plataformas de servicios y trámites generales para <i>e-Government</i>	160
5.3. Estudios sobre aspectos psicológicos y culturales	163
5.4. Discusión	163
6. Conclusiones	164
7. Referencias	165
Autoría	175

Perspectivas de la innovación contemporánea

De la idea al impacto en la industria y la sociedad

¿Es posible innovar con un auténtico sentido social frente a los desafíos globales actuales? Esa es la pregunta que da origen a este libro, una obra que reúne la respuesta de la Maestría en Desarrollo y Dirección de la Innovación de la Universidad de Guadalajara ante los retos éticos, sociales y tecnológicos que marcan nuestra época.

Más allá de una visión centrada únicamente en la tecnología o en el mercado, esta obra plantea una perspectiva distinta: entender la información y la innovación como herramientas capaces de impulsar el desarrollo social y sostenible. A partir del modelo de la quintuple hélice –integrado por la Academia, la Industria, el Gobierno, la Sociedad Civil y el Medioambiente–, se propone pasar de la reflexión teórica a la atención de problemáticas reales.

A lo largo de sus capítulos, el lector encontrará diversos casos de éxito y experiencias de transferencia tecnológica desarrolladas por estudiantes y docentes de perfiles multidisciplinarios. La obra muestra cómo estas iniciativas evolucionan mediante los *niveles de madurez tecnológica* (TRL), avanzando desde la formulación teórica hasta su validación en contextos reales, con resultados que fortalecen comunidades, promueven el cuidado ambiental y contribuyen a la competitividad.

Los temas abordados incluyen innovación frugal, economía circular y procesos de transformación digital en sectores tradicionales que buscan adaptarse y reinventarse. También se presentan propuestas disruptivas, estrategias de comunicación participativa para transformar entornos organizacionales, aplicaciones de realidad aumentada en la gastronomía para disminuir barreras idiomáticas y experiencias de resiliencia manufacturera frente a las crisis globales en las cadenas de suministro.

Finalmente, este libro se presenta como un ejercicio de corresponsabilidad pública y una invitación abierta a que distintos sectores adopten, fortalezcan y adapten estas tecnologías. Con ello, reafirma el compromiso universitario de impulsar investigaciones orientadas a construir una sociedad más justa, incluyente y próspera. Una lectura imperdible para quienes entienden la innovación aplicada como una vía para transformar la realidad.

Guadalupe Jeanette González Díaz (coord.)