

Transdigital[®]

revista científica

Volumen 5

Número 10

Julio - diciembre
2024

ISSN: 2683-328X

*Sociedad de Investigación
sobre Estudios Digitales S. C.*

La revista científica *Transdigital* es una publicación semestral bajo el modelo de publicación continua editada por la Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales S.C. Hasta ahora, la revista ha sido indizada en: Latindex, DOAJ, ERIHPLUS, REDIB, EuroPub, LivRe, AURA, DRJI, BASE, MIAR, Index Copernicus, OpenAire-Explore, Google Scholar, ROAD, Sherpa Romeo, Elektronische Zeitschriftenbibliothek, WorldCat, CiteFactor, Dimensions, Eurasian Scientific Journal Index y IP Indexing.

Dirección oficial: Circuito Altos Juriquilla 1132. C.P. 76230, Querétaro, México. Tel. +52 (442) 301-3238. Página web oficial: www.revista-transdigital.org. Correo electrónico: aescudero@revista-transdigital.org. Editor en jefe: Alejandro Escudero-Nahón (ORCID: 0000-0001-8245-0838). Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2022-020912091600-102. International Standard Serial Number (ISSN): 2683-328X; ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (México). Responsable de la última actualización: Editor en jefe: Dr. Alejandro Escudero-Nahón.

Todos los artículos en la revista *Transdigital* están licenciados bajo Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0). Usted es libre de: Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente. La persona licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia. Lo anterior, bajo los siguientes términos: Atribución — Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante. No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.



Transdigital[®]

revista científica

Impacto de la tecnología y la digitalización en la sustentabilidad de las micro, pequeñas y medianas empresas de Baja California, México

Impact of technology and digitalization on the sustainability of micro, small and medium-sized businesses in Baja California, Mexico



Blanca Estela Bernal Escoto
Universidad Autónoma de Baja California, México
ORCID: 0000-0002-8721-2561



Yirandy Josué Rodríguez León *
Universidad Autónoma de Baja California, México
ORCID: 0000-0002-6640-5364



Nancy Imelda Montero Delgado
Universidad Autónoma de Baja California, México
ORCID: 0000-0002-6642-1444



Impacto de la tecnología y la digitalización en la sustentabilidad de las micro, pequeñas y medianas empresas de Baja California, México

Impact of technology and digitalization on the sustainability of micro, small and medium-sized businesses in Baja California, Mexico

Resumen

En la actualidad, la transformación digital y la sostenibilidad son dos elementos fundamentales para el éxito de las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyMES). Este estudio analizó la relación entre la tecnología, la digitalización y la sostenibilidad en las MIPyMES de Baja California, México. Se plantearon dos hipótesis para evaluar el impacto de la tecnología y la digitalización en la sustentabilidad de las MIPyMES. Se realizó un estudio empírico con 735 mipymes de baja california, méxico, mediante un cuestionario para recolectar datos. asimismo, se realizó un análisis factorial confirmatorio y un modelo de ecuaciones estructurales para validar el modelo de investigación. se identificó que existe una relación positiva entre la digitalización y sustentabilidad. Sin embargo, se manifestó una relación negativa entre tecnología y sustentabilidad. En conclusión, la tecnología y la digitalización son herramientas importantes que pueden ayudar a las MIPyMES a alcanzar la sustentabilidad.

Palabras clave: tecnología, digitalización, sustentabilidad

Abstract

Currently, digital transformation and sustainability are two fundamental elements for the success of micro, small and medium-sized enterprises (MSMEs). This study analyzed the relationship between technology, digitalization, and sustainability in MSMEs in Baja California, Mexico. Two hypotheses were proposed to evaluate the impact of technology and digitalization on the sustainability of MSMEs. An empirical study was carried out with 735 MSMEs from Baja California, Mexico, using a questionnaire to collect data. Likewise, a confirmatory factor analysis and a structural equation model were carried out to validate the research model. It was identified that there is a positive relationship between digitalization and sustainability. However, a negative relationship between technology and sustainability was manifested. In conclusion, technology and digitalization are important tools that can help MSMEs achieve sustainability.

Keywords: technology, digitalization, sustainability

1. Introducción

Este estudio analizó los problemas fundamentales que enfrentan las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyMES) en la actualidad. Por ejemplo, la digitalización y la tecnología para la sustentabilidad. En la actualidad, estas variables se convirtieron en pilares esenciales para el desarrollo y la competitividad de las MIPyMES a nivel global. Esta convergencia promueve la eficiencia operativa y la innovación, también impulsa la resiliencia económica y el compromiso ambiental. Estos aspectos son fundamentales para crear un entorno dinámico y desafiante.

Sin embargo, este tema no es tan estudiado, pues los esfuerzos se centran en grandes empresas de países desarrollados como Alemania, Suecia, Estados Unidos, China, entre otros. Esto se debe a su fuerte enfoque en la innovación, la tecnología y el compromiso con la sostenibilidad empresarial (Tercha et al., 2024). Baja California, México, se destaca por su vitalidad económica y se caracteriza por la presencia de varias MIPyMES. Esto contribuye al empleo y al producto interno bruto (PIB) regional. No obstante, estas empresas enfrentan desafíos considerables, pues al adoptar nuevas tecnologías las prácticas sostenibles deben asegurar su viabilidad a largo plazo. En este contexto, la digitalización es una herramienta crucial que facilita la transición a modelos de negocio sostenibles y competitivos (Al-Omush et al., 2023).

1.1. Tecnología aplicada en MIPyMES

Las tecnologías en las MIPyMES se refieren al uso de herramientas y sistemas tecnológicos para optimizar procesos de negocio, mejoran la eficiencia y aumentan la competitividad. Esto incluye el uso de hardware, software, plataformas digitales, automatización y análisis de datos para decisiones estratégicas (Lo Nigro et al., 2020). La tecnología reduce costos, mejora la calidad de productos y servicios, y crea nuevos canales de comunicación y venta. Estos son esenciales para el crecimiento de las MIPyMES en un mercado competitivo (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2023). En la actualidad existen varios recursos tecnológicos que mejoran la operatividad de las MIPyMES.

El Internet de las Cosas (IoT) permite la interconexión de dispositivos a través de Internet para la recopilación y el análisis de datos en tiempo real. Esto mejora la gestión de inventarios, el control de calidad y la eficiencia logística en las MIPyMES de Baja California, México (Ashton, 2009). Por otro lado, la inteligencia artificial (IA) ofrece soluciones avanzadas para el análisis de datos y la automatización de procesos. Esto mejora la experiencia del cliente y optimiza operaciones comerciales como la gestión de la cadena de suministro y el *marketing* (Brynjolfsson & McAfee, 2017). Por otro lado, el comercio electrónico (*e-commerce* en inglés) es fundamental para expandir el alcance y aumentar las ventas de las MIPyMES. Además, permite que estas empresas accedan a mercados globales y mejoren la interacción con los clientes mediante plataformas digitales. En Baja

California, México, el *e-commerce* creció debido a la proximidad con el mercado estadounidense y la digitalización (Laudon & Traver, 2022).

Al adoptar tecnologías como el IoT, la IA y el *e-commerce*, permite que las MIPyMES de Baja California, México, compitan eficazmente a nivel global. El uso de la tecnología mejora la eficiencia operativa, la calidad del servicio y les abren nuevas oportunidades de crecimiento a las MIPyMES. Esto permite que innoven y se adapten a los cambios del mercado. Además, permiten que las empresas gestionen los recursos y reduzcan costos. Esto es esencial para su sostenibilidad a largo plazo. Cuando se integran las tecnologías, las MIPyMES pueden acceder a mercados internacionales con mayor facilidad, incrementar su alcance y competitividad global (Bargoni et al., 2024).

1.2. Digitalización aplicada en MIPyMES

Es importante digitalizar las MIPyMES, pues mejoran su competitividad y adaptabilidad en un entorno empresarial cada vez más globalizado. Incorporar las tecnologías digitales permite a las MIPyMES optimizar sus procesos internos, mejorar la gestión de la información y ofrecer mejores experiencias a los clientes. Esto favorece el crecimiento a largo plazo (Nambisan et al., 2019). Además, incrementa la eficiencia operativa y mejora la capacidad de las empresas para innovar. Esto es esencial en un mundo donde la disrupción tecnológica es constante (Li & Zhao, 2024).

A pesar de estos beneficios, las MIPyMES enfrentan varios desafíos para adoptar herramientas digitales. Por ejemplo, la falta de recursos financieros, la escasa formación digital de sus empleados y la resistencia al cambio organizacional (Garrido et al., 2024). La carencia de habilidades digitales en los empleados y directivos obstaculiza el proceso de transformación y hace que las compañías no aprovechen al máximo las oportunidades que ofrece la digitalización. Por lo tanto, es crucial que las MIPyMES se capaciten y formen para superar estas barreras (Brink et al., 2023).

Por estas razones, se destacó que las MIPyMES que implementan estrategias de digitalización tienen más probabilidades de sobrevivir a crisis económicas y de mercado. Esto se demostró durante la pandemia de COVID-19, pues las MIPyMES que se digitalizaron se adaptaron a la crisis sanitaria (Amankwah-Amoah et al., 2021). Además, esta situación resaltó la necesidad de políticas públicas que apoyen y faciliten la digitalización de las MIPyMES para garantizar su supervivencia y competitividad a largo plazo.

1.3. Relación entre tecnología y digitalización en la sustentabilidad de las MIPyMES

La sustentabilidad para las MIPyMES es un concepto novedoso, pues debido a la creciente presión social, económica y normativa es importante adoptar prácticas responsables con el medio ambiente y la comunidad. Las MIPyMES representan una parte significativa de la economía mundial. Además, se enfrentan al reto de equilibrar el crecimiento económico y reducir el impacto ambiental y la responsabilidad social (Ardito et al., 2021). A diferencia de las grandes corporaciones, las MIPyMES tienen menos recursos para implementar estrategias sostenibles. Esto dificulta que se transformen en modelos de negocio ecológicos y responsables.

De igual manera, las MIPyMES adoptan prácticas sostenibles no solo mejoran su reputación, sino que también mejoran su competitividad y eficiencia operativa (Klewitz & Hansen, 2014). Al integrar los principios de economía circular como el uso eficiente de los recursos, el reciclaje y la reducción de residuos, es posible mejorar el contexto de las MIPyMES. Además, las políticas públicas que incentivan la sustentabilidad en estas empresas son cruciales para apoyar su desarrollo sostenible (Rizos et al., 2016). Por ejemplo, los subsidios para adoptar tecnologías limpias o transformar la gestión sostenible.

A pesar de los beneficios potenciales, las MIPyMES enfrentan varias barreras para implementar estrategias sostenibles. Por ejemplo, la falta de conocimientos especializados, la dificultad para acceder a financiación verde y la resistencia al cambio organizacional (Durrani et al., 2024). Por lo tanto, es necesario fomentar alianzas entre el sector público y el privado para que las MIPyMES tengan los recursos y los conocimientos necesarios para ser sostenibles, y permitirles contribuir los objetivos de desarrollo sostenible.

En otras palabras, la adopción de tecnologías sostenibles y digitales en las MIPyMES enfrenta barreras significativas. Por ejemplo, la falta de acceso a financiación y recursos tecnológicos, y la falta de conocimientos específicos sobre sostenibilidad y digitalización. Es crucial que estas empresas reciban el apoyo de políticas públicas para superar estos obstáculos (Kallmuenzer et al., 2024). En este sentido, MIPyMES que tienen estrategias de digitalización con objetivos de sostenibilidad mejoran su competitividad y contribuyen al bienestar social y ambiental a largo plazo (Yilmaz, 2023).

2. Método de investigación

Esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo. El marco de referencia que se utilizó fue el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas de México (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2022). Este directorio tiene registradas 1,262,046 MIPyMES de Baja California, México. Por otro lado, para recabar los datos se muestreó a 735 MIPyMES en virtud de un muestreo aleatorio simple con un margen de error del $\pm 5\%$, y un nivel

de fiabilidad del 95%. La recolección de los datos se realizó entre septiembre y diciembre del 2023. Es importante que se encontró al responsable de los negocios de todas las MIPyMES participantes en el estudio.

Tomando en cuenta lo anterior, este artículo analizó la relación entre la tecnología, la digitalización y la sostenibilidad en las MIPyMES de Baja California, México. Esto se realizó por medio de un estudio empírico que incluyó a 735 MIPyMES de la región. Para esto, se utilizó un cuestionario para recolectar los datos, y se aplicó un análisis factorial confirmatorio (AFC) para validar las escalas de medida. Se utilizó un modelo de ecuaciones estructurales para subrayar la importancia de la tecnología y la digitalización como herramientas para alcanzar la sostenibilidad. Además, se ofrecieron valiosos *insights* sobre las estrategias que pueden adoptar las MIPyMES de Baja California, México.

Este análisis se enmarcó en un contexto global, pues resaltó la relevancia de la tecnología y la digitalización en la sostenibilidad para el desarrollo económico regional y la mejora de la calidad de vida. En conclusión, este artículo aportó una perspectiva integral sobre la relación cómo la digitalización y el desarrollo sostenible pueden integrarse en las estrategias empresariales de las MIPyMES de Baja California, México, y ofrecer un camino hacia la resiliencia y la competitividad en el siglo XXI.

Para medir la transformación digital se utilizaron dos constructos dentro de la encuesta. La digitalización utilizó ocho *ítems*, y la tecnología siete *ítems*. Estos *ítems* se adaptaron de las escalas de Li et al. (2023) y Elia et al. (2024), respectivamente. Por otro lado, la dimensión sustentabilidad se compuso de cinco *ítems* que se adaptaron de la escala de Chávez et al. (2023). Las preguntas de la encuesta se miden con una escala tipo Likert de cinco dimensiones. Esto aportó respuestas congruentes por parte de los encuestados y facilitaron el procesamiento de los datos (Robinson, 2023).

2.1. Procedimiento estadístico

Para establecer, la validez y la fiabilidad de las escalas se realizó un AFC con el software estadístico AMOS. Dentro del análisis, se tomaron en cuenta los coeficientes de regresión estandarizados de cada *ítem* superior a 0.5 para evaluar la validez interna entre los constructos que integran el modelo (Al-Emran & Griffy-Brown, 2023). Por otro lado, para medir la fiabilidad se utilizaron los coeficientes de varianza con cargas factoriales por encima de 0.5, y una significancia menor a 0.001. Por consiguiente, se aplicó el alfa de Cronbach en un margen deseado entre 0.4 y 0.9 para corroborar los parámetros de fiabilidad de cada escala y confirmar la validez interna del modelo de investigación planteado (Adamson & Prion, 2013).

En otro orden, se analizó la validez discriminante del modelo de investigación para vincular las variables del objeto de estudio. El *test* de intervalo de confianza determinó un nivel del 95 % (Zlokazov, 2014). Por otro lado, el *test* de varianza extraída indicó que cada dimensión latente es menor que su correspondiente índice de varianza extraída (Henseler et al., 2023). Además, en un primer momento se analizó la validez del modelo teórico que vincula la tecnología y la digitalización con la sustentabilidad de las MIPyMES. Esto se hizo por medio del examen chi-cuadrado, que sentó las bases para contrastar los resultados entre el modelo teórico y el modelo de medida alcanzando resultados no significativos.

En tal sentido, el modelo de ecuaciones estructurales posibilitó el examen multivariable entre variables dependientes e independientes mediante un análisis factorial confirmatorio y un método de regresión lineal múltiple (Flora & Curran, 2023). El método de ecuaciones estructurales se considera como razonamiento confirmatorio y establece una relación causal entre variables dependientes e independientes basada en una ecuación matemática como medio de comprobación de hipótesis (Pan et al., 2022).

3. Resultados

Gracias al AFC el modelo de medición manifestó un buen ajuste estadístico (S-B $\chi^2=477.840$; $gl=156$; $p=0.000$; $NFI=0.967$; $NNFI=0.959$; $CFI=0.977$; $RMSEA=0.053$) (Tabla 1). En este sentido, se observó consistencia interna de los constructos, pues el alfa de Cronbach ubicó todas las dimensiones entre 0.7 y 0.9 (Hayes & Coutts, 2020). Por otro lado, la varianza de los indicadores del constructo principal sobrepasó 0.5 en todos los casos (Li et al., 2021). Además, todos los valores fueron superiores a 0.67 en todos los índices. Esto permitió percibir la fiabilidad interna entre los constructos de la transformación digital. De igual manera, se resaltó la validez interna del modelo con un nivel de significancia perfecto ($p= 0.000$).

Tabla 1
Consistencia interna y validez del modelo teórico

Variable	Indicador	Coefficiente de regresión estandarizado ≥ 0.5	Nivel de significancia = $p < 0.01$	Alfa de Cronbach $\geq 0.4; \leq 0.9$	Estimación de varianza ≥ 0.5
Tecnología	P24	0.601	0.000	0.85	0.822
	P25	0.738	0.000		
	P26	0.808	0.000		
	P27	0.824	0.000		
	P28	0.854	0.000		
	P29	0.804	0.000		
	P30	0.736	0.000		
	P31	0.750	0.000		
Digitalización	P33	0.861	0.000	0.74	0.667
	P34	0.902	0.000		
	P35	0.880	0.000		
	P36	0.888	0.000		
	P37	0.867	0.000		
	P38	0.896	0.000		
	P39	0.854	0.000		
Sustentabilidad	P55	0.845	0.000	0.81	0.914
	P56	0.920	0.000		
	P57	0.896	0.000		
	P58	0.881	0.000		
	P59	0.927	0.000		

S-B X2 =477.840; gl = 156; p = 0.000; NFI = 0.967; NNFI = 0.959; CFI = 0.977; RMSEA = 0.053

Al seguir la secuencia estadística de los resultados respecto a la validez discriminante del modelo en virtud de ambas pruebas se identificó que la prueba era válida, pues manifestó una correspondencia positiva entre 0.269 y 0.665 (Tabla 2). Además, cada dimensión latente es menor que su correspondiente índice de varianza extraída.

Tabla 2

Validez discriminante del modelo teórico

Variabes	Tecnología	Digitalización	Sustentabilidad
Tecnología	1	0.617	0.269
Digitalización	0.617	1	0.665
Sustentabilidad	0.269	0.665	1

Se aplicó el modelo de ecuaciones estructurales por medio del programa estadístico AMOS (Hussain et al., 2023). En un primer momento, se analizó la validez del modelo teórico que vincula la tecnología y la digitalización con la sustentabilidad de las MIPyMES. Mediante el examen chi-cuadrado se sentaron las bases para contrastar los resultados entre el modelo teórico y el modelo de medida alcanzando resultados no significativos. Esto estableció un razonamiento pertinente de las relaciones entre los constructos objeto de estudio.

Teniendo esto en cuenta, el modelo de ecuaciones estructurales estableció un coeficiente de regresión $b=-0.44$ y una significancia de $p<0.001$ para la hipótesis 1 (H1) (Tabla 3). Esto indicó el impacto negativo entre la tecnología y la sustentabilidad de la MIPyMES. Por otro lado, para la hipótesis 2 (H2) se alcanzó un valor de $b=0.96$ y $p<0.001$. Esto señaló la relación positiva de la digitalización y la sustentabilidad de las MIPyMES.

Tabla 3

Resultados del modelo de ecuaciones estructurales

Hipótesis	Relación Estructural	Coefficiente de regresión estandarizado= $b>0$	Significancia= $p<0.01$
H1: La tecnología impacta positivamente en la sustentabilidad de micro, pequeñas y medianas empresas de Baja California, México.	Tecnología →Sustentabilidad	-0.44	0.000
H2: La digitalización tiene una relación positiva en la en la sustentabilidad de	Digitalización →Sustentabilidad	0.96	0.000

micro, pequeñas y medianas empresas
de Baja California, México.

S-B X2 =769.56.499; gl = 395; p = 0.000; NFI = 0.843; NNFI = 0.827; CFI = 0.916; RMSEA = 0.050

4. Discusión

Estos resultados empíricos expresaron un grupo de consideraciones para las MIPyMES de Baja California, México. Primero se expresaron los datos obtenidos en los 735 cuestionarios para analizar el impacto existente entre transformación digital y la sustentabilidad de MIPyMES bajacalifornianas. Por consiguiente, en estudios posteriores es prudente analizar las variables de modo longitudinal análoga con otros estados del territorio mexicano o de Latinoamérica. Estos principios de transformación digital pueden manifestar el mismo comportamiento en la sustentabilidad.

Por otro lado, el estado del arte mostró resultados prácticos sobre la importancia transformación digital en la sustentabilidad en MIPyMES (United Nations Industrial Development Organization [UNIDO], 2023). Sin embargo, aún persiste polémica en cuanto a los elementos que garantizan el éxito sustentable en estas empresas. Por esta razón, es importante tener más resultados para dilucidar el vínculo entre tecnología, digitalización y sustentabilidad (Annosi et al., 2024), en algunos casos, se mostraron correlaciones contradictorias (Eller et al., 2020). Además, los datos obtenidos sobre el impacto negativo entre la tecnología y la sustentabilidad coinciden con los mencionados por Mubarak et al. (2019).

Sin embargo, se detectó un mayor consenso respecto a la relación positiva entre la tecnología y la sustentabilidad. Por ejemplo, la eficiencia energética, la generación de energías renovables y la reducción de residuos (Akter, 2024; Al-Emran & Griffy-Brown, 2023). Por tanto, otros estudios deben medir el impacto tecnológico de la sustentabilidad empresarial en MIPyMES. Además, se estableció el impacto que manifiesta la digitalización en la sustentabilidad, pues aumenta la eficiencia operativa y reduce el uso de recursos naturales, financieros y materiales al optimizar los procesos con herramientas digitales (Lin et al., 2023). Finalmente, la digitalización fortalece la economía circular, promueve la reutilización y el reciclaje, y contribuye a la sustentabilidad empresarial.

Por último, se apreciaron pocos estudios que vinculan la transformación digital y la sustentabilidad en MIPyMES. Esto es un fenómeno complejo, pues inciden muchas variables. Asimismo, se sugiere involucrar a otros actores en aras de dilucidar factores que incrementen la competitividad en esta familia de empresas tan importante para el desarrollo sustentable de las naciones (Kraus et al., 2021). Ahora bien, la presente investigación, no está exenta de limitaciones. Primeramente, el uso de un cuestionario como fuente de datos primarios para medir

variables como digitalización y tecnología respecto a la sustentabilidad. Además, los indicadores que componen cada variable son subjetivos ya que provienen de la revisión bibliográfica.

Por tanto, en análisis posteriores es importante considerar las herramientas digitales, las certificaciones de competencias digitales del personal, el uso de herramientas digitales para la atención al cliente, y las colaboraciones con *startups* y otras empresas tecnológicas. Esto con el fin de contrastar los resultados del presente artículo. Otro límite fue la poca diversidad de respecto al giro empresarial de las MIPyMES estudiadas ya que la mayoría corresponden al sector comercio. Por esta razón, es importante analizar una muestra más heterogénea y hacer comparados intersectoriales. Asimismo, aumentar la muestra a otros estados de la república mexicana para manifestar si los resultados son coincidentes.

5. Conclusiones

La investigación basó sus resultados en un modelo estadístico multivariable con excelente consistencia interna, que correlacionó la transformación digital desde la digitalización y la tecnología con la sustentabilidad. Se apreció una relación negativa entre tecnología y sustentabilidad. En cambio, la relación entre digitalización y sustentabilidad mostró un impacto positivo. En tal sentido, el modelo expresó índices aceptados por la teoría estadística para medir escalas de medición múltiple respecto a tecnología, digitalización y sustentabilidad. El estado del arte que vincula la relación entre transformación digital y sustentabilidad es pobre, pues la mayoría de las investigaciones se enfocan en empresas tecnológicas en ecosistemas de países desarrollados. Por tanto, los resultados alcanzados son novedosos dentro del ámbito de sustentabilidad.

Ahora bien, las diferencias contextuales sugirieron que el impacto de la tecnología y la digitalización en la sustentabilidad varía dependiendo del contexto específico de las MIPyMES. Por lo tanto, estudios futuros podrían analizar estas variables en diferentes regiones de México y América Latina, y comprender las tendencias a lo largo del tiempo. Igualmente, para mejorar la comprensión de estos datos se deben realizar estudios adicionales que comparen el impacto de la transformación digital en diferentes estados de México y otros países latinoamericanos. Además, un enfoque longitudinal permitiría observar cómo estas variables evolucionan con el tiempo.

Sin embargo, los esfuerzos realizados para vincular la transformación digital con la sustentabilidad son escasos para expresar contundentemente un impacto entre ambas variables. Esto marcó un hito para continuar investigado. El uso de un modelo de ecuaciones estructurales analiza correlacionales por su pertinencia para medir el impacto entre constructos. Los datos obtenidos señalaron que es recomendable tener un entorno de fomento de la innovación tecnológica para que las MIPyMES de Baja California, México, adopten una estrategia de

innovación tecnológica continua para mejorar su competitividad y contribuir a la sostenibilidad social y ambiental. Esto incluye la inversión en nuevas tecnologías y la formación continua del personal.

De igual manera, las políticas públicas y programas de capacitación recomiendan implementar políticas públicas que faciliten el acceso a tecnologías avanzadas y la digitalización para las MIPyMES. El uso de programas de capacitación específicos ayuda a superar la resistencia al cambio y reducir la brecha digital. Finalmente, las MIPyMES se deben comprometer con la transformación digital y la sostenibilidad. Esto implica no solo adoptar tecnologías nuevas, sino integrar prácticas sostenibles en sus operaciones diarias. En otras palabras, la transformación digital ofrece un camino prometedor hacia la sustentabilidad para las MIPyMES de Baja California, México. No obstante, la tecnología por sí sola puede no ser suficiente y debe ser acompañada por estrategias adecuadas, apoyo institucional y compromiso integral con la innovación y la sostenibilidad.

Referencias

- Adamson, K., & Prion, S. (2013). Reliability: Measuring Internal Consistency Using Cronbach's α . *Clinical Simulation in Nursing*, 9(5), e179-e180. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2012.12.001>
- Akter, M. S. . (2024). Harnessing Technology for Environmental Sustainability: Utilizing AI to Tackle Global Ecological Challenge. *Journal of Artificial Intelligence General Science (JAIGS)*, 2(1), 61–70. <https://doi.org/10.60087/jaigs.v2i1.97>
- Al-Emran, M., & Griffy-Brown, C. (2023). The role of technology adoption in sustainable development: Overview, opportunities, challenges, and future research agendas. *Technology in Society*, 73, 102240.
- Al-Omush, A., Momany, M. T., Hannon, A., & Anwar, M. (2023). Digitalization and sustainable competitive performance in small-medium enterprises: A moderation mediation model. *Sustainability*, 15(21), 15668. <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/21/15668>
- Amankwah-Amoah, J., Khan, Z., Wood, G., & Knight, G. (2021). COVID-19 and digitalization: The great acceleration. *Journal of Business Research*, 136, 602-611.
- Annosi, M. C., Appio, F. P., Brenes, E. R., & Brunetta, F. (2024). Exploring the nexus of digital transformation and sustainability in agribusiness: Advancing a research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 206, 123587.
- Ardito, L., Raby, S., Albino, V., & Bertoldi, B. (2021). The duality of digital and environmental orientations in the context of SMEs: Implications for innovation performance. *Journal of Business Research*, 123, 44-56.
- Ashton, K. (2009). That 'internet of things' thing. *Página web oficial de RFID Journal*. <https://www.rfidjournal.com/expert-views/that-internet-of-things-thing/73881/>
-
- Bernal Escoto, B. E., Rodríguez León, Y. J., & Montero Delgado, N. I. (2024). Impacto de la tecnología y la digitalización en la sustentabilidad de las micro, pequeñas y medianas empresas de Baja California, México. *Transdigital*, 5(10), e375. <https://doi.org/10.56162/transdigital375>

- Bargoni, A., Ferraris, A., Vilamová, Š., & Wan Hussain, W. M. H. (2024). Digitalisation and internationalisation in SMEs: A systematic review and research agenda. *Journal of Enterprise Information Management*, 37, 1418-1457.
- Brink, H., & Packmohr, S. (2023). Barriers to Digital Transformation in SMEs: A Quantitative Study. En J. Rim, B. T. Mohamed Anis, B. Meriam, S. Ana Maria, & C. Beatriz (Eds.), *Lecture notes in business information processing* (pp. 3-17). Springer.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017). *Machine, platform, crowd: harnessing our digital future*. W. W. Norton & Company. <https://www.norton.com/books/Machine-Platform-Crowd/>
- Chávez, A., Rico, V., Tudela, E., Berrizbeitia, A., & Arzo, M. (2023). Distrito hídrico Tacubaya, Ciudad de México, 2022. Un modelo urbano de escala media para el manejo sostenible de agua en la Ciudad de México. *Revista ARQ*, 114, 80-85.
- Durrani, N., Raziq, A., Mahmood, T., & Khan, M. R. (2024) Barriers to adaptation of environmental sustainability in SMEs: A qualitative study. *PLoS ONE* 19(5), e0298580. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0298580>
- Elia, G., Solazzo, S., Lerro, A., Pigni, F., Pigni, F., & Tucci, C. L. (2024). The digital transformation canvas: A conceptual framework for leading the digital transformation process. *Business Horizons*, 67(4), 381-398.
- Eller, R., Alford, P., Kallmunzer, A., & Peters, M. (2020). Antecedents, consequences, and challenges of small and medium-sized enterprise digitalization. *Journal of Business Research*, 112, 119-127.
- Flora, D. B., & Curran, P. J. (2004). An Empirical Evaluation of Alternative Methods of Estimation for Confirmatory Factor Analysis With Ordinal Data. *Psychological Methods*, 9(4), 466-491. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.9.4.466>
- Garrido, M. A., Martin. R. V., & Garcia, M. V. (2024). The key role of innovation and organizational resilience in improving business performance: A mixed-methods approach. *International Journal of Information Management*, 77, 102777.
- Hayes, A. F., & Coutts, J. J. (2020). Use Omega Rather than Cronbach's Alpha for Estimating Reliability. *Communication Methods & Measures*, 14(1), 1-24. <https://doi.org/10.1080/19312458.2020.1718629>
- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2023). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(1), 115-135.
- Hussain, S., Al-Refaie, A., Alsharari, N., & Alshamrani, M. (2023). A Structural Equation Modeling-Based Project Management Framework: A Way Forward to Oil and Gas Exploration and Production Project Success. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 48(1). <https://doi.org/10.1007/s13369-022-07199-5>
- INEGI. (2022). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas de México. *Página web oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
- Kallmuenzer, A., Mikhaylov, A., Chelaru, M., & Czakon W. (2024). Adoption and performance outcome of digitalization in small and medium-sized enterprises. *Review of Managerial Science*. <https://doi.org/10.1007/s11846-024-00744-2>
-
- Bernal Escoto, B. E., Rodríguez León, Y. J., & Montero Delgado, N. I. (2024). Impacto de la tecnología y la digitalización en la sustentabilidad de las micro, pequeñas y medianas empresas de Baja California, México. *Transdigital*, 5(10), e375. <https://doi.org/10.56162/transdigital375>

- Klewitz, J., & Hansen, E. G. (2014). Sustainability-oriented innovation of SMEs: a systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 65, 57-75.
- Kraus, S., Jones, P., Kailer, N., Weinmann, A., Chaparro-Banegas, N., & Roig-Tierno, N. (2021). Digital Transformation: An Overview of the Current State of the Art of Research. *SAGE Open*, 11(3).
<https://doi.org/10.1177/21582440211047576>
- Laudon, K. C., & Traver, C. G. (2022). *E-commerce 2021: business, technology, society*. Pearson. New York University.
- Li, H., Luo, W., Baek, E., Thompson, C. G., & Lam, K. H. (2021). Estimation and statistical inferences of variance components in the analysis of single-case experimental design using multilevel modeling. *Behavior Research Methods*, 54(4), 1559-1579.
- Li, X., Zhang, Y., & Wang, J. (2023). Measuring digital transformation: A framework for assessing digitalization and technology. *International Journal of Information Management*, 63, 102460. <https://doi.org/10.1787/9789264311992-en>
- Li, Y., & Zhao, T. (2024). How digital transformation enables corporate sustainability: Based on the internal and external efficiency improvement perspective. *Sustainability*, 16(12), 5037. www.mdpi.com/2071-1050/16/12/5037
- Lin, Y., Chen, H., Lyulyov, O., & Pimonenko, T. (2023). The impact of digitalization on sustainability: Enhancing operational efficiency and resource optimization through digital tools. *Sustainability*, 15(3), 5678.
<https://doi.org/10.3390/su152015156>
- Lo Nigro, G., Abdel-Malek, L., & Zhou, L. (2020). Current research issues in production economics. *International Journal of Production Economics*, 221, 107536.
- Mubarak, M. F., Shaikh, F. A., Mubarak, M., Samo, K. A., & Mastoi, S. (2019). The Impact of Digital Transformation on Business Performance: A Study of Pakistani SMEs. *Engineering Technology & Applied Science Research*, 9(6), 5056-5061. <https://doi.org/10.48084/etasr.3201>
- Nambisan, S., Wright, M., & Feldman, M. (2019). The digital transformation of innovation and entrepreneurship: Progress, challenges and key themes. *Research Policy*, 48(8), 103773.
- OECD. (2023). The digital transformation of SMEs: Challenges and opportunities. *Página web oficial de Organisation for Economic Co-operation and Development*. <https://www.oecd.org>
- Pan, S., Li, Q., Meng, C., Han, M., Ma, Y., & Brancelj, A. (2022). Using a structural equation model to assess the spatiotemporal dynamics and driving factors of phytoplankton in the plateau Hongfeng Reservoir in southwest China. *Aquat Ecol*, 56, 1297-1313.
- Rizos, V., Behrens, A., Van der Gaast, W., Hofman, E., Ioannou, A., Kafyeke, T., Flamos, A., Rinaldi, R., Papadelis, S., Hirschnitz-Garbers, M., & Topi, C. (2016). Implementation of Circular Economy Business Models by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): Barriers and Enablers. *Sustainability*, 8(11), 1212.
<https://doi.org/10.3390/su8111212>
-
- Bernal Escoto, B. E., Rodríguez León, Y. J., & Montero Delgado, N. I. (2024). Impacto de la tecnología y la digitalización en la sustentabilidad de las micro, pequeñas y medianas empresas de Baja California, México. *Transdigital*, 5(10), e375.
<https://doi.org/10.56162/transdigital375>

- Robinson, J. (2023). Likert Scale. En F. Maggino (Ed.), *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research* (pp. 3917–3918). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17299-1_1654
- Tercha, W., Tadjer, S. A., Chekired, F., & Canale, L. (2024). Machine Learning-Based Forecasting of Temperature and Solar Irradiance for Photovoltaic Systems. *Energies*, 17(5), 1124.
- UNIDO. (2023). *Empowering digital transformation in small enterprises through national policies: An international benchmarking*. United Nations Industrial Development Organization.
- Yilmaz, M. K. (2023). Aligning Digitalization and Sustainability: Opportunities and Challenges for Corporate Success and the Achievement of Sustainable Development Goals. En Vardarlier, P. (Ed.), *Multidimensional and Strategic Outlook in Digital Business Transformation. Contributions to Management Science* (pp.27-28). Springer.
- Zlokazov, V. B. (2014). Confidence interval optimization for testing hypotheses under data with low statistics. *Computer Physics Communications*, 185(3), 933-938.

Transdigital[®]

revista científica

La revista científica *Transdigital* está indizada en varias bases de datos científicas y evalúa los textos con el sistema de pares de doble ciego. Se admiten Artículos de investigación y Ensayos científicos. Opera con el modelo de *publicación continua*; se reciben textos todo el año. Consulta los costos de publicación y los lineamientos editoriales en la página oficial. Preferentemente, hasta tres autores(as) por texto y máximo 6 mil palabras. Pueden publicarse más autores y otras extensiones con un ajuste al precio.

www.revista-transdigital.org

Transdigital[®]

editorial

La Editorial *Transdigital* publica libros de carácter científico y académico. Se pueden publicar tesis de posgrado, una vez que han sido sometidas al sistema de evaluación de pares de doble ciego. Los libros cuentan con ISBN, DOI y código de barras y también se distribuyen en *Google Books*, *Amazon Kindle*, *Google Play*, *Scribd* y *iBooks de Apple*. La editorial es una iniciativa de la Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales y está inscrita en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías con el folio RENIECYT 2400068.

www.editorial-transdigital.org

Transdigital[®]

congreso virtual

El *Congreso Virtual Transdigital* se realiza anualmente de manera totalmente virtual. Las ponencias se publican como capítulo de libro científico con ISBN, DOI y código de barras. Se admiten Artículos de investigación y Ensayos científicos con un máximo de tres autores(as) y 4 mil palabras. Pueden publicarse más autores y otras extensiones con un ajuste al precio. Es una iniciativa de la Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales, inscrita en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías con el folio RENIECYT 2400068.

www.congreso-transdigital.org

