



UNIVERSIDAD LA SALLE

FACULTAD DE NEGOCIOS

Con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la Secretaría de Educación Pública según acuerdo número 2005086 de fecha 7 de abril de 2000

TESIS

“La transformación digital en la productividad de las PyMEs en la Ciudad de México”

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN ADMINISTRACIÓN

PRESENTA:

Mtro. Juan Martínez Ramírez

Asesor(es):

Dr. Martin Flégl

Dra. María del Carmen Lozano Arizmendi

Ciudad de México a 4 de mayo del 2023

Ciudad de México a 27 de junio de 2023

ESP. GABRIEL NUÑEZ GONZÁLEZ
DIRECTOR DE GESTIÓN ESCOLAR
UNIVERSIDAD LA SALLE
P R E S E N T E

Le informo que el (la) C.

JUAN MARTÍNEZ RAMÍREZ

Egresada(o) de la Facultad de Negocios

de la **UNIVERSIDAD LA SALLE**, del Doctorado en:

ADMINISTRACIÓN

Con reconocimiento de validez oficial de estudios de la Secretaría de Educación Pública según acuerdo número 2005086 de fecha 7 de abril de 2000.

Ha elaborado la tesis titulada: "La transformación digital en la productividad de las PyMEs en la Ciudad de México."

De conformidad con la modalidad para la obtención de grado aprobada para este Doctorado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento General de las Universidades La Salle Integrantes del Sistema Educativo de las Universidades la Salle.

Cumplió con todos los requisitos y el trabajo que fue elaborado bajo la conducción del Dr. Martin Flégl quien fungió como asesor tiene la calidad suficiente para ser la base de sustentación de su Examen de Grado por lo que se le autoriza presentarlo.


Mtro. Markel Israel Lehman Elizondo
Director Facultad de Negocios

Dedicatoria

En este momento, Dios, me dirijo a Ti con un corazón lleno de gratitud para expresar mi profundo agradecimiento por haberme dado la fuerza y la perseverancia para completar este reto profesional. Tu presencia constante y tu guía han sido fundamentales en cada etapa de este desafiante viaje.

Agradezco a mis padres, Ruth y Juan, por haberme enseñado todos los días la importancia de la dedicación y esfuerzo. Su apoyo inquebrantable y compromiso con mi éxito han sido una fuente constante de inspiración. Gracias por ser fuente de fortaleza y motivación para superar obstáculos.

Finalmente quiero expresar mi más sincero reconocimiento al Dr. Martin Flegl y la Dra. María del Carmen Lozano por su respaldo y orientación durante todo este proyecto de investigación. Sus aportaciones han enriquecido mi trabajo y ampliado mi perspectiva.

Índice

1	Introducción	11
1.1	Problema de investigación	16
1.2	Objetivos y preguntas de investigación	25
1.3	Justificación	25
1.4	La aportación de la investigación	28
2	Marco teórico y Estado del arte	31
2.1	Marco teórico	32
2.1.1	Productividad	32
2.1.2	Innovación	37
2.1.3	Transformación digital	40
2.1.4	Computación en la nube	46
2.1.5	Big Data	49
2.1.6	Inteligencia artificial	52
2.1.7	Cultura y capacitación digital	55
2.2	Variables e hipótesis de investigación	58
2.3	Estado del Arte	58
3	Diseño de la investigación	62
3.1	Población y muestra	63
3.2	Construcción de instrumento	66
3.3	Análisis Envolvente de Datos (DEA)	71
3.3.1	Modelo CCR – Rendimientos constantes en escala	72
3.3.2	Modelo CCR orientado a la entrada (CCR-I)	73
3.3.3	Modelo CCR orientado a la salida (CCR-O)	74
3.3.4	Proceso en dos-etapas	76
4	Resultados	81
4.1	Estructura de dos-etapas	82
4.2	Fase 1 – Relación de la inversión en IT con los resultados de los Ingresos Anuales y Ventas en Línea	84

4.3	Fase 2 – Relación de los ingresos y ventas en línea con el aumento de la productividad.....	95
5	Discusión	103
5.1	Método de Activación.....	114
6	Conclusiones	119
7	Referencias	125
	Apéndice	140

Lista de tablas

Tabla 1 Beneficios de un negocio digital	14
Tabla 2 El tamaño de las empresas en México.....	33
Tabla 3 Ecosistema de tecnologías de computación en la nube.	48
Tabla 4 Formas de operación de AI.....	53
Tabla 5 Habilidades relacionadas con la transformación digital.	55
Tabla 6 Valores de la Escala Likert.....	70
Tabla 7 Estadística descriptiva de la muestra por sector del modelo DEA Fase.....	85
Tabla 8 Estimación de datos en la Fase 1 de la metodología	87
Tabla 9 Estadística descriptiva de la muestra por sector por cada fase del modelo DEA....	96
Tabla 10 Estimación de datos en la Fase 2 de la metodología DEA	97
Tabla 11 Revisión de la literatura de la aplicación de DEA.....	141
Tabla 12 Listado de ítems del cuestionario de DMU's	143

Lista de figuras

Figura 1 Relación del negocio y clientes desde el paradigma de la transformación digital.	15
Figura 2 Ultimas proyecciones para América Latina 2019 - 2022.....	18
Figura 3 Aproximación del PIB en México 2015-2020 tercer trimestre.....	19
Figura 4 PIB por hora trabajada como medida de la productividad laboral.....	20
Figura 5 Número de horas laboradas por año en México 2015-2019	21
Figura 6 Las PyMEs en América Latina y su productividad interna relativa.....	23
Figura 7 Justificación de la investigación.....	29
Figura 8 Modelo de las relaciones entre Productividad y Transformación Digital.....	31
Figura 9 Proceso de la cultura organizativa y su evolución dentro de la productividad	32
Figura 10 Evolución de la productividad de 1990 a 2014.....	34
Figura 11 Componentes clave que integran la transformación digital	41
Figura 12 Factores que componen la transformación digital	42
Figura 13 Transformación digital como teoría del crecimiento endógeno.....	43
Figura 14 Curva post guerra hacia una Curva S – Un mundo mejor.....	44
Figura 15 Computación en la Nube – Integración en el mundo virtual	46
Figura 16 Computación en la Nube – Modelos de Prestación de Servicios.....	47
Figura 17 ¿Cómo las grandes empresas navegan la transformación digital?	54
Figura 18 Valores Culturales de la Transformación Digital	57
Figura 19 Diseño muestral.....	64
Figura 20 Proceso de dos etapas con entradas X, salidas Y y productos intermedios Z.....	77
Figura 21 Proceso de producción	80
Figura 22 Análisis Envolvente de Datos (entradas – salidas)	81
Figura 23 Método DEA. Entradas y Salidas.	83
Figura 24 Incremento de la productividad vs rendimiento durante la Fase 1.....	88
Figura 25 Incremento de la productividad vs presupuesto en TI durante la Fase 1	91
Figura 26 Incremento de la productividad vs personal en TI durante la Fase 1.....	94
Figura 27 Incremento de la productividad vs rendimiento durante la Fase 2.....	99
Figura 28 Incremento de la productividad vs presupuesto en TI durante la Fase 2	100
Figura 29 Incremento de la productividad vs personal en TI durante la Fase 2.....	102
Figura 30 Variación de la eficiencia de cada PyMEs en la Fase 1 y Fase 2.....	105

Figura 31 Incremento de la productividad de las PyMEs en base a su existencia en el mercado	107
Figura 32 Modelo de investigación: El modelo de productividad de TI	108
Figura 33 Modelo de investigación: Método de recopilación de datos (variables DEA)...	109
Figura 34 Modelo de investigación: Midiendo la eficiencia de la convergencia.	110
Figura 35 Usuarios de internet y suscriptores de Facebook	111
Figura 36 La evolución del PIB en México.....	113
Figura 37 Método de activación de la TD para PyMEs de México	115
Figura 38 Jornada Laboral de los Países OCDE.	140

Tabla de acrónimos y abreviaturas

AECOC	Asociación de Fabricantes y Distribuidores
AHP	Analytic Hierarchy Process
AI	Artificial Intelligence
ALC	América Latina
ARPANET	Advance Research Projects Agency Network
ATG	Art Technology Group
BA&AI	Analítica empresarial y la inteligencia artificial
BBDD	Bases de datos o banco de datos
BCC	Banker, Charnes & Cooper
BD	Base de datos
BI	Business Intelligence
BPM	Business Process Management
BW	Business Wharehouse
CAF	Corporación Andina de Fomento
CCR	Technique Charnes, Cooper & Rhodes
CCR-I	Technique Charnes, Cooper & Rhodes - Input
CCR-O	Technique Charnes, Cooper & Rhodes - Output
CISR	Center for Information Systems Research (MIT)
CGMA	Chartered Global Management Accountant
CSP	Cloud Service Provider
CRM	Customer Relationship Management
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
COVID-19	Enfermedad respiratoria causada por el SARS-CoV-2
CPD	Centro de Procesamiento de Datos
DAFO	Debilidades, Fortalezas, Amenazas y Oportunidades
DaaS	Datos como Servicio
DEA	Data Envelopment Analysis
DEVOPS	Development Operations
DMU	Data Managment Unit
EBITDA	Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization
ETI	Empleados de TI
ENAPROCE	Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas
EPM	Enterprise Project Management
ERP	Enterprise Resource Planning
ETO	Engineer-to-Order
FMI	Fondo Monetario Internacional
FPP	Frontera de Posibilidades de Producción
FTSE	Financial Times Stock Exchange

GPT	General Purpose Technology
IaaS	Infraestructura como Servicio
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IPL	Índice de Productividad Laboral
IoT	Internet de las cosas
I+D	Investigación y desarrollo
I&O	Infraestructura y operaciones
IS	Industry Solution
KPI	Key Performance Indicator
ML	Machine Learning
MIT	Instituto Tecnológico de Massachusetts
NIST	National Institute of Standards and Technology
NLP	Procesamiento del Lenguaje Natural
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODS	Objetivo de Desarrollo Sostenible
OLAP	On-Line Analytical Processing
ORC	Optical Character Recognition
PaaS	Plataforma como servicio
PDF	Portable Document Format
PIB	Producto Interno Bruto
PTF	Productividad Total de los Factores
PyMEs	Pequeña y Mediana Empresas
RPA	Automatización de Procesos Robóticos
RRHH	Recursos humanos
SaaS	Software como servicio
SARS-CoV-2	Severe Acute Respiratory Syndrome CoronaVirus 2
ES	Efficiency Scale
TCAC	Tasa de Crecimiento Anual Compuesto
TD	Transformación Digital
TIC	Tecnología de la Información y Comunicación
T-MEC	Mexico-United States-Canada Treaty
WEF	World Economic Forum

1 Introducción

La crisis que enfrentó el mundo en el 2020, impactó de múltiples formas la vida que se conocía hasta entonces. No sólo el ámbito de salud fue afectado, las economías de todas las naciones se notaron perjudicadas y, en el caso de México las restricciones que el gobierno estableció afectaron la manera de operar de las empresas, especialmente la forma de entregar sus bienes y servicios a sus clientes.

Además, la pandemia ha agilizado la reconversión digital en el mundo, esto ha promovido adecuar cada modelo de negocio de todos los sectores que integran las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs). Nada volverá a ser igual, los clientes han cambiado su modelo del cómo adquirir sus bienes y servicios, por esta razón es momento crucial de replantear una diversificación en las operaciones de las PyMEs en su negocio.

Las restricciones de COVID-19 son más severas para las PyMEs que para las corporaciones más grandes y multinacionales, al carecer de una estrategia digital que fortalezca sus relaciones con los clientes. Los desastres ambientales como terremotos, inundaciones, enfermedades pandémicas y otros problemas tienen una influencia negativa en la actividad empresarial y la supervivencia (Asgary et al., 2020; Eggers, 2020). La eclosión de la enfermedad por COVID-19 ha tenido una conmoción significativa en la economía nacional y mundial (Bartik et al., 2020; Shafi et al., 2020).

En la opinión de Modgil et al. (2022), para sobrevivir al COVID-19, muchas empresas han alterado la manera de como atender a sus clientes por medio de soluciones digitales. Como resultado de la ola digital en expansión durante el COVID-19, se han generado varias oportunidades para que nuevas empresas ingresen al mercado.

Incluso entre las empresas establecidas, aquellas que invirtieron en operaciones digitales antes del COVID-19 superaron sus ingresos a las que no lo hicieron (Volberda et al., 2021; Zahra, 2021).

La actividad económica, así como la empleabilidad, está intrínsecamente vinculada a las PyMEs mexicanas. (Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas [ENAPROCE], (2018). Como afirma el Banco Mundial (2016), en México, el 72 % de los empleos son contribuidos por las PyMEs, las cuales tienen la ocasión y necesidad de cambiar la forma de operar sus procesos para afianzar su futuro.

Las PyMEs equivalen a la mayor cantidad de los comercios vigentes en los países de ingresos bajos (suprimiendo a los trabajadores por cuenta propia y microempresas).

Respecto de lo anterior, Chiatchoua et al. (2020) afirmaron que el impacto económico mundial del coronavirus COVID-19 como pandemia ha comenzado y México no es inmune a este panorama sombrío. Para mitigar los efectos de esta crisis, se deben proponer soluciones. Este trabajo de investigación propone una solución como herramienta a las PyMEs, que les permitan incrementar su productividad.

Por otro lado, Di Vece (2021) describe que no solo la demanda del mercado es cubierta por las estrategias de digitalización de las empresas, sino ahora garantizan su permanencia. La digitalización aporta mayor aumento de la productividad y ventas dentro de las PyMEs, considerando que operan en medio de un mercado global que cada día es más competitivo.

De conformidad con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020a), a nivel mundial, las PyMEs representan el 99.8 %, las cuales aportan el 42 % del Producto Interno Bruto (PIB) y generan el 78 % del empleo en el país. En México emergen 4.2 millones de unidades económicas. Una de las posibilidades para intensificar la productividad de las PyMEs, es ajustar la estrategia de negocio fortaleciendo y planeando el uso de la Transformación Digital (TD). Es primordial tener en cuenta que el concepto de TD fortalece el servicio al cliente y la composición de los productos tradicionales. La pandemia de coronavirus está acelerando los grandes cambios en el comercio minorista que ya estaban en marcha, impulsando a los consumidores hacia un futuro digital.

Según, Hurtado (2020), la pandemia de COVID-19 expuso que la TD puede mejorar los procesos de las empresas, así como ha impactado en un cambio social y económico una vez vencida la crisis.

Escobar (2020) propuso que la pandemia ha evidenciado a las organizaciones que incluyeron una estrategia de innovación digital como su mecanismo de hacer negocios y como sustento de sus políticas de dirección de talento, han logrado encarar con mayor capacidad la crisis permitiéndoles mantenerse en su mercado.

En la opinión de Schuda (2016), el progreso económico de los países industrializados y en desarrollo, como el caso de México está influenciado en gran medida por las empresas PyMEs. Cada vez que una empresa incorpora la TD en su planeación estratégica está impulsando nuevas tecnologías, así como nuevas formas de ser más eficientes en su lógica

de procesos permitiendo subsistir y pensar en nuevas oportunidades de crecimiento y sustentabilidad. Un enfoque sustancial que deben considerar los países en desarrollo es el incremento de conocimiento en capacidades digitales en las PyMEs.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2016), informó que se debe reflexionar que el tamaño y la incumbencia del mercado, han jugado hasta ahora un plan decisivo en la determinación del liderazgo mundial.

Las PyMEs deben asimilar el acceso a la capacitación, financiamiento, conectividad y reducción de tiempos en trámites debido al incremento del uso de TD dando como resultado un aumento en eficiencia y productividad (Corporación Andina de Fomento [CAF], 2020).

Teniendo en cuenta a Schwab (2016), actualmente la humanidad se encuentra en la punta de una perturbación tecnológica que cambiará la forma de vivir, trabajar y relacionarse entre cada ser humano que lo habita. En este nivel de grado, trascendencia y disyuntiva la TD será muy particular a lo que la humanidad ha probado en su pasado.

De acuerdo con un estudio de la ENAPROCE (2018) las micro, pequeñas y medianas empresas en México equivalen a un total de 4.1 millones, consolidando su amplitud y la mayor parte de la actividad económica y la relación predominante del empleo con ellas. Como lo señala Darwin (1859), el más resistente de las especies no es el que perdura, ni el más lúcido, sino el que más se amolda al cambio.

El cambio a nuevos modelos de negocio de las organizaciones ha sido forzado por la pandemia, incluyendo trabajos de la fuerza laboral administradas en equipo, agilizando el emprendimiento de los negocios digitales a costas de los medios físicos habituales y a una mundología digital que promueva el involucramiento de los clientes.

Mientras que, como delimitan Blanco-Ariza et al. (2020), las PyMEs tienen poca adquisición de capital, alta diseminación y es difícil acceder a los canales de comercialización, la función de las PyMEs es importante por diversas razones, entre ellas el alto porcentaje de la economía que representan.

Teniendo en cuenta a Higgins et al. (2020), la falta de conocimiento y preparación digital de muchas organizaciones han obstaculizado la adecuación a las nuevas circunstancias de la operación del mercado.

En la Tabla 1 se presentan algunas ventajas que el negocio digital aporta a las organizaciones que lo han adoptado, como lo son la interacción con los clientes y su relación pragmática con

la productividad, eficiencia en procesos de entrega de productos y servicios integrando una disminución de la complejidad inherente en sus operaciones.

Tabla 1

Beneficios de un negocio digital

Negocio digital	Aumentar la productividad
	Simplificación de procesos
	Dominar la creciente complejidad de las operaciones
	Renovar la destreza del cliente

Nota: Con base en Berkeley (2020); Di Vece (2021).

Por su parte, Schwertner (2017), el tiempo ejerce una labor importante en el cambio de las empresas PyMEs, ya que puede afectar su existencia. La TD se convierte en la necesidad de aplicar la tecnología actual en la creación de recientes esquemas de comercio, software, y sistemas que conviertan a las ganancias más remunerables, incrementando una mayor eficiencia y ventaja competitiva. El ajuste en procesos y modelos comerciales hacen que la empresa más rentable, incrementando la eficiencia e innovación de la energía laboral y particularizando la experiencia de los clientes y pobladores de una nación.

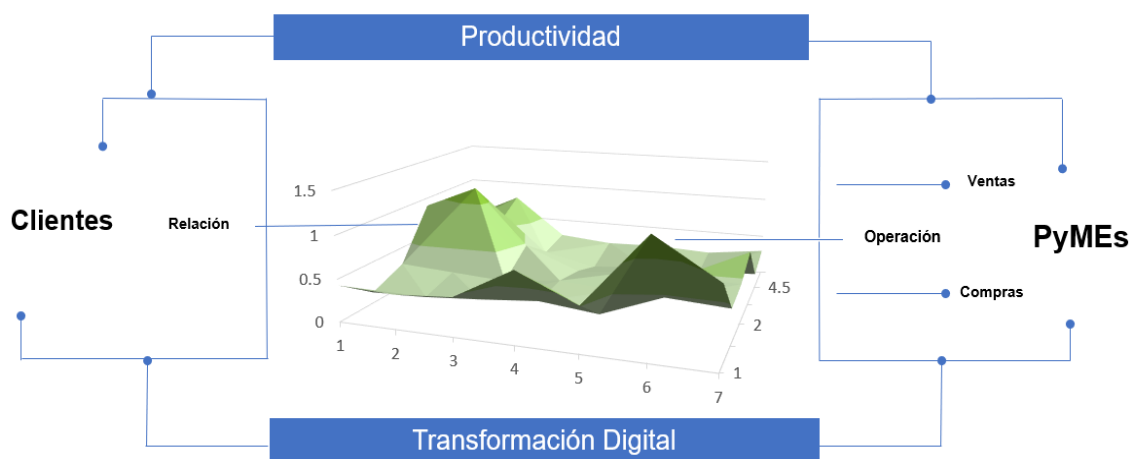
Diversos autores reconocen el pensamiento de TD por medio de tres áreas de alteración primordiales: conducta de los clientes, procesos del negocio y tipos de negocio (Ismail, 2017; Schwertner, 2017).

En la Figura 1 se exhibe la relación del cliente y las PyMEs basado en el paradigma de la TD coadyuvando en la operación y productividad. Esta investigación aporta una manera disyuntiva como las PyMEs pueden innovar sus operaciones con la ayuda de la digitalización al prestar sus servicios cómo el cliente actual lo requiere, así como planear su crecimiento en un mundo cada día más global considerando resiliencias constantes.

Di Vece (2021) afirmó que desde hace mucho tiempo se había informado la importancia de la TD en las organizaciones, pero debido a los cambios y problemas mundiales ha venido a apresurar esta metamorfosis en la automatización de sus procesos. Cada cambio es bueno, esta adaptación fue la solución de algunas PyMEs a la inaplazable crisis económica.

Figura 1

Relación del negocio y clientes desde el paradigma de la transformación digital



Nota: Gráfica elaborada con datos de CEPAL (2021); Di Vece (2021); (Higgins et al., 2020);

Posteriormente, Shafi et al. (2020) destacaron que las PyMEs se han visto gravemente perjudicadas a modo de efecto de la epidemia de COVID-19 y las condiciones de cierre de empresas. Además, las empresas con muy pocas reservas financieras son más susceptibles, siendo posible que no sobrevivan a la pandemia de COVID-19. Como resultado, es fundamental abordar no solo el problema reciente, sino también las consecuencias futuras del COVID-19 o los confinamientos. Las PyMEs de México, han tenido la necesidad de acoplarse a las a la pandemia de COVID-19, lo cual ha ocasionado una condición para fortalecer la pervivencia en uno de los aspectos más difíciles que el planeta ha residido en años recientes.

A tenor de una exhaustiva investigación realizada por el Banco Mundial (2020), los encargados de representar políticas deben adoptar medidas sostenibles para apoyar el aumento de la productividad, fuerza que ha ayudado a millones de residentes de países en desarrollo a salir de la pobreza, para superar los graves problemas que existen en esta región como resultado de las turbaciones económicas provocadas por la pandemia de COVID-19. El 60 % de las PyMEs han sido afectadas por causa de la pandemia del COVID-19, de acuerdo con una consulta a 121 territorios realizada por el Centro de Comercio Internacional (ITC, 2021). Se calcula una quiebra de 2.7 millones de empresas en América Latina siendo la superioridad las empresas PyMEs causada por la pandemia del SARS-CoV-2.

En palabras de Ahumada et al. (2016), las empresas deben mejorar sus procesos de producción para lograr competitividad, mejorando las circunstancias en las que funciona el proceso de fabricación interna.

Por su parte la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2016), afirma que la dilación en la adopción de PyMEs se debe primordialmente por la falta de capacidades críticas, como recursos de gestión y experiencia, así como a la falta de inversión en actividades complementarias. Además, las PyMEs enfrentan desafíos en la coordinación relacionados con los riesgos de seguridad digital y privacidad de la información, principalmente porque carecen de la conciencia, los recursos y la experiencia necesarios para evaluar y gestionar el riesgo de manera efectiva.

Al final, la dilatada adopción de la tecnología digital puede ser un reflejo de menores incentivos para algunas PyMEs, lo que las separa de las grandes corporaciones, al no obtener los mismos beneficios de la digitalización de sus procesos de fabricación. La TD de los negocios es un proceso de descubrimiento con nuevas tecnologías y modelos de negocio, en el que algunos prosperan y florecen mientras que otros fracasan y cierran (Pilat & Criscuolo, 2018).

De modo que, México debe considerar la TD como una alternativa de incremento en la productividad de las PyMEs, siendo esta una estrategia fundamental en el crecimiento y sustento en un mundo cada día más globalizado. Por esta razón, la presente investigación tiene el objetivo de evaluar el impacto de la TD en la productividad por medio de una muestra de PyMEs ubicadas en la Ciudad de México, donde se obtengan datos reales que permitan proponer mejoras en los procesos de la actual gestión empresarial.

1.1 Problema de investigación

Como lo hace notar Banco de México (BANXICO, 2020), el mundo y México han recibido por la pandemia del COVID-19 un alto costo humano y daños económicos, al detener todas aquellas actividades consideradas como no esenciales.

Y es que, de acuerdo con Iacovone et al. (2021), la productividad de México no ha aumentado en las últimas tres décadas al mismo ritmo que otros países latinoamericanos. En dólares constantes calculados con la paridad del poder adquisitivo, el PIB de los trabajadores aumentó 0,1 por ciento anual entre 1991 y 2020.

En diferentes periodos de las últimas tres décadas, los cálculos de incremento del promedio de la Productividad Total de los Factores (PTF) en México, se ha presentado de forma negativa con un breve crecimiento después del año 1995 (Blecker, 2016; Padilla-Pérez & Villareal, 2015).

Desde la postura de Forbes (2020), la tecnología ha sido un personaje inapelable y un socio de gran valor al integrar una estrategia y una relación con los nuevos prototipos de la innovación.

Sobre la base de Di Vece (2021), la ventana de oportunidades ha nacido con la crisis para las empresas que iniciaron el reto de transformarse y cambiar los procesos de operación, generando la aptitud de posicionarse como organizaciones líderes en su mercado.

La OCDE (2019a), manifestó que en los primeros dos años de vida de una empresa PyMEs fracasaran el 75 %. El 97 % de las organizaciones en México son parte del grupo de las PyMEs. El grupo de las PyMEs es el más susceptible ya que la historia y las estadísticas exponen que solo el 10 % de las empresas seguirá operando al paso del tiempo.

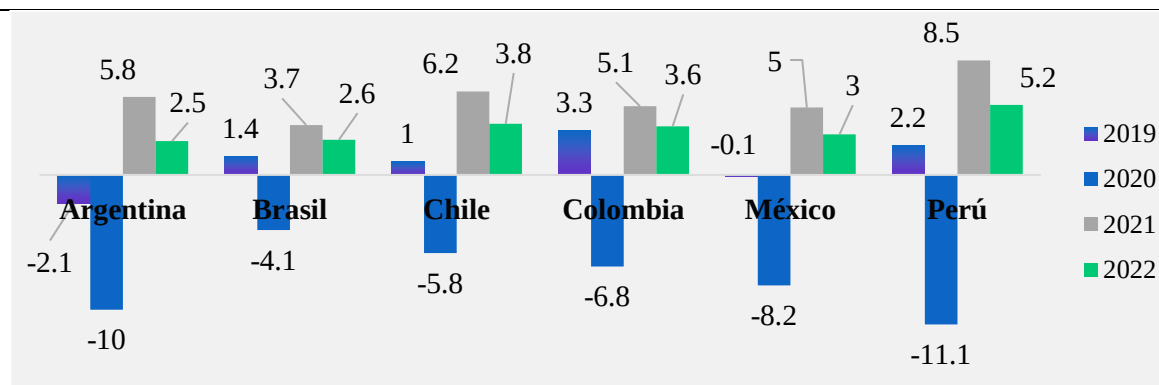
Posteriormente, el INEGI (2020b) destacó que en México las PyMEs representan un 4.1 millones que contribuyen al 52 % del PIB, la abertura de la tecnología se ha convertido en pérdidas de competencia cruciales, reduciendo la relación con los clientes y los resultados de ventas. Las tecnologías disruptivas dotan de una oportunidad mayor en tiempos no esperados en el mundo actual de acuerdo con el 86 % de las empresas en México, la estrategia de nuevas operaciones solo está siendo considerada por el 47 %. La estrategia específica de tecnologías de la información solo está considerada en un 68 % de las empresas mexicanas. Un nivel alto de integración digital alcanzado por la TD solo representa el 6 % de las empresas (KPMG, 2020).

En palabras de Macias (2021), actualmente es relevante e indispensable impulsar la digitalización de las PyMEs en México. La nueva estrategia del tratado con Canadá y Estados Unidos(T-MEC) incrementa el progreso; como ejemplo de este aumento en el crecimiento de las organizaciones involucradas se debe gracias al uso del comercio electrónico.

La Figura 2 expone como el PIB en México, no ha aumentado en los años recientes de la misma manera que otras naciones de América Latina. Basado en una interpretación neoclásica de la cuantificación de la productividad total de los factores, posibilita la retención de la alteración tecnológica y la eficiencia de la producción (OCDE, 2015a).

Figura 2

Últimas proyecciones para América Latina 2019-2022 (crecimiento del PIB real; porcentaje)



Nota: Gráfica elaborada con datos de FMI (2021).

A nivel mundial el nuevo núcleo de la pandemia de COVID-19 se localiza en América Latina y el Caribe. Los impactos por el nacimiento del virus en México se han reforzado por el vaivén de los mercados financieros internacionales, dada la disminución del precio de los barriles de petróleo, el desorden en los emisores mundiales de valor y el menoscabo de la credibilidad de las empresas, como lo demuestra la disminución consignada por la inversión antes de la pandemia. Se espera que el PIB real disminuya en el año 2020 al 10.5 % y que en el año 2021 solo crezca en cierta medida el producto perdido (Fondo Monetario Internacional [FMI], 2020).

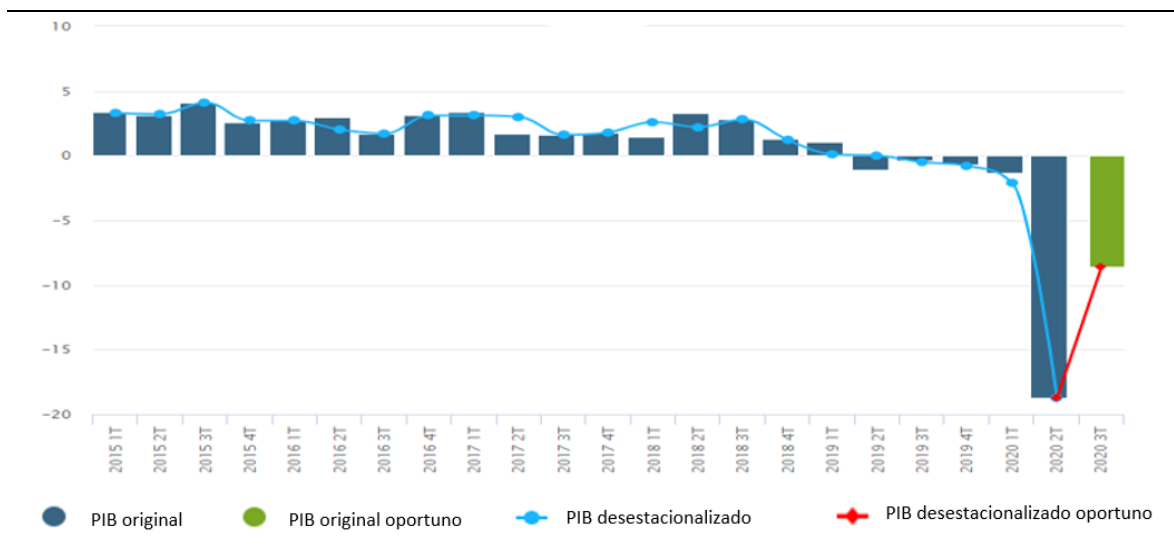
Teniendo en cuenta a Fay et al. (2012), el síndrome crónico del crecimiento lento se presenta en la economía de América Latina. En singular varias zonas en desarrollo en todo el mundo han logrado crecer de forma veloz a lo largo de décadas, disminuyendo sus brechas de ingreso per cápita en relación con las naciones desarrolladas. Muchas naciones latinoamericanas continúan disminuyendo su desarrollo económico desde hace algunas décadas.

Y es que, de acuerdo con la OCDE (2019b), algunas naciones de América Latina como Colombia, Costa Rica, México, Ecuador y Uruguay encabezan las estadísticas de más horas trabajadas siendo una demostración de su muy baja productividad en el tiempo.

En la Figura 3 se manifiesta como el PIB en México no ha crecido arriba del 5% del primer trimestre del año 2015-2019, así como su decrecimiento de manera constante a partir del segundo trimestre del 2019 al tercer trimestre del 2020.

Figura 3

Aproximación del PIB en México 2015-2020 tercer trimestre



Nota: Gráfica elaborada con datos de INEGI (2020b).

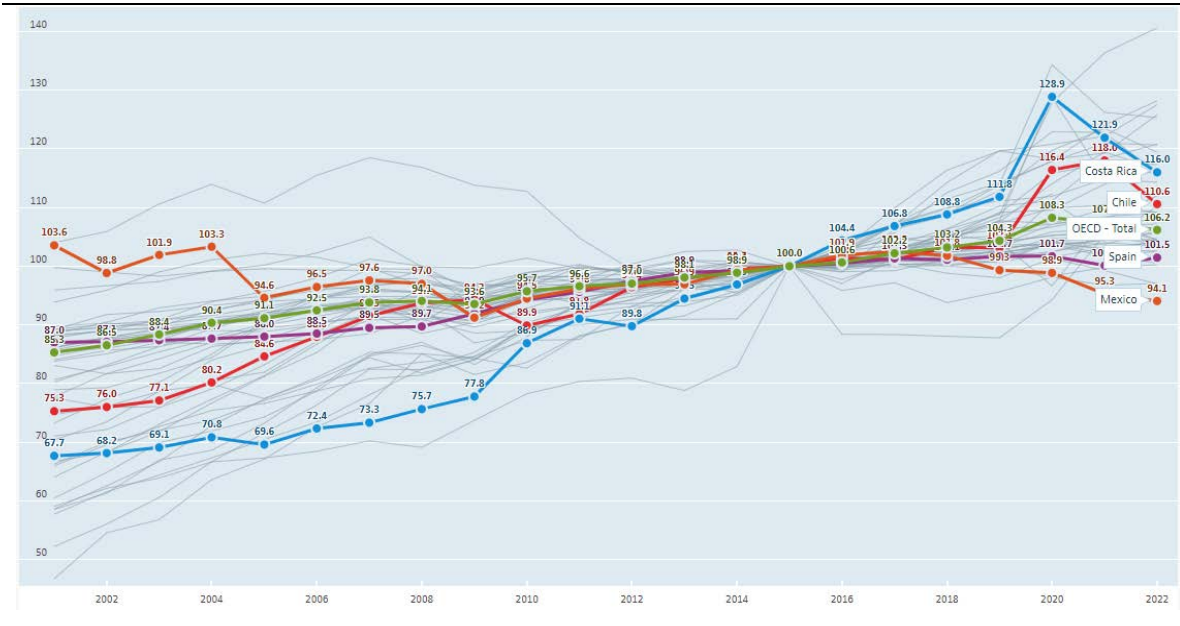
A juzgar por BANXICO (2018), un indicio de como la productividad laboral es utilizada para identificar, que tan eficiente es el capital humano de una empresa, con el objetivo de crear un número definido de bienes y/o servicios, a partir de un número restringido de medios disponibles. A grado macroeconómico la cuantificación de la productividad gremial refleja que tan productivos son los asalariados de un territorio, tomando en importancia la duración promedio de la jornada laboral. La metodología base para medirlo involucra dividir el Producto Interno Bruto entre la porción promedio de horas trabajadas en un año en México, dando como consecuencia el promedio del costo de bienes y servicios realizados, tomando en cuenta las aportaciones de trabajadores de medio tiempo y tiempo completo. Es importante considerar que el crecimiento de la productividad de un territorio también permite un incremento en el tiempo de descanso para cada trabajador.

De acuerdo con FMI (2017), el incremento mundial ha sido influenciado por el comercio: ha coadyuvado sin precedentes los niveles de vida y la productividad, reduciendo precios y arrancado de la pobreza a millones de personas.

CEPAL (2016), confirma que México durante el período de los años 2000-2014, presentó un incremento en promedio anual del 0.9 % en la productividad laboral mostrándose claramente más baja que un 2.1 % simbolizado por los Estados Unidos de América, lo que ha fomentado un agujero entre ambas economías.

Figura 4

PIB por hora trabajada como medida de la productividad laboral (2002-2022)



Nota: Gráfica elaborada con datos de OCDE (2022).

La Figura 4 representa un estudio de las naciones que integran la OCDE del período del 2002 al 2022, donde se puede identificar que México en el 2022 presenta el nivel mas bajo de PIB por hora trabajada de un grupo de naciones que pertenecen a la OCDE. Esta medición representa que tan eficientemente se utilizan los factores de producción con el trabajo aportado. Existe una dependencia del trabajo aportado y el producto con la utilización de otros insumos como: cambios técnicos, insumos intermedios, capital y de organización.

La Asociación Mexicana de Venta Online (AMVO, 2020), destacó que seis de cada diez PyMEs en México venden por medio de internet siendo las redes sociales, el arma principal de su publicidad de bienes y/o servicios.

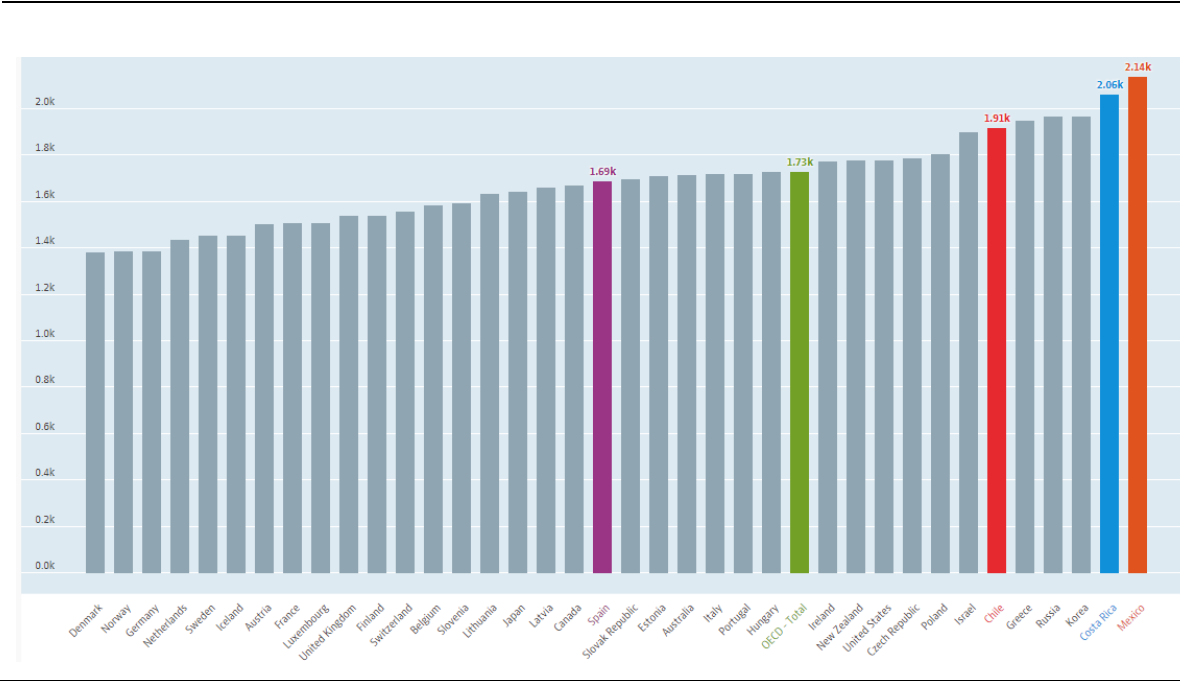
Peach (2017) reveló que incrementando la eficiencia de los recursos se maximiza la productividad, elevando la producción utilizando los mismos insumos, complementando la importancia del crecimiento de inversiones y capital humano.

Posteriormente, Schmidt (2023) argumentó que actualmente estamos viendo un cambio sísmico en la economía global. Ya no es aceptable que los dueños de negocios solo confíen en el efectivo de inversión; en cambio, deben crear modelos comerciales sostenibles que financien su expansión a través de las ventas y los clientes.

Por su parte, la OCDE (2018) destacó que los empleos han mostrado un crecimiento en las naciones que son parte de la organización, aunque la representación de trabajos muestra una clara reducción en la productividad y salarios parcialmente disminuidos.

Figura 5

Número de horas laboradas por año en México 2019



Nota: Gráfica elaborada con datos de OCDE (2019b).

La Figura 5 simboliza el promedio de horas trabajadas entre todos los miembros que pertenecen a la OCDE, lo que describe a México como el país con más horas laborales y más baja productividad a nivel mundial, en este caso con un promedio de 2,144 horas. La productividad, más que la propagación de la jornada debe valerse en el incremento de enseñanza de los trabajadores y al acondicionamiento técnico. La capacitación de los trabajadores ha demostrado ser un agente importante en el enfoque de la TD. A través del tiempo se reafirma que el exceso de horas laborables no representa un crecimiento de la productividad en las organizaciones del mundo incluyendo México.

Posteriormente, el INEGI (2020b), en México cada sector por actividad tiene diferente desempeño de acuerdo con los indicadores de la demografía económica. Para los servicios privados no financieros y sectores de comercio este pilar se atenúa más allá de seis de cada diez que acceden a la prontitud económica.

Según el World Economic Forum (2018), el nivel de productividad en un grupo de 140 países evaluados, México se posicionó en el lugar 46 en el año 2018, con un puntaje de 64.60 % (dentro de un rango de 0 a 100), mostrando un incremento de 0.46 puntos comparada con la evaluación ejercida en el 2017. Con base en este análisis, México incorpora este crecimiento debido a su fortaleza sustentada en el tamaño de mercado, siendo a nivel global una de las economías más grandes en términos de población, comercio y producción.

La Figura 6 pone al descubierto las diferencias sustanciales de la productividad entre las PyMEs de América Latina y la Unión Europea. La productividad representa un elemento clave en la progresión económica de México, la cual se obtiene de la integración del PIB, población ocupada y el número de horas laboradas. En conformidad con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020a), es importante aumentarla porque incita una actuación en sucesión a lo profundo de la empresa, que incluye una mejor aptitud de los productos, precios especiales, estabilización del empleo, duración de la organización, mayores beneficios y mayor prosperidad general.

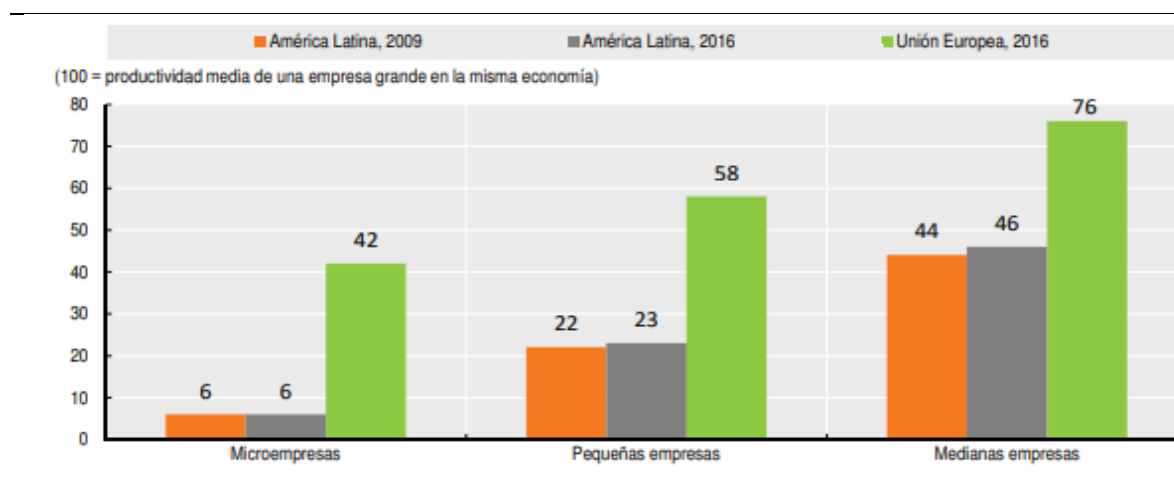
No obstante, Alvarado (2019) describe que el iniciar un enfoque de TD para la gran parte de las empresas en México, es una tarea sumamente difícil. La falta de comprensión de la tecnología genera retrasos en las implementaciones, junto con procesos desfasados a la realidad, aptitudes de sus colaboradores y la falta de una idónea visión sobre su futuro, así

como entender de qué manera las tecnologías emergentes contribuirán su acceso al mundo digital.

En palabras de Forbes (2020), en estos tiempos nace una gran oportunidad de prosperar a una velocidad exponencial para las PyMEs al aprovechar las tecnologías emergentes como base para ejecutar ajustes estratégicos de una manera ágil, al compararse con empresas grandes que no pueden aplicar cambios estratégicos sin la aprobación de la junta corporativa. La tecnología especializada se convierte en un sólido aliado para los nuevos retos de las PyMEs al sostener una estrategia más efectiva, controlando la información de mejor manera y desempeñando sus operaciones con mayor exactitud.

Figura 6

Las PyMEs en América Latina y su productividad interna relativa



Nota: Gráfica elaborada con datos de OCDE (2019c).

El Banco Mundial (2020), por su parte, afirma que las fallas significativas en las PyMEs en México se deben al menor crecimiento de la productividad. Menos del 20 % de la productividad promedio de las economías avanzadas, se componen de economías de mercado emergentes y en desarrollo, siendo que solo el 2 % se compone de países de bajos ingresos. Para abordar la dificultad económica provocada por la pandemia de COVID-19, es deber del gobierno proporcionar políticas que aumenten la productividad y, al mismo tiempo, ayuden a liberar de la penuria a millones de residentes de naciones en desarrollo.

Las PyMEs perciben que se requiere la TD para no desaparecer. No obstante, la falta de conocimiento de que estrategia emprender, deja en duda que resultados se pueden esperar con su implantación (Warner & Wäger, 2019; Santos Pereira et al., 2020).

En palabras de Buitrón (2020), la epidemia de COVID-19 ha agilizado las estrategias de la TD en todas las corporaciones de todos los tamaños y sectores. Los dueños de las empresas PyMEs en México, deben de cambiar su forma de operar del pasado eliminando el miedo a la falta de conocimiento, poniendo en marcha las oportunidades de transición para no desvanecer y perder la competitividad. Este contexto de objetivos y recursos necesarios debe ser resuelto por una estrategia sólida de TD. Después del segundo año de cada diez negocios solo sobrevivirán dos o tres. El potencial de crecimiento y permanencia en el futuro de las PyMEs se incrementa debido al aumento en la eficiencia de los procesos que posibilitan las plataformas tecnológicas y los portales de internet (León, 2010).

Los hallazgos de AMVO (2020), manifestaron que los datos muestran que solo el 3 % de las empresas usan la TD para vender o comprar, contra el 97 % que no lo utilizan lo que representa una falta de estrategia de asumir el cambio de operación a nivel nacional y/o mundial. Por medio del internet seis de cada diez empresas en México venden sus productos y/o servicios y dos de cada diez contabilizan aumentos del 300 % en el tamaño de negocios de ventas en línea.

En conclusión, existe una escasez de muchos años atrás en la productividad que generan las PyMEs en México, parte de una diversidad de soluciones está la relacionada en ser más eficientes en las operaciones considerando mejorar procesos internos, tiempo de respuesta a los clientes, reducir costos de operación al utilizar el internet para negociar compras dentro de la red de distribución mundial de insumos requeridos en los productos y/o servicios. La TD se encuentra en operación activa el día de hoy, por medio de la computación en la nube que abarca países a nivel global como lo son Alemania, Francia, Estados Unidos de América, China y Brasil.

1.2 Objetivos y preguntas de investigación

El objetivo general de la investigación es el de “Evaluar el impacto de la transformación digital sobre la productividad de las PyMEs en la Ciudad de México que permita proponer mejoras en los procesos de gestión empresarial”.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Valuar los efectos entre PyMEs que adoptaron el modelo de transformación digital y las que no lo adoptaron.
- Evaluar la incidencia que cada factor del modelo de transformación digital tiene sobre la productividad.
- Proponer un método de activación de la transformación digital para las PyMEs de México.

En el análisis de esta investigación científica se debe hacer la siguiente pregunta general: ¿En qué medida la transformación digital influye en la productividad de las PyMEs en la Ciudad de México? Así como profundizar en las siguientes preguntas específicas que puedan responder a las siguientes interrogantes:

1. ¿En qué grado influye el método de activación de la transformación digital en las PyMEs de la Ciudad México?
2. ¿En qué medida incide la transformación digital en las PyMEs de la Ciudad de México que la adoptaron y en las que no?
3. ¿Cómo la estrategia de innovación de tecnología influye en el crecimiento de la productividad?

1.3 Justificación

A principios del 2020, México inició a vivir una de sus coyunturas más complejas de su historia reciente. La pandemia de COVID-19 originó un increíble salto en la necesidad de implantar la TD. El mayor reto una vez aplicada la TD en la empresa, ha sido sostener la velocidad de las alteraciones relacionadas con la transformación iniciada y no detenerse.

Partiendo de esto, CAF (2020), destaco que los hábitos de consumo de la población cambiaron debido al aislamiento, abriendo nuevas oportunidades para las PyMEs como crear estrategias de nuevos modelos operacionales del negocio, habilitando mejores canales de

distribución de productos y servicios consiguiendo aumentar su productividad a través del uso de la tecnología. El tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC) se firmó el 30 de noviembre del 2018, el cual abrió una oportunidad valiosa para México, creando un territorio expedito de comercio más extenso del mundo, al ayudar a fomentar el crecimiento digital y fortificar la protección de los consumidores. La TD es la transformación de procesos de negocio, operaciones y mecanismos con la finalidad de explotar los atributos de las nuevas tecnologías de la información.

Por su parte, Sebastian et al. (2017) describieron que una gran variedad de empresas se esfuerza por cambiar digitalmente y adaptar sus operaciones para seguir siendo competitivas, ya que las nuevas tecnologías brindan posibilidades y desafíos a las empresas que establecieron su éxito antes de la era digital.

Posteriormente, Savić (2020) comparte que, durante muchos años los líderes de las empresas y los expertos en gestión, han debatido el tema de la TD y su importancia ha sido generalmente reconocida. La TD se debe al traslado habilitador por IT en las empresas por medio de la digitalización de servicios, procesos centrales, productos, modelos de negocio y puntos de interacción con los clientes (Hess et al., 2016; Fichman et al., 2014).

Según Chambers (2018), en el año 2030 morirán al menos el 40 % de todas las empresas, si no inician su adaptación a las nuevas tecnologías. Muchos expertos en el ámbito tecnológico comparan la automatización de los procesos con la revolución industrial, dando un enfoque en la incorporación de la TD, volviéndose imprescindible para la supervivencia de la empresa, más allá de verse como una estrategia de competitividad.

Por otro lado, World Economic Forum (2020), el negocio de la empresa requiere modificaciones debido al enfoque de la TD. Las economías que más han arriesgado por las nuevas tecnologías y la economía digital, son las que más han triunfado en el extremo de diez años, hasta el punto de que la inversión en digitalización, el aumento del PIB y la disminución del desempleo están directamente relacionados, según el *World Economic Forum*.

Mientras tanto Bai et al. (2021), compartieron que los gobiernos también están apoyando y promoviendo la innovación digital y el uso de nuevas tecnologías para beneficiar el medio ambiente y establecer nuevos ecosistemas. No obstante, FMI (2017) postuló que para plantear los factores que coadyuvan al menor crecimiento de la productividad, las autoridades tienen que dedicarse en consolidar la innovación y la educación, proporcionar reformas

estructurales y seguir utilizando las ventajas del comercio abierto, las migraciones y al mismo tiempo tomar políticas enfocadas en la inclusión.

Las PyMEs deben impulsar el consumo de la Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC), con el objetivo de adquirir el conocimiento necesario para proporcionar mejores servicios a sus clientes. En palabras de Hinings et al. (2018), el nacimiento de la TD se da a partir de las consecuencias combinadas de cambios sustanciales en las innovaciones digitales generados por nuevos participantes, configuraciones, experiencias, validaciones y suposiciones que trasladan, retan, sustituyen o perfeccionan las normas creadas en el interior de las organizaciones, sectores, industrias y ecosistemas.

Por su parte CEPAL (2021), señala que las PyMEs representan una función crucial en la amplificación del potencial de expansión de América Latina. La exportación de una parte de su producción de las PyMEs de latinoamericanas, equivale a solo un 10%. Estas empresas se distinguen por un alto grado de pluralidad en su acercamiento a mercados, capital humano y tecnologías, así como en sus conexiones dentro de otras empresas, todo lo cual afecta su productividad, capacidad exportadora y condicional de progresión.

A su vez, Banco Mundial (2016) afirmó que la intensiva aportación de las PyMEs, en la disminución de la pobreza, filtración del desempleo y la creación del poder se consideran el mayor motor económico de las naciones en desarrollo. El 50% de los trabajos formales en el mundo corresponden a las PyMEs. Macías (2021), afirma que las PyMEs, como grupos económicos más importantes de México tienen la oportunidad de impulsar y aumentar la TD en el territorio, para que logre en menor tiempo su recuperación. Hoy las PyMEs deben de aprovechar a su aliada la TD, dado que son el presente y futuro de su país. Un proceso evolutivo es la definición de algunos para explicar la TD (Morakanyane et al., 2017). Teniendo en cuenta a Goldfarb y Trefler (2018), los efectos externos del conocimiento han de convertirse de esencia global con plataformas abiertas y software gratuito que proporcione a la empresas y gobiernos entradas próximas al límite de la investigación.

La competitividad de México está en riesgo al no definir su crecimiento con la velocidad esperada o deseada, esto debido a que otros países han logrado crecer sus economías de manera exponencial, fomentando la generación de niveles de productividad, cambiando a poderosos competidores de cada uno de los fondos en juego a nivel mundial para las inversiones de capital. Hay una estrategia que México necesita implementar: acelerar la tasa

de crecimiento de las productividades promedio, con el objetivo de absorber más riqueza de inversión y crear un sistema integrado que promueva el nivel de vida de los ciudadanos y convierta la economía del país en un motor de crecimiento. que nunca se detiene. Para conseguir el aumento de la productividad, la velocidad volverá a ser fundamental (Accenture, 2015).

Torales (2020) menciona que la TD se conoce entre las empresas mexicanas, pero aún no cuentan con la sensibilización, conocimientos, habilidades y recursos necesarios para enfrentar la revolución 4.0.

A su vez, Wade y Shan, (2020) afirmaron que el 40 % de las empresas globales que existen desaparecerán o se transformarán a raíz de la irrupción digital. Hacia el futuro, un porcentaje muy significativo de los modelos de tecnología serán de suscripción, ya que da mayor accesibilidad y manejo más dinámico de la tecnología.

1.4 La aportación de la investigación

La investigación planteada contribuirá a incrementar el conocimiento del fenómeno de la productividad dentro de las PyMEs en México desde un enfoque de la TD. Esta contribución ayudara a que las empresas pequeñas y medianas, sean una raíz de crecimiento muy extenso en la economía mexicana.

Este conocimiento estará basado en la aportación de un método de activación de los factores más relevantes que integran la TD, que contribuyan directamente en la generación de una mayor productividad de las PyMEs de la Ciudad de México. No obstante, el método de activación tiene como principal objetivo, mostrar como formar una estrategia digital por medio de 4 fases y 9 pasos aplicados durante un tiempo de implantación. Este tiempo de implantación se debe ajustar a cada objetivo planteado dentro de las PyMEs.

Como lo hace notar Accenture (2015), la medida de eficiencia entendida como productividad de las PyMEs, promulga un nivel competitivo de una economía. Si un país busca incrementar el nivel de vida de sus ciudadanos, la ruta a seguir es aumentar el nivel de productividad media de su economía.

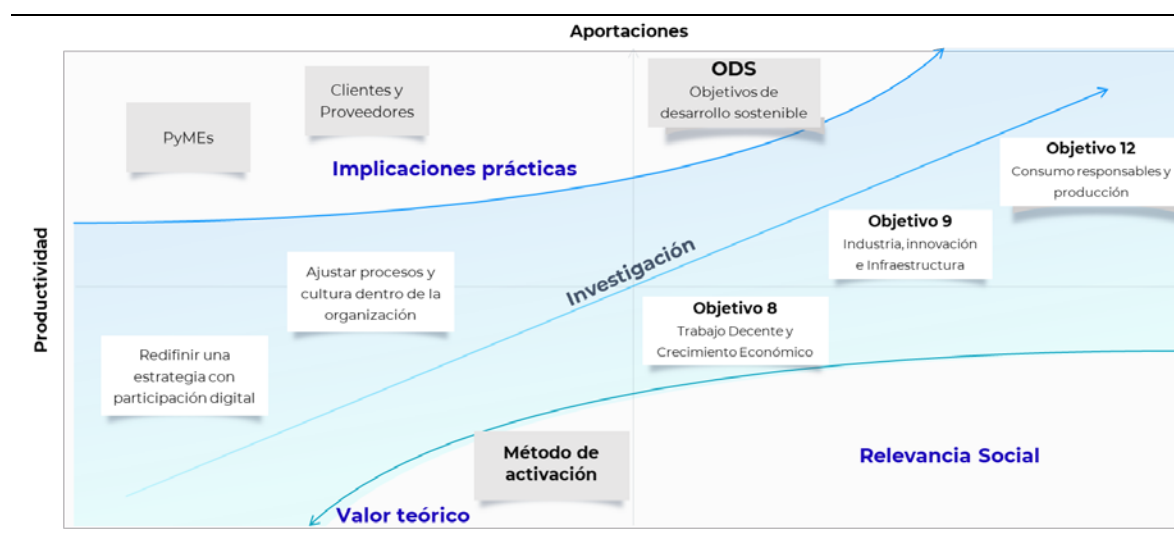
Más allá de calificar a la TD como un simple proyecto de implementación de tecnología, se debe considerar un cambio cultural y una reinención que afecta a los hábitos, los procesos, los comportamientos de las organizaciones y personas. Los nuevos tiempos nos presentan

retos de subsistencia, gracias a las tecnologías digitales se mejora la capacidad de hacer frente a ellos. Los clientes actuales están enfocándose en utilizar la información digital accediendo de manera rápida por medio de un dispositivo móvil para obtener referencias de otros clientes que han tenido experiencia con productos y/o servicios, comparar precios y beneficios antes de adquirirlos. Esta nueva forma de operar el mercado de clientes y proveedores debe ser integrada en la estrategia de cada PyME en la Ciudad de México.

La Figura 7 exhibe el modelo de justificación de la investigación basada en tres pilares como lo son el impacto social de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) considerando Crecimiento Económico y trabajo decente (Objetivo 8), Infraestructura, Innovación e Industria, (Objetivo 9), así como Consumo Responsables y Producción (Objetivo 12). Por otro lado, se hace énfasis de como la nueva modalidad de hacer negocios digitales en el mundo puede ser una opción real para incrementar la productividad.

Figura 7

Justificación de la investigación



Nota: Gráfica elaborada con datos de (Macias, 2021; Di Vece, 2021).

Los siguientes elementos componen el aporte de la investigación:

En la relevancia social al impulsar la participación de las PyMEs en estrategias digitales para beneficio de sus accionistas, *stakeholders*, empleados, proveedores y clientes. Fortalecer la globalización de las PyMEs de México a un mundo cada día más conectado. Obtener

beneficios reales al incorporarse a un comercio digital, aprovechando la relación empresarial del T-MEC de América del Norte. Contribuir en cierto grado en un impacto social de algunos objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Los principales ODS a los cuales puede contribuir el análisis de la investigación y el método de activación son los siguientes:

- a. *Trabajo Decente y Crecimiento Económico* (Objetivo 8). Fomentar el empleo justo y el trabajo decente para todos, así como el crecimiento económico inclusivo y sostenible.
- b. *Industria, Innovación e Infraestructura* (Objetivo 9). Formar infraestructuras robustas, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación.
- c. *Consumo Responsables y Producción* (Objetivo 12) Asegurar modos de consumo y producción sostenibles.

De modo que, el valor teórico es impulsado por el diseño de esta investigación al demostrar la hipótesis relacionada con el impacto de la relación de la TD con la productividad. Impulsando por medio de un método de activación, las fases y pasos sencillos que conviertan la teoría en realidad. Estos pasos tienen como finalidad optimizar los procesos internos para generar productos y/o servicios de las PyMEs hacia los clientes. Por ende, este beneficio de mantener la operación de una empresa, está relacionado con la sociedad al generar ganancias a los accionistas dando como resultado empleos mejor remunerados. Comparar empresas que han adoptado cada aspecto de la transformación digital frente a las que no lo han hecho.

Por último, recomendar a las empresas PyMEs como usar la tecnología para perdurar a largo plazo, usando herramientas activas como lo son la inteligencia artificial y la computación en la nube.

En consecuencia, las implicaciones prácticas muestran como las soluciones en la computación en la nube están abiertas a todas las compañías sin importar sus ingresos económicos; apoyando la innovación continua por medio de la digitalización; dejando la operación de tareas repetibles a la tecnología; adaptando la cultura de la organización en una capacitación continua para sus colaboradores, en búsqueda de ser más eficiente en sus procesos de operación. Al aplicar este conocimiento dentro de las PyMEs de la Ciudad de México, se puede esperar como resultado un aumento de productividad e integración a un mercado global más digitalizado.

2 Marco teórico y Estado del arte

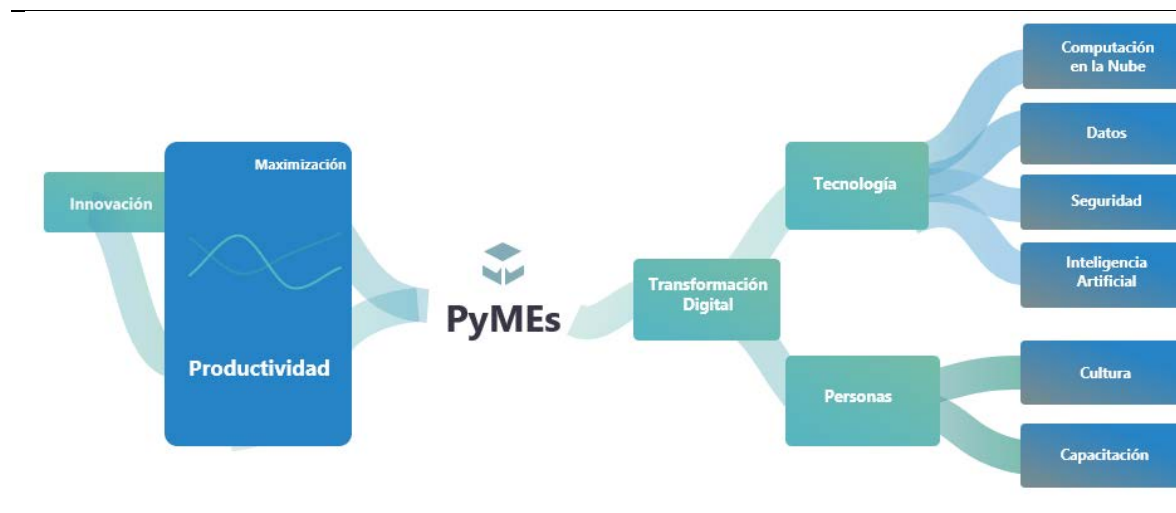
En este capítulo, se presenta inicialmente el marco teórico que amplía el modelo de referencia de las variables relacionadas con el tema de investigación. En su parte final, se aborda el estado del arte que incorpora estudios de diversos investigadores que han contribuido al objeto de estudio.

La Transformación Digital (TD) se visualiza como una estrategia que tiene como misión integrar a los colaboradores en la administración de tecnologías de la información, buscando como principal objetivo el optimizar los recursos que las PyMEs necesitan para generar una mayor productividad en sus operaciones. Los colaboradores de la empresa se forman por medio de la capacitación y la cultura digital dentro de las organizaciones a la pertenecen.

La Figura 8 exhibe un modelo con una perspectiva multiteórica, integrando diversas teorías de investigación que relacionan a la Productividad, la Innovación y la Transformación Digital de las PyMEs. Al final se busca una maximización de recursos para generar mayor eficiencia. Las dimensiones que conforman las TD son las siguientes: Tecnología de la Información y Personas. La TIC se conforma principalmente por los siguientes subdimensiones: Computación en la Nube, Datos, Seguridad, Inteligencia Artificial, Datos y Seguridad. Las dimensiones que conforman las TD son las siguientes: Tecnología de la Información y Personas. La TIC se conforma principalmente por los siguientes subdimensiones: Computación en la Nube, Datos y Seguridad.

Figura 8

Modelo de las relaciones entre Productividad y Transformación Digital



Nota: Gráfica elaborada con datos de (Díaz, 2020; Torales, 2020; Macías, 2021)

2.1 Marco teórico

2.1.1 Productividad

En la opinión de INEGI (2012), la riqueza de la sociedad está relacionada fundamentalmente con la productividad, además de los aumentos continuos del ingreso y comodidad de la población.

A juicio de Taylor (1911), es fundamental considerar la propuesta de un sistema administrativo con el fin de aumentar la escala de eficiencia de las organizaciones y productividad mediante el empleo de los siguientes principios: organización del trabajo científico, selección científica, formación de los trabajadores, cooperación ejecutiva y operativa y división del trabajo entre gerentes y operadores. Debido a que sienten que sus supervisores les están prestando más atención y que la gerencia se preocupa por su bienestar, los empleados se esfuerzan más.

Figura 9

Proceso de la cultura organizativa y su evolución dentro de la productividad



Nota: Gráfica elaborada con datos de (Solow, 1979; Schwab, 2016; Arévalo-Avecillas et al., 2018).

La Figura 9 ilustra cómo la productividad de las PyMEs se correlaciona con inversiones en educación, procesos más sistematizados e inversiones en tecnología. La producción está

determinada no solo por el trabajo y el capital, sino también por el material primario disponible en la economía.

Tabla 2

El tamaño de las empresas en México

Tamaño de la Empresa	Marco	Participación (%)
Grande	13,239	0.24
Pequeñas y Medianas	336,264	6.15
Micro	5,117,999	93.60
Total	5,467,502	100

Nota: Tabla con datos de DENU (2022).

La Tabla 2 exhibe las empresas clasificadas por tamaño de acuerdo a grande, pequeñas y medianas y micro ubicadas en México, así como su participación (%) dentro del mercado.

Por su parte Mayo (1930), presenta al ser humano como un ser social y la productividad no es cuestión de métodos, sino de espíritu colaborativo, atmósfera de confianza e interacción humana constructiva. El espíritu colaborativo puede ser impulsado al automatizar tareas repetibles por medio de la TD, ocasionando que los empleados disminuyen tiempo y gastos. Teniendo en cuenta a OCDE (2015b), la economía mundial reconoce a la productividad como el motor sustancial de los niveles de vida. Por esta razón, los países del futuro deben de generar estrategias para incrementar la productividad como un reto primordial de subsistencia. Como resultado, no es sorprendente que la reciente disminución de la productividad haya despertado una relevancia generalizada, con el argumento centrado en si la disminución de la productividad es temporal o un presagio de problemas a largo plazo.

Según Fayol (1949), el enfoque más productivo se genera, a través de una división del trabajo que se basa en una investigación positiva, es decir, observar, analizar, experimentar y concluir. No obstante, la OCDE (2015a) argumentó que el incremento de la productividad se desaceleró en varios países de la OCDE en especial antes de la crisis, agravando el problema. Durante este período, ha habido una disminución en la acumulación de capital basado en el conocimiento y una disminución en la creación de empresas, lo que provoca una preocupación por una ralentización estructural en la expansión de la productividad.

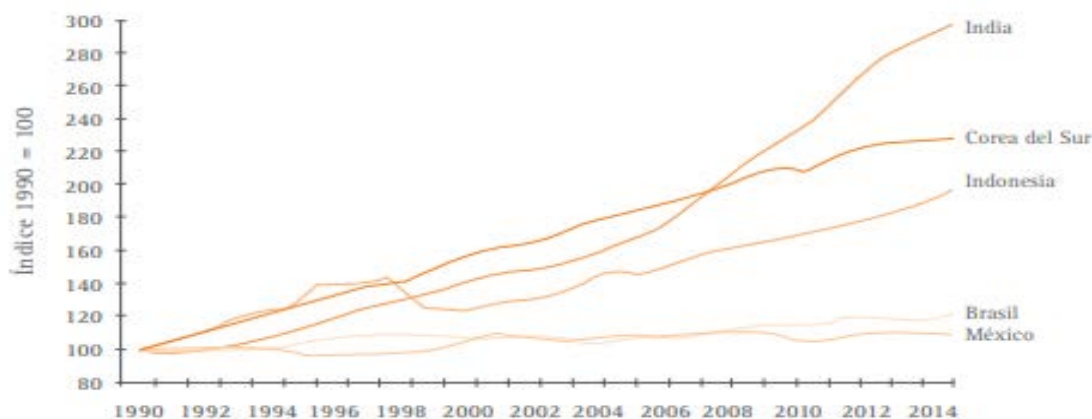
Por su parte Pilat y Criscuolo (2018), comparten que, en la década de 1980 el premio Nobel de economía Robert Slow, declaró que se puede ver la época de la información a lo largo del tiempo menos en las estadísticas de productividad, estableciendo un nuevo paradigma para el veloz intercambio tecnológico y el bajo crecimiento de la productividad.

Posteriormente, McKinsey Global Instituto (2018) destacó que todavía existen diferencias importantes en la TD entre diversas industrias que damnifican el estado general de la transformación digital y, como resultado, su influencia en la productividad. Según un análisis reciente de la OCDE (2017), algunos sectores se encuentran más adelantados que otros en términos de tasa de adopción de la TD.

En la Figura 10 se puede visualizar la evolución de la productividad dentro del período de 1990 al 2014, indicando que países como la India, Corea del Sur e Indonesia incrementaron su índice de productividad, observando que Brasil y México no presentan los mismos avances en este concepto. La crisis actual es una razón de resguardar los empleos que garantizan las operaciones de las empresas PyMEs en México.

Figura 10

Evolución de la productividad de 1990 a 2014



Nota: Gráfica elaborada con datos de Accenture Oxford Economic (2015);

En palabras de Porter (2009), la productividad del capital humano determina los salarios de los trabajadores, mientras que la productividad de los recursos humanos determina las ganancias obtenidas por los propietarios.

Teniendo en cuenta al World Economic Forum (2019), en las economías más progresistas y emergentes, la adopción tecnológica y la innovación se han convertido en las principales reponderaciones de los gobiernos y las empresas como fuente de creación de valor, mejora de la vida y crecimiento de la productividad. La tecnología también puede mejorar el camino a los servicios básicos, las condiciones de trabajo, los resultados de salud y la seguridad económica.

A decir por la OCDE (2015b), el origen principal de la decadencia de la productividad no es la falta de innovación entre la mayoría de las empresas más avanzadas del mundo, sino más bien la falta de capacidad para capturar y difundir estas innovaciones en la economía. El crecimiento global enfrentará varios desafíos en las próximas décadas. La senectud de la población y el nivel de educación de la población activa serán causas que influirán en el crecimiento mundial. La productividad es ahora más importante que nunca como motor principal del crecimiento y la abundancia en el futuro. Se requerirá un mayor aumento de la productividad para adaptarse al impacto de las presiones demográficas sobre el gasto público. Haskel y Westlake (2018) destacaron que las economías emergentes son afligidas por los bajos ingresos a mediano plazo, por esta razón es importante propiciar una nueva era de eficiencia, que reducirá masivamente el impacto en el medio ambiente.

Según McKinsey Global Institute (2018), en el comercio minoritario, las ventas en línea son dos veces más productivas que las ventas en la tienda, pero aún representan alrededor del 10 % del volumen total de ventas, lo que contribuye a los costos de transición, como una disminución en la afluencia de la tienda. La digitalización implica principalmente una transformación de los modelos operativos y comerciales de las PyMEs, prometiendo importantes oportunidades para impulsar la productividad, aunque los beneficios aún no se han materializado a gran escala. Esto se debe a las barreras de adopción y los efectos del retraso, así como a los costos de conversión; el efecto general sobre la productividad a corto plazo no está claro.

Schrage (2017), manifestó que el valor del trabajo se reduce y el capital se multiplica como resultado de la automatización. Las consecuencias de las economías de escala y la adquisición de todos los ganadores dividen gravemente a la sociedad. Los ganadores son aquellos que ganan una gran suma de dinero y operan la maquinaria automatizada.

Sin embargo, a juicio de CEPAL (2016), el término "productividad" se relaciona a la eficacia con la que los recursos humanos de una organización producen bienes o servicios, para complacer las necesidades de sus clientes. La eficiencia con la que las empresas, dadas las limitaciones tecnológicas, logran un concreto nivel de producción con la menor cantidad de insumos necesarios también se demuestra mediante la productividad.

Un factor clave que explica el crecimiento moderado de la economía de México, es la baja tasa de crecimiento de la productividad del país (Hernández, 2015; Blecker, 2016).

Schwab (2016) afirmó que el proceso de evolución de la cultura organizativa que se sustenta con la nueva revolución tecnológica, está acelerando la transformación de la humanidad debido a esta concurrencia de sistemas biológicos, físicos y digitales.

Partiendo de esto, Gilbreth (1911) afirmó que es posible aumentar la productividad con las siguientes acciones: reduciendo el tiempo y movimientos, mejorando el diseño del espacio de trabajo, las herramientas del lugar de trabajo y evitando el desperdicio de tiempo y energía. Gilbreth definió que el estudio de los movimientos del cuerpo humano que se utilizan para completar una determinada tarea con el fin de mejorarla mediante la eliminación de movimientos innecesarios y la simplificación de los que son necesarios antes de determinar el mejor orden o secuencia de movimientos para lograr la eficiencia.

Y es que, de acuerdo con Barcena (2018), la productividad juega un papel fundamental como medio para lograr un crecimiento equitativo. En una sociedad dividida por presiones económicas, políticas y ambientales, la democracia y la productividad son complementos estratégicos, no suplentes.

Por su parte el World Economic Forum (2015), informa que al reducir el tiempo de trabajo por medio de la digitalización mejora la productividad. Según un estudio global, un crecimiento del 10 % en el uso de Internet de banda ancha resultó en una mejora del 0,25 % en el PIB y los países que usan tecnología con más frecuencia tienen una productividad comercial 7 % más alta que los países que no gastan tanto en tecnología.

La productividad está ligada al avance tecnológico, la medición de la eficiencia, el ahorro genuino en los costos de producción, cultura organizacional y el involucramiento de su gente. Es fundamental comprender la importancia de la transformación digital para que México pueda contender con la competencia externa provocada por la globalización. Las disparidades de productividad representan la acumulación de capacidades en el avance

técnico, la asignación del poder de negociación, la distribución del conocimiento, el acceso a la seguridad social y las opciones únicas de movilidad laboral (CEPAL, 2012).

Asimismo, Schrage (2017) señala que ahora la tecnología abarca y transforma todos los aspectos de la productividad personal en el lugar de trabajo. Los dispositivos móviles están ampliamente disponibles; los ejecutivos de todo el mundo utilizan paneles de KPI (Indicadores claves de desempeño) para monitorear y evaluar el desempeño de sus empleados. En cualquier industria, la colaboración eficaz con la tecnología es tan vital como la colaboración eficaz con las personas.

Desde la postura de Pagés (2010), el lento crecimiento de la productividad se debe a fallas o distorsiones del mercado que socavan los incentivos a la innovación, restringen el crecimiento de negocios eficientes y, en cambio, permiten la expansión de negocios ineficientes, empresas y negocios informales.

El proceso de aumento de la productividad es un subproducto de la dinámica de crecimiento, acumulación de capital y a la expansión de la producción debido, entre otras cosas, a la innovación tecnológica (Ros, 2014a & 2014b).

En palabras de Arvanitis y Loukis (2015), los países como Estados Unidos, Canadá, Japón, Finlandia, Suecia, Noruega, República de Corea y Suiza, entre otros más, utilizan la TIC para crear procesos más automatizados y elevar el rendimiento de sus industrias, por consiguiente, impactando en la medición de la productividad. Es vital considerar de manera definitiva que implementar una estrategia de TD en las PyMEs es necesaria para incrementar la productividad y sobre todo el garantizar su supervivencia en un comercio global y clientes con nuevas demandas.

2.1.2 Innovación

Desde la postura de Drucker (1985), innovar implica descubrir un uso nuevo o mejorado de los recursos existentes. Por otro lado, el Global Innovation Index (2022), destaca que México se ubica en la falta de innovación en la posición (58) con un score de (31.0) de un total de 132 economías. Comparando este resultado con países como Suecia en la posición (1) con un score de (64.4), Estados Unidos en la posición (2) con un score de (61.8) y Suiza en la posición (3) con un score de (61.6).

Macias (2021), manifestó que la OCDE destaca que únicamente el 2 % de las PyMEs en México invierten en la innovación. Se incrementó el desempleo y problemas financieros en las empresas, debido principalmente a la pandemia. Evans et al. (2017) establecieron que la innovación es más que invención; es una invención puesta en uso. Inventar sin innovación es una pérdida de tiempo.

Debido a que la difusión lleva tiempo, esta aceleración de la innovación crea naturalmente un campo con varias dimensiones de desempeño económico (Ciuriak, 2019). Shan et al. (2016), los investigadores descubrieron que la innovación se refiere a la voluntad de una empresa de participar y apoyar nuevos conceptos, experimentos y procesos creativos que pueden dar como resultado nuevos bienes, servicios o procesos tecnológicos.

Posteriormente, Baharuden et al. (2019) manifestaron que innovar es la creación de nuevos objetos, prácticas o ideas basadas en la visión de un individuo. Hay un contraste entre innovar y desarrollar nuevas ideas, describiendo este último como el acto de crear nuevas ideas, mientras que innovar es la creación e implementación de nuevos productos, procesos e ideas. Debido a que es el proceso a través del cual se producen, prueban y presentan nuevas ideas en el mercado, la innovación es un componente vital de la TD. Tradicionalmente, la innovación se controlaba únicamente a través de la lente del producto final. Debido a que la investigación de mercado era difícil y costosa, la mayor parte de la selección de nuevos productos se basaron en el análisis y la intuición gerencial. Actualmente las nuevas empresas han asentado que las tecnologías digitales presentan una posición innovadora totalmente diferente, que se basa en una formación continua por medio de una experimentación rápida. En palabras de Rogers (2016), es posible obtener retroalimentación del mercado desde el inicio del proceso de innovación hasta el final, e incluso después, debido a que las tecnologías digitales permiten una prueba de idea más rápida. Este enfoque innovador de la innovación se centra en la experimentación cuidadosa y los modelos a pequeña escala que maximizan el aprendizaje y ahorran costos. Las ideas se prueban repetidamente y las opciones de diseño son aprobadas por clientes del mundo real. Este enfoque implica probar productos de forma iterativa mientras se usa un procedimiento que ahorra tiempo, dinero y mejora el aprendizaje organizacional.

Partiendo de esto, Salmela y Rousseau (2019) describieron que, en una economía global y altamente competitiva, la innovación se considera con frecuencia como un componente

crítico del éxito. Se requieren capacidades proactivas para dirigir la disrupción rápidamente y alcanzar los objetivos estratégicos de transformación digital.

Sánchez (2017) declaró que una cultura colaborativa, conciencia de liderazgo y una estrategia digital bien definida son otras consideraciones importantes.

Asimismo, Westerman et al. (2014) consideraron que las tecnologías digitales aumentan radicalmente la velocidad de la innovación, la disrupción y la dinámica competitiva del entorno de una empresa. La capacidad de ser ágil es una de las virtudes asociadas a los nuevos modelos de negocio. Verhoef et al. (2020) aportaron que la agilidad en una organización, se refiere a la capacidad de percibir y capitalizar las oportunidades que brinda la tecnología.

A lo largo de la historia, la invención ha sido el principal motor para mejorar el grado de vida de las personas. No obstante, debido a que hace que la tecnología actual quede obsoleta, el proceso de innovación puede ser muy disruptivo. La computación en la nube, Internet de las cosas (IoT), *Big Data*, ciencia de datos, inteligencia artificial (IA) y *blockchain* son tecnologías en desarrollo que tienen el potencial de generar ganadores y perdedores en todo el mundo. Algunas de estas tecnologías han existido desde hace más de veinte años, pero no eran convencionales y no eran comercialmente viables. Por otra parte, las cosas han cambiado drásticamente en los últimos años y prácticamente todos los sectores ahora emplean una o más de estas tecnologías (Soni et al., 2020).

Desde la postura de Accenture (2015), las naciones que han podido crear más valor económico con menos insumos y recursos han desarrollado más riqueza y, como consecuencia, han pasado de la etapa de subdesarrollo a la de crecimiento sostenible. En cambio, es fundamental no solo impulsar la productividad, sino hacerlo lo antes posible.

Las leyes del comercio han cambiado. Las estructuras y prácticas comerciales están evolucionando en una amplia gama de sectores como resultado del desarrollo de la tecnología digital y la aparición de nuevos desafíos disruptivos.

Las innovaciones digitales están transformando la forma en que los clientes se conectan y crean valor para ellos mismos. Lo más probable es que el mundo haya evolucionado hasta el punto en que las empresas transmiten mensajes y productos a los clientes. A pesar de todo, la conexión actual está considerablemente más dividida: las comunicaciones y las opiniones de los clientes son más importantes que los anuncios o las celebridades y el compromiso

dinámico del consumidor se ha convertido en un motor crucial del éxito empresarial (Rogers, 2016).

Yamakawa (2018) comparte que el éxito de una empresa se basa no solo de lo que logra como modelo de negocio, sino también de la expansión y el trabajo con otras organizaciones. El desafío para las empresas será tener éxito no solo en términos de valor monetario, sino también en la forma en que interactúan con sus numerosos grupos de interés y aliados, así como en la forma en que gestionan el ecosistema. El desafío de las empresas en materia de sostenibilidad es crear ecosistemas, gestionarlos eficazmente, colaborar y trabajar bajo el concepto de innovación abierta, que les permita crear organizaciones más ágiles que respondan rápidamente al mercado en un contexto de alta competencia y confianza.

En conclusión, el marco teórico relacionado con la innovación muestra que la TD es un elemento importante en el crecimiento de ideas y nuevos productos y/o servicios dentro de las PyMEs. Es responsabilidad de los gerentes y/o directivos propicien una cultura innovadora dentro de sus colaboradores, apoyándose de la digitalización.

2.1.3 Transformación digital

La transformación digital, según Hartl y Hess (2017), es el cambio habilitado por TI en las empresas a través de la digitalización de bienes, servicios, procesos centrales, puntos de contacto del consumidor y reglas comerciales. La transformación digital es un concepto que afecta a muchas o todas las áreas de negocio de una organización (Hess et al., 2016). Teniendo en cuenta cuánto que han cambiado el comportamiento y las expectativas del cliente como resultado de la era digital, la transformación digital está remodelando la industria. El término "transformación digital" se refiere a la integración de la tecnología en todos los departamentos y procesos comerciales, incluidas las personas de una organización. Este proceso puede contribuir a aumentar la productividad y hacer de la tecnología la mejor herramienta para mejorar los hábitos de trabajo de las personas.

La OCDE (2019b) definió la transformación digital como una manifestación multidimensional y de rápida evolución que tiene ramificaciones de gran alcance para los procesos y modelos corporativos. Como resultado, la tasa de adopción de tecnología se verá influenciada, entre otras cosas, por la industria en la que trabaja una empresa. Aunque ningún indicador captura realmente el ritmo del crecimiento y la difusión de la tecnología, una

combinación de indicadores puede demostrar cómo las diversas industrias están conectadas con la adopción tecnológica.

En la opinión de Jafari-Sadeghia et al. (2021), numerosas nuevas tecnologías, plataformas e infraestructuras surgieron a lo largo de los primeros diez años del siglo XXI, cambiando la forma en que las personas viven y trabajan. Las empresas de los grupos privado y público, así como casi todas las industrias, se han sentido impulsadas a examinar y, en muchos casos, adoptar y explotar la tecnología.

La Figura 11 indica la existencia de tres dimensiones que integran la solidez deseada en la TD. El primero está relacionado con los procesos que incluyen el manejo de datos que deben ser evaluados por cada integrante de una organización con la meta de generar mayor conocimiento en la toma de decisiones. Por otro lado, la cultura organizacional involucra el trabajar de manera colaborativa entre sus integrantes, así como dar prioridad a la capacitación de estos de manera constante. Por último, se encuentra la tecnología que se convierte en el medio de eficiencia de cada proceso interno y externo, dando resultado una mejor experiencia de los clientes.

Figura 11

Componentes clave que integran la transformación digital



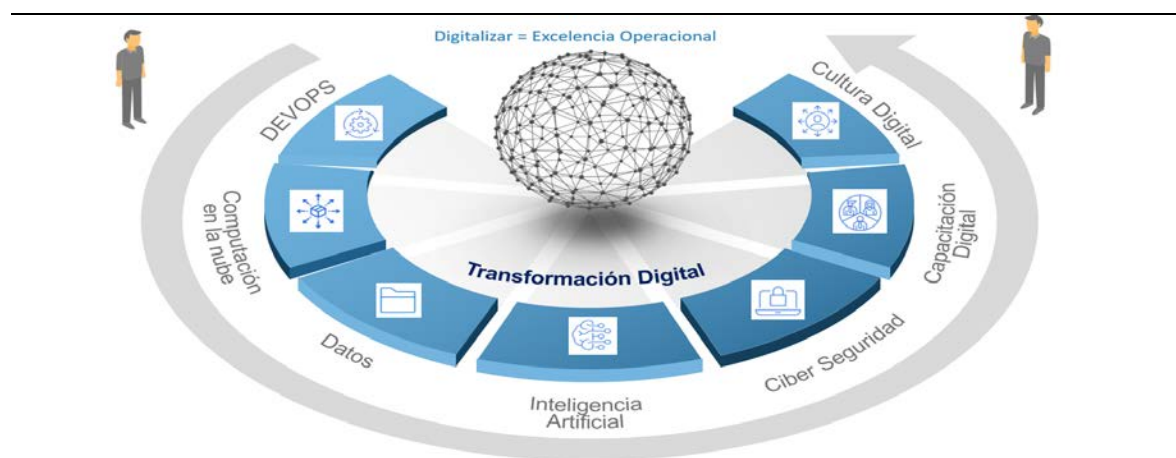
Nota: Gráfica elaborada con datos de (Berkeley, 2020; Andriushchenko et al., 2020; Lozano & Amézquita, 2020; Jafari-Sadeghia et al., 2021; Modgil et al., 2022).

Conforme con Lozano y Amézquita (2020), el replanteamiento fundamental de la experiencia del cliente, los modelos comerciales y las operaciones para descubrir nuevos métodos de obtener valor, generar dinero y aumentar la eficiencia a través del uso de tecnología de punta que se conoce como TD. La digitalización es ahora la base de la TD ya que consiste en gran parte en la conversión de operaciones manuales y analógicas a procesos digitalizados que incluyen todos los elementos del negocio.

La Figura 12 aporta cada uno de los factores relacionados con la TD (computación en la nube, datos, IA, ciberseguridad, capacitación y cultura digital), cada factor debe ser considerado por la PyMEs basada en su estrategia de crecimiento siendo su pilar la computación en la nube. La operación de procesos, la cultura organizacional y la tecnología son componentes identificados como relevantes dentro de un plan de transformación digital.

Figura 12

Factores que componen la transformación digital



Nota: Gráfica elaborada con datos de (Higgins et al., 2020; Jafari-Sadeghia et al., 2021; Modgil et al., 2022).

Teniendo en cuenta a OCDE (2015a), esta tecnología emergente plantea nuevos y desalentadores desafíos de gobernanza en la gestión del impacto de tecnologías digitales en seguridad nacional, ajuste industrial, integridad de la gobernanza, cultivo del comercio, preservación de la competencia y vínculos de inversión con la economía global. Los países en desarrollo deben enfatizar la adquisición de tecnología por todos los medios posible, en

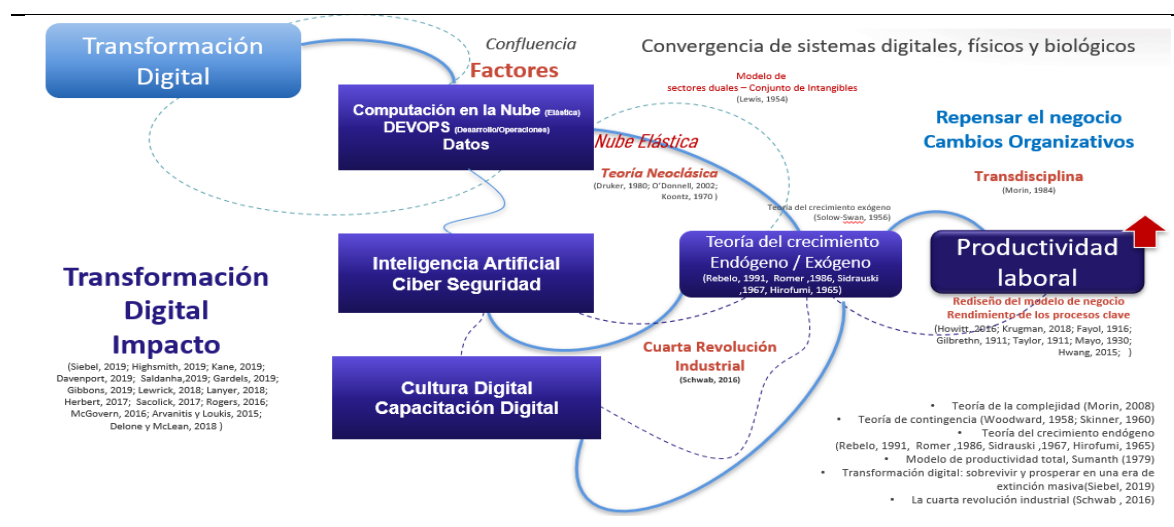
particular aprovechando el conocimiento y la difusión de información abundante en la era digital.

La Figura 13 expone como la TD se relaciona con factores de confluencia que trabajan en la convergencia con sistemas digitales relacionados con la productividad.

Siguiendo la premisa anterior, Schwab (2016) describió que es imposible no considerar los tres procesos históricos que transformaron el mundo previo a la cuarta revolución: la primera, entre 1760 y 1830, representó el cambio de la fabricación manual a la automatizada; el segundo, alrededor de 1850, proporcionó electricidad y permitió la producción en masa. El tercero tuvo que esperar hasta la introducción de la electricidad, la informática y las telecomunicaciones a mediados del siglo XX. La cuarta revolución tiene el potencial de elevar los niveles de ingresos a nivel mundial y al mismo tiempo mejorar las condiciones de vida de la población.

Figura 13

Transformación digital como teoría del crecimiento endógeno



Nota: Gráfica elaborada con datos de (Highsmith et al., 2020; Modgil et al., 2022).

Como ha sido señalado por Mühleisen (2018), es importante notar que países no desarrollados están liderando la tecnología en diversas áreas, como lo es el registro digital de tierras (India), pagos móviles (Kenia) y el comercio electrónico (China). Estos países favorecieron la veloz aprobación de nuevas tecnologías porque, a la divergencia de muchas

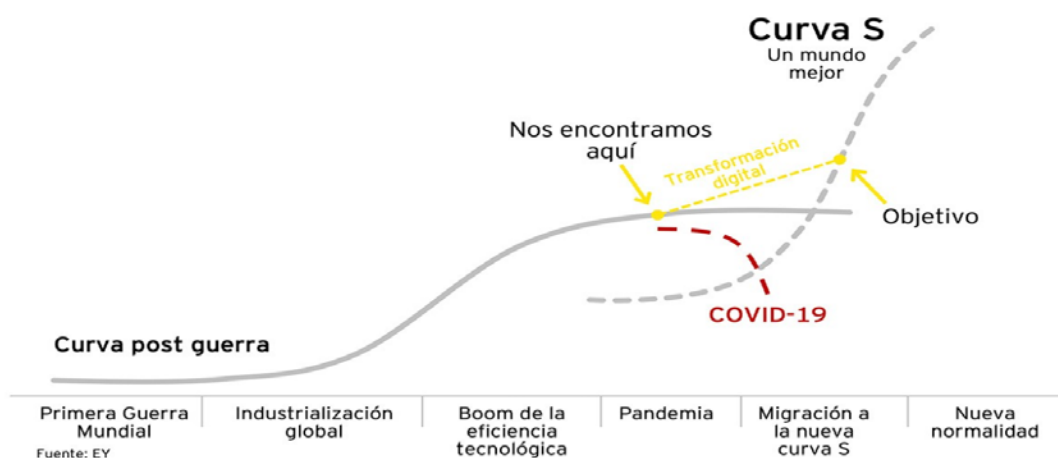
economías avanzadas, no estaban estancados con infraestructuras conocidas y antiguas. Ninguna industria u organización es inmune a las implicaciones del descubrimiento, la inclusión y la utilización de nuevas tecnologías digitales, lo que lo convierte en uno de los problemas más apremiantes que enfrentan las corporaciones y la sociedad moderna.

Como resultado, el término “transformación digital” se usa con frecuencia para referirse a los impactos transformadores o disruptivos de la tecnología digital en las empresas y la sociedad (Hess et al., 2016; Nambisan et al., 2019).

Jasinska, 2021, sostuvo que las repercusiones de la Cuarta Revolución Industrial han hecho de la tecnología digital el principal motor del desarrollo mundial. Estos desarrollos no se limitan a la modernización industrial; están teniendo lugar en la sociedad y economía. El avance de la tecnología moderna ha atravesado barreras previamente establecidas, invadiendo industrias tradicionales y facetas de la existencia humana que antes eran inaccesibles a las soluciones técnicas.

Figura 14

Curva post guerra hacia una Curva S – Un mundo mejor



Nota: Gráfica elaborada con datos de (Lozano & Amézquita, 2020).

La Figura 14 representa como la curva post guerra fue incrementando gracias a la industrialización global y al boom de la eficiencia tecnológica, hasta llegar a una línea recta a razón de la pandemia de COVID-19 a nivel global. La curva S muestra el ciclo de vida de

la tecnología en el tiempo. Esto resultó en el incremento del uso de la TD por parte de las empresas, generando una curva S en crecimiento que inicia con la pandemia, pasando por la migración a la TD que ha presentado un crecimiento exponencial que rebasa la normalidad. Esta nueva normalidad global alterará la forma en que las personas buscan productos y/o servicios en el mercado. Se reconoce que la capacidad de adaptación de las empresas ha sido crucial para su éxito.

Lozano y Amézquita (2020), mencionan que las consecuencias y demandas de la epidemia han puesto de relieve la necesidad de nuevos modelos comerciales que requieren estructuras operativas novedosas. Como resultado, para alterar su destino, las empresas deben aspirar a alcanzar la nueva “Curva S.” Para lograr un mayor desarrollo y resiliencia a través de la transformación digital, deberán cuestionar y reflexionar. No se trata solo de implementar una transformación digital buscando tecnología y herramientas adecuadas, sino también de alinearlas y evolucionarlas con el modelo de negocio, porque incluso la mejor y más innovadora tecnología no puede escalar a menos que se gestione y ejecute de manera eficiente y correcta.

En conclusión, la Transformación Digital (TD) debe ser considerada como parte fundamental de una estrategia integral de corto, mediano y largo plazo para las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs). Su implementación busca potenciar la eficiencia operativa y permitir una mayor competitividad en un entorno empresarial que se caracteriza por su creciente digitalización y globalización. De esta manera, la adopción de tecnologías y prácticas digitales se convierte en una necesidad imperativa para las PyMEs que aspiran a mantenerse vigentes y crecer en el mercado actual. Al aprovechar las ventajas de la TD, estas empresas pueden optimizar sus procesos internos, mejorar la productividad, y agilizar la toma de decisiones. La TD no solo permite una adaptación más rápida a los cambios del mercado, sino que también ofrece nuevas oportunidades para expandir el alcance de los productos y servicios de las PyMEs a nivel nacional e internacional. Al utilizar herramientas digitales adecuadas, como el marketing digital y el comercio electrónico, las PyMEs pueden llegar a una audiencia más amplia y diversa. Es importante destacar que la implementación de la TD debe ser un proceso bien planificado y ejecutado, teniendo en cuenta las particularidades y necesidades específicas de cada empresa. Asimismo, es fundamental contar con un equipo capacitado que pueda liderar y llevar a cabo esta transformación de manera efectiva.

2.1.4 Computación en la nube

En 2011, el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) de los Estados Unidos definió la "computación en la nube" como "un modelo para permitir el acceso remoto, conveniente y bajo demanda a una colección de recursos de información compartidos y reconfigurables" (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que se pueden aprovisionar y liberar rápidamente con un mínimo esfuerzo de administración o interacción con los proveedores de servicios (Mell & Grance, 2011, p. 2).

La Figura 15 expone como los proveedores de servicios en la nube (CSP) pueden ofrecer sus servicios a las PyMEs interesadas con el simple hecho de tener acceso a Internet. Este tipo de servicios generan comunicación con los clientes, proveedores, aplicaciones y análisis de datos.

Figura 15

Computación en la Nube – Integración en el mundo virtual



Nota: Gráfica elaborada con datos de NIST (2011); Marinescu (2018).

De modo que, la computación en la nube es ahora la fuerza impulsora detrás de la tecnología más sofisticada de la actualidad. La virtualización y abstracción de las operaciones de procesamiento de información es la piedra angular de la computación en nube. Hoy las

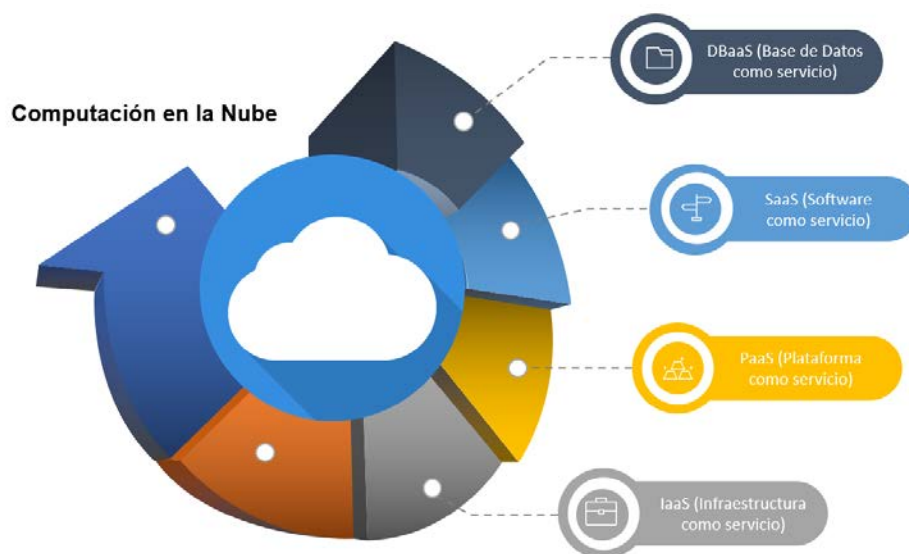
empresas PyMEs solo requieren conectividad por medio de internet para adoptar soluciones relacionadas con la transformación digital disminuyendo el costo de desarrollo de aplicaciones e infraestructura.

Por otro lado, la Figura 16 ilustra los modelos de prestación de servicios que la computación en la nube puede integrar con la productividad de México. El servicio automatizado de baja demanda, amplio acceso a la red, organización de recursos, flexibilidad rápida y servicio cuantificado conforman el concepto de computación en la nube.

Marinescu (2018) describe que gracias a la computación en la nube las PyMEs pueden conectar su producto y/o servicios con el cliente no solo de manera local sino de manera global. El cliente hoy tiene más datos para decidir que comprar, el no aparecer en el mundo virtual disminuye no solo la oportunidad de crecimiento sino de supervivencia. La computación en la nube ha cambiado en los últimos años la manera de operar de las organizaciones que han definido una estrategia de innovación. La computación en la nube es una realidad tanto tecnológica como social, así como una tecnología en desarrollo

Figura 16

Computación en la Nube – Modelos de Prestación de Servicios



Nota: Gráfica elaborada con datos de Marinescu, 2018; Knoernschild & DeBeasi (2019).

Zelada (2020) afirma que el uso de computadoras en el trabajo ha aumentado la flexibilidad laboral de los empleados. La capacidad de conectar centros de datos en muchos lugares también ha ayudado a estas organizaciones financieras a administrar el riesgo de una manera más efectiva que depender de un solo sitio físico que puede verse afectado si se convierte en un punto de acceso para un coronavirus. Las empresas continúan utilizando la computación en la nube a un ritmo cada vez mayor. Las ventajas de la tecnología del espacio profundo están atrayendo un interés creciente por parte de las empresas.

El modelo de la computación incluye los siguientes servicios: DbaaS (Base de Datos como servicio) que se convierte en una adición relativamente nueva a los tres modelos de prestación de servicios en la nube; IaaS (infraestructura como servicio); SaaS (software como servicio) y PaaS (plataforma como servicio). La nube privada, la nube comunitaria, la nube pública y la nube híbrida son los cuatro métodos de implementación (Marinescu, 2018).

Posteriormente, Knoernschild y DeBeasi (2019) postularon que la computación en la nube se ha convertido en la base técnica sobre la cual las empresas pueden transformarse, diferenciarse y obtener una ventaja competitiva. La computación en la nube ha evolucionado para admitir la ejecución de estrategias de datos, análisis, IoT, seguridad y aplicaciones.

La Tabla 3 expone los principales proveedores globales de computación en la nube (Amazon, Microsoft y Google), los cuales sirven como referencia a las PyMEs en la contratación de servicios de computación en la nube.

Tabla 3

Ecosistema de tecnologías de computación en la nube.

	Recursos	Utilización
Computación en la nube	Amazon Web Services (AWS)	Privada & Pública
	Microsoft Azure	Comunidad
	Google Cloud Plataform (GCP)	Híbrida

Nota: Tabla elaborada con datos de Marinescu (2018); Knoernschild & DeBeasi (2019).

Infraestructura como servicio (IaaS) es un servicio de computación en la nube que permite a los usuarios acceder a recursos de información como redes, almacenamiento y servidores bajo demanda. La plataforma como servicio (PaaS) es una solución de computación en la

nube que le permite crear, administrar y almacenar sus aplicaciones en la nube. El software como servicio (SaaS) es una propuesta de computación en la nube que le permite acceder a las aplicaciones basadas en la nube del proveedor.

La nube privada es el espacio en el que se puede acceder a su propio centro de datos o intranet. Su propio ecosistema de recursos de plataforma, software, red y servidor basado en la nube es suyo para controlar, administrar, actualizar y mantener. Un propio firewall y soluciones de seguridad incrementan la protección de la empresa. El proveedor de servicios ofrece acceso a la infraestructura del centro de datos a través de la nube pública. Son responsables de toda la administración, el mantenimiento, la seguridad y las actualizaciones.

Una nube híbrida combina tecnologías de las nubes pública y privada. La seguridad de las transferencias de datos entre configuraciones de nubes públicas y privadas está gestionada por dos servicios en particular.

En resumen, el marco teórico relacionado con la computación en la nube indica que su integración está vinculada a una estrategia de transformación digital (TD), mediante la sustitución de infraestructuras físicas por entornos virtuales. Este paradigma conlleva beneficios en términos de productividad, al reducir la necesidad de contratar personal de TI para estas funciones, agilizar los tiempos de procesos y minimizar los costos operativos al optar por un proveedor externo para las PyMEs. La forma en que las organizaciones y las personas acceden, almacenan y utilizan la información y los servicios en línea ha cambiado mucho como resultado de los beneficios que ofrece la computación en la nube. Los beneficios principales de la computación en la nube son: costos reducidos al eliminar la necesidad de invertir en infraestructura física y hardware, escalabilidad, acceso global, mejora en la seguridad, actualizaciones automáticas, flexibilidad, respaldo y recuperación de datos, innovación acelerada y soporte técnico. Debido a estos beneficios, la computación en la nube es ahora una herramienta práctica para las empresas de todos los tamaños y sectores, lo que permite una mayor eficacia operativa y un énfasis más estratégico en la expansión de su organización.

2.1.5 Big Data

Teniendo en cuenta a Gitelman (2013), la información es transformada por datos. Una óptica destacada es que el conocimiento se origina de la información, como la información se origina de los datos.

Chi et al. (2016) reconocieron que la nueva era digital ha impactado a la sociedad gracias a la conectividad propagada, sobreabundancia de la información, canal de suministros internacionales, incremento de la computación en la nube y al espectro de *Big Data* (BD). Las tecnologías digitales son necesarias para restaurar la estrategia comercial tradicional, como procesos comerciales adaptados, divididos, multifuncionales y mundiales, que fortalecen que el trabajo se ejecute fuera de las fronteras de tiempo, distancia y función.

Según Schwertner (2017), el gran volumen de datos comerciales (terabytes y cada vez más petabytes) dificulta la gestión y el análisis. La gestión de cargas de trabajo únicas y homogéneas por los almacenes de datos (DW) ya no es eficiente.

A juicio de Westerman et al. (2014), los ejecutivos pueden utilizar sistemas transaccionales para obtener una comprensión más completa de los activos, las geografías y los clientes, lo que les permite tomar decisiones basadas en hechos en lugar de suposiciones.

Posteriormente, Brynjolfsson & McAfee, (2016), p.61 enfatizaron que, durante las últimas dos décadas, el crecimiento exponencial en la cantidad de *Big Data* generada, capturada y almacenada, ha sido causado por interacciones circulares y acumulativas en una serie de desarrollos tecno sociales. Digitalización de "todo tipo de información y medios" (texto, sonido, fotos, videos, datos de instrumentos y sensores, etc.).

En palabras de Ciuriak (2019), la economía de datos promete llevar la optimización de los procesos de fabricación a un nuevo nivel mediante la utilización de datos generados por dispositivos de IoT. Debido a que la difusión lleva tiempo, esta aceleración de la innovación crea naturalmente un campo con muchas dimensiones de retorno económico.

Estas definiciones permean la idea de la OCDE (2016), de que la mejora continua en la capacidad de requisitos, es resultado del rápido avance de la frontera de la investigación. Las empresas que tienen computadoras, expertos en codificación y habilidades de análisis de datos en general están por delante del resto; los que no se quedan atrás.

Ciuriak y Ptashkina (2018) ampliaron el constructo al considerar que la transformación digital parece tener un alcance ilimitado para la deficiencia del mercado, errores gubernamentales y la disfunción social. Se predice la deficiencia del mercado, porque la

economía basada en datos estimula el crecimiento de las super empresas a través de una combinación de economías de escala y alcance.

Como señalaron Van Altsyne et al. (2016), las plataformas digitales son negocios/mercados que proporcionan la infraestructura y las reglas que conectan a productores y consumidores (y en muchos casos, a nuevos desarrolladores de aplicaciones y anunciantes) a través de intercambios en línea basados en TI. Las plataformas de emparejamiento (como Amazon) y las plataformas de tecnología/innovación son los dos tipos principales (por ejemplo, Microsoft).

Posteriormente, Shan et al. (2019) argumentaron que debido a la reciente aparición del fenómeno *Big Data*, las empresas están concentrando cada vez más su atención en la gestión de datos internos y externos para capitalizar nuevas posibilidades y mantener su ventaja competitiva. Algunos consideran que *Big Data* es la próxima frontera para la innovación, la competencia y la productividad (Manyika et al., 2011). Trabucchi et al. (2018) describieron que las empresas, pueden emplear *Big Data* generada por el cliente para implementar la innovación centrada y dirigida por el usuario.

Debido a la TD es más importante observar lo que está sucediendo ahora que lo que aconteció ayer o el mes pasado. Se requerirá una arquitectura de datos modular, flexible y de un extremo a otro que cubra las instalaciones locales, la nube y el perímetro para permitir la movilidad de datos sin restricciones. Como resultado, el almacenamiento de datos está experimentando cambios extraordinarios para satisfacer los requisitos de nuevos casos de uso. La aparición de muchas bases de datos especializadas se debe al crecimiento de casos de uso novedosos, lo que refuta la noción predominante de que esta industria está lista para la consolidación. Mishra y Singh (2018) crearon una estrategia de análisis de *Big Data* para reducir el desperdicio en la cadena de suministro de alimentos.

Para la transformación digital, el *Big Data* y sus habilidades analíticas son esenciales. Si las empresas desean competir en la economía digital, deben invertir en una variedad de herramientas de análisis y datos (Pappas et al., 2018). De conformidad con Yamakawa (2018), para tener éxito, una empresa no solo debe centrarse en lo que hace como modelo de negocio, sino también expandirse a otras organizaciones para poder liderarla. Actualmente se utilizan tres tipos de fuerzas de cambio: red, datos y plataforma; plataformas como Facebook, LinkedIn y Twitter, cada una de las cuales tiene millones de usuarios, son

ejemplos de esto último. No obstante, Zhong et al. (2015) argumentó que la información de *Big Data* se puede utilizar para mejorar la planificación logística, la planificación de la producción y la programación. En palabra de Van Alstyne et al. (2016), en cuanto más grande es la red, más diverso es el conjunto de datos que se puede utilizar para encontrar coincidencias entre la oferta y la demanda, volviendo más precisas las coincidencias.

En resumen, la *Big Data* revela cómo las PyMEs en México pueden beneficiarse significativamente de su aplicación al integrarlo en su estrategia de crecimiento. El conocimiento obtenido a través del análisis de datos se relaciona estrechamente con la toma de decisiones fundamentadas por datos, identificación de tendencias y patrones, mejorar la eficiencia operativa, personalización y experiencia del cliente, detección de fraudes y seguridad, ventaja competitiva e innovación y desarrollo de nuevos productos.

2.1.6 Inteligencia artificial

Los términos "inteligencia artificial", "aprendizaje automático" y "aprendizaje profundo" se usan indistintamente con frecuencia. Los algoritmos están entrenados para encontrar correlaciones, construir modelos de predicción y emitir juicios utilizando el aprendizaje automático. El algoritmo mejora a medida que se fortalecen los datos de entrenamiento. La categorización de imágenes es un ejemplo. En este caso, el aprendizaje automático implica elegir manualmente los elementos clave de una imagen, como los bordes y las esquinas de los objetos y luego utilizar ese conocimiento para desarrollar un modelo que pueda identificar esos elementos. Los usuarios de sitios web, redes sociales y otras plataformas pueden entrenar algoritmos en algunas circunstancias al participar en línea, comprar diversos productos, leer material y publicar e información similar (Zuboff, 2019).

Como lo hacen notar Soni et al. (2020), la inteligencia artificial facilita el soporte a clientes optimizando los procesos internos de ventas y entrega. El uso generalizado de estas tecnologías en una variedad de campos como: la salud, las finanzas, los automóviles, los juegos, la vigilancia ambiental, la agricultura, los deportes, la seguridad y la gestión de la energía están alterando actualmente el modo en que los seres humanos trabajan, viven e interactúan. Un mayor avance en estas tecnologías puede ayudar a desarrollar la hiperautomatización y la hiperconectividad, acercándonos a los horizontes de la Industria 4.0 o Cuarta Revolución Industrial.

De acuerdo a la OCDE (2017), la IA otorga la posibilidad de revolucionar la producción y contribuir a la resolución de los desafíos globales de salud, transporte y medio ambiente.

Teniendo en cuenta a Schwab (2017) y Freddi (2018), el progreso de IA se encuentra en el corazón del rendimiento mejorado de todas las demás tecnologías y la evolución de la Industria 4.0. Hay suficientes datos en la literatura para mostrar que la tecnología IA crea nuevas oportunidades que pueden conducir a cambios sustanciales en las empresas y la economía en su conjunto.

La Tabla 4 refleja las formas más relevantes de operación que AI ofrece los cuales pueden ser integrados por las PyMEs en México para aumentar la productividad, tomar decisiones informadas, optimizar procesos, ventaja competitiva y mejorar la interacción con sus clientes.

Tabla 4

Formas de operación de AI

Formas (AI)	Acción
Chatbots	Resolver más rápidamente los problemas de los clientes y brindar soluciones más efectivas
Asistentes Inteligentes	Mejorar el software, interprete información crítica de grandes colecciones de datos de texto libre.
Motores de Recomendaciones	Automatizar la generación de recomendaciones en base a los hábitos de los clientes

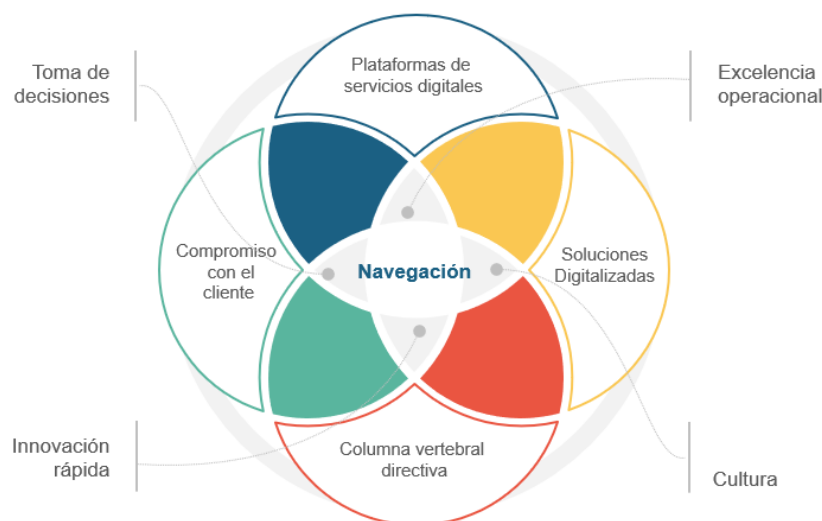
Nota: Tabla elaborada con datos de World Economic Forum (2016); Park (2018);

Vermesan et al. (2017) declararon que muchas tecnologías que permiten la transformación digital son convergentes; por ejemplo, combinar robótica, IoT e inteligencia artificial en robots capaces de realizar tareas más complicadas de forma independiente o en conjunto con humanos.

La Figura 17 plantea como las innovaciones rápidas con el soporte digital generan la columna vertebral de las organizaciones generando como resultado una excelencia operacional generando valor a la integración de los clientes. Las empresas del sector de TI ahora ofrecen inteligencia artificial y opciones de autoaprendizaje que satisfacen las necesidades y expectativas de las PyMEs.

Figura 17

¿Cómo las grandes empresas navegan la transformación digital?



Nota: Gráfica elaborada con datos de How Big Old Companies Navigate Digital Transformation (Sebastian et al., 2017, p. 207).

Las PyMEs de hoy tienen más herramientas a su disposición para ayudarlas a competir con las grandes marcas, así como con todos los demás pequeños competidores que aparecen en su entorno. Las pequeñas empresas pueden beneficiarse del aprendizaje automatizado para mejorar la toma de decisiones y los procesos en una variedad de áreas.

La IA es un aliado de las PyMEs para sobrevivir del COVID-19. Para todo el mundo empresarial, la pandemia parece ser un golpe único. Transformar la IA en algo real y factible para las PyMEs solo es posible si se evita la alta inversión requerida.

En conclusión, de acuerdo al mundo digital y competitivo de hoy, es importante incluir la inteligencia artificial (IA) en el plan de crecimiento de una empresa. Hay varias razones de peso para considerar la IA como un instrumento estratégico en el desarrollo y expansión de una organización. Algunas de las aplicaciones de IA que se utilizan comúnmente en las empresas son: Asistentes virtuales y chatbots, automatización de procesos robóticos (RPA), análisis y predicción, personalización de cliente, seguridad cibernética, procesamiento de lenguaje natural (NLP), visión por computadora, asistencia médica y automatización de marketing.

2.1.7 Cultura y capacitación digital

Muchos expertos han concluido que uno de los componentes esenciales para la transformación digital es la cultura, lo cuál ha sido motivo de controversia durante mucho tiempo (Hartl & Hess, 2017; Vogelsang et al., 2019).

Posteriormente, Sebastian et al. (2017) indicaron que varias empresas están intentando modificar y adaptar digitalmente sus operaciones para seguir siendo competitivas, ya que las empresas que establecieron su éxito antes de la era digital, las nuevas tecnologías traen tanto oportunidades como riesgos. La Tabla 5 representa las competencias más relevantes que los colaboradores deben fortalecer dentro de la organización.

Tabla 5

Habilidades relacionadas con la transformación digital.

Nuevas ideas y pensamiento analítico
Aprendiendo haciendo
Imaginación, originalidad e iniciativa
Programación de computadores y diseño de tecnologías
Pensamiento crítico y análisis
Resolución de problemas complejos
Liderazgo social e influencia
Inteligencia del corazón
Resolución de problemas, generación de ideas y pensamiento lógico
Análisis de sistemas y evaluación

Nota: Con base en World Economic Forum (2018).

La aplicación de este criterio, según Taylor (1911), sirve para subrayar la relevancia de los programas de formación en el desarrollo y recalificación del personal.

No puede haber una transformación digital exitosa sin una cultura digital (Hemerling et al., 2018). De modo que, las empresas deben hacer uso de la tecnología y desarrollar nuevos modelos de negocio en este momento, pero el componente más importante es alterar su cultura para que puedan evolucionar y adaptarse rápidamente.

Según una encuesta de 2017 realizada por el *MIT Center for Information Systems Research (CISR)* de los principales ejecutivos del mundo, 413 directores ejecutivos dijeron que sus empresas podrían perder un promedio del 28 % de sus ingresos durante los próximos cinco años debido a la disrupción digital (Weill & Woerner, 2017).

Para Mühleisen (2018), la capacitación y la educación y deben proporcionar los instrumentos para que los trabajadores de hoy prosperen en una nueva economía en la que las tareas cognitivas repetitivas, como conducir un automóvil o analizar un escaneo médico, están siendo reemplazadas por nuevas habilidades como el desarrollo web y la protección de la seguridad cibernética. También será necesario ajustar las políticas de educación y competencia. Las escuelas y universidades deben proporcionar las habilidades que las generaciones futuras necesitarán para trabajar en la economía emergente. Si bien, las empresas deberán poner un mayor énfasis en la reconversión de los trabajadores cuyas habilidades se han deteriorado.

Gartner (2019) define TD como la integración de la tecnología digital en todas las partes de una organización que afecta la forma en que funciona y crea valor para los clientes. También es un trastorno cultural que pone en duda el statu quo de la organización.

Como señalo Schwab (2016), “las nuevas tecnologías están cambiando la forma en que vivimos, trabajamos e interactuamos entre nosotros y la velocidad, profundidad y amplitud de esta revolución nos obligan a reconsiderar cómo se desarrollan los países, cómo las organizaciones generan valor e incluso qué es ser humano. La cuarta revolución industrial enfatiza nuevas formas de colaboración y gobernanza”.

No obstante, Hartl y Hess (2017) explicó que, frente a los desarrollos tecnológicos disruptivos, el cambio cultural se considera crucial para la transformación organizacional

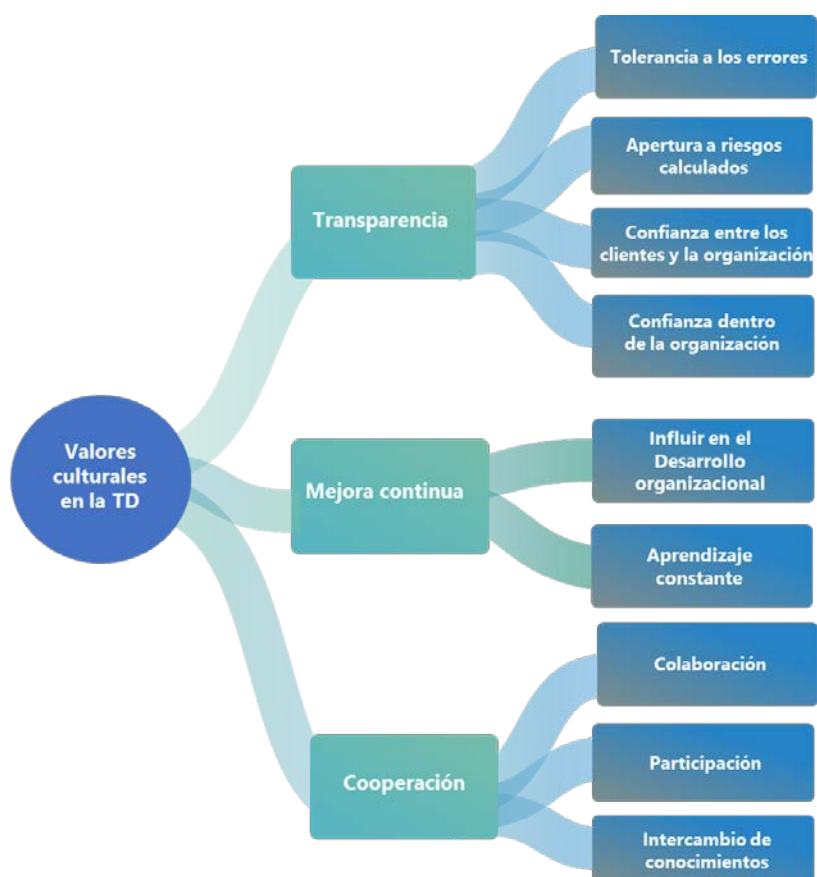
Lonial y Carter (2015) identificaron que de acuerdo con el paradigma de la visión basada en recursos (RBV), las organizaciones deben construir y mantener ventajas competitivas utilizando recursos tanto tangibles como intangibles El aprendizaje es un proceso de transformación.

A su vez, Want et al. (2015) afirmaron que las personas usan y adoptan nuevas tecnologías porque ven un beneficio en su uso. Sin una gestión del cambio adecuada, la cultura y los procesos organizacionales no se desarrollarán adecuadamente. La gestión de cambios se define como el proceso mediante el cual los empleados asumen la responsabilidad de los

cambios que pueden ocurrir en la organización, desde la reorganización del departamento hasta la optimización del proceso.

Figura 18

Valores Culturales de la Transformación Digital



Nota: Gráfica elaborado con datos de Cultural Values in Digital Transformation in a Small Company (Tuukkanen et al., 2022, p. 9).

Los marcos conceptuales permiten un conocimiento más profundo de los paradigmas sociotécnicos contemporáneos como la transformación digital. Otra definición la proporciona Ismail (2017), “que se centra en la influencia de la transformación digital en las personas (incluidas las habilidades, el talento y la cultura) y las redes (cadena completa de valor)”.

Por lo tanto, la Figura 18 representa los valores inherentes a una cultura organizacional con visión digital. Se trata de buscar la mejora continua, transparencia y cooperación sustentando la colaboración entre integrantes dentro una organización.

A pesar de que los robots podrán realizar más trabajo que los humanos para 2025, el Foro Económico Mundial (2018) predice que la revolución robótica generará 58 millones de nuevos empleos en los próximos cinco años. Finalmente, si bien la cultura y la capacitación digital son componentes cruciales de la estrategia de TD, es responsabilidad de los colaboradores aplicar la TD dentro de las operaciones de las PyMEs.

2.2 Variables e hipótesis de investigación

De modo que, las variables que se identificaron para esta investigación es la productividad que será abordada a través de la transformación digital. Para lograr el objetivo propuesto se parte de las siguientes hipótesis:

- La transformación digital como paradigma tiene un impacto positivo en la productividad y eficiencia en la gestión empresarial.
- La Computación en la nube es el factor con mayor incidencia en la productividad de las PyMEs de la Ciudad de México.

2.3 Estado del Arte

Como señalo World Economic Forum (2020), se identifica al comercio electrónico como la iniciativa digital más extensa de todas las industrias al aportar 56 billones de pesos MXN para la sociedad y más de 12,000,000 millones de pesos MXN para la industria. El asegurar la entrega de productos y/o servicios y el acceso a internet son cruciales para obtener este valor. Las industrias de consumo se han transformado dando lugar a innovaciones importantes, al margen del ecosistema de consumo en zonas con la tecnología de pago y entrega de productos y/o servicios.

Por su parte, Berkeley (2020) postuló que, desde las conexiones con las partes interesadas y los consumidores externos hasta los procesos internos, las tecnologías digitales están alterando la forma en que se comunica y procesa la información. Como resultado, cada

función laboral en cada organización e industria es vulnerable a alguna forma de disrupción digital.

Congruente con otros estudios, Andriushchenko et al. (2020) argumentaron que, mediante el uso de TIC, las tecnologías digitales permiten el desarrollo de bienes, servicios, modelos de negocio y estructuras organizativas basadas en el desarrollo de capacidades de gestión y el uso de información digital para la toma de decisiones en un mercado cada vez más competitivo y dinámico.

Van Ark (2016) pronostica que, debido a la lenta difusión de las tecnologías digitales y su interacción con los procesos comerciales e industriales en las naciones de la OCDE, la productividad aumentaría en los próximos años a medida que la adopción digital crezca en las empresas e industrias.

El informe de la demanda global más reciente puede ayudar a impulsar la inversión y difundir la tecnología (McKinsey Global Institute, 2018).

Posteriormente, Macias (2021) describió que producto del rápido avance de la tecnología de internet, la democratización de la digitalización ha hecho posible que las PyMEs avancen en su desarrollo. Todavía queda un largo camino por recorrer después de esto. Según datos de De acuerdo con estadísticas de IDC y SAP, “el 95% de las PyMEs mexicanas carecen de las herramientas técnicas requeridas para la operación en tiempo real, la optimización de procesos y la toma de decisiones, por lo que se deben apoyar alternativas adicionales para que cuenten con la infraestructura y las herramientas suficientes”.

Schrage (2017), indica que los innovadores exitosos como Google, Facebook y Amazon entienden que hay seis ingredientes esenciales para competir de manera rentable en los mercados globales: simple, rápido, barato, inteligente, delgado e importante. Reconocen cómo combinar adecuadamente sus ingredientes. Experimentos simples, rápidos, de bajo costo, inteligentes, personalizados y significativos pueden impulsar cualquier proceso de innovación formal. Muchos elementos del trabajo han cambiado y seguirán cambiando como resultado de la TD.

Por su parte, el World Economic Forum (2019) destacó que muchas ocupaciones hoy en día necesitan el uso de computadoras y es probable que, en el futuro, los trabajadores tengan que cambiar a trabajar con computadoras en línea con nuevos paradigmas, como los “equipos” de seres humanos y los dispositivos de inteligencia artificial.

No obstante, Gartner (2019) explicó que Amazon Web Services, Microsoft Azure y Google Cloud han mostrado un crecimiento desde 2006 en servicios de computación en la nube convirtiéndolas en líderes de mercado global. Los servicios de infraestructura en la nube, también conocidos como infraestructura como servicio (IaaS), son el segundo sector de mercado más grande, con un valor de mercado de un 1 billón de pesos MXN proyectado para 2020. Se anticipa que IaaS se expandirá al ritmo más rápido entre todas las categorías de mercado, en 24 % cada año.

Al-Ruithe et al. (2018) ratificaron que el internet como plataforma informática, es un importante facilitador de la TD. Las organizaciones se ven obligadas a crear nuevos modelos de ingresos, como el pago por uso, debido a su papel vital en los ecosistemas digitales emergentes (*pay-as-you-go*). Además de los ahorros de costos, la computación en la nube brinda a las empresas almacenamiento casi ilimitado, entrega rápida capacidades de respaldo y recuperación y una escalada de servicios más fácil, así como la oportunidad de liberar nuevos servicios.

Tárano et al. (2018) indicaron que la computación en la nube se ha aproximado cada vez más a la red, surgiendo una capa intermedia que se ha llamado computación en la nube, que se ha popularizado porque reduce el tráfico y la latencia de la red, que es especialmente útil en aplicaciones que requieren procesamiento en tiempo real.

Las capacidades de los trabajadores se mejoran con las nuevas tecnologías. En particular, la computación en la nube está lanzando un nuevo conjunto de procesos comerciales que permiten a las empresas, en particular a las PyMEs al utilizar y pagar por servicios informáticos potentes a demanda (World Economic Forum, 2019).

Posteriormente, el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST, 2022) señaló “que nuestro entorno está cambiando rápidamente como resultado de la Inteligencia Artificial (IA). Una amplia gama de inventos, incluidos vehículos autónomos y dispositivos para nuestros hogares que están conectados a Internet, son el resultado de los asombrosos avances en las capacidades de IA. IA también está ayudando en el desarrollo de un brazo robótico controlado por el cerebro que puede restaurar la función sensorial de una persona paralizada a través de intrincadas conexiones directas entre el cerebro y el cuerpo humano”.

Prácticamente todas las partes de nuestra sociedad y economía, desde los negocios y la atención médica hasta el transporte y la ciberseguridad, están cambiando y se están beneficiando de estos nuevos sistemas con capacidad IA. Sin embargo, la creación y el uso de nuevas tecnologías no están exentas de dificultades y preocupaciones tecnológicas.

Shaughnessy (2018) determinó que casi todas las corporaciones importantes están experimentando una "transformación digital", una iniciativa de toda la empresa que requiere una gran cantidad de cambios técnicos y culturales. A medida que implementan los cambios tecnológicos necesarios para competir en la era digital, toda la organización debe tener en cuenta que el verdadero objetivo de su trabajo es brindar valor a sus clientes. Se requerirán cambios culturales significativos para lograr este objetivo a la velocidad requerida para seguir siendo competitivos.

Teniendo en cuenta que Highsmith et al. (2020), confirmaron que una empresa digital es aquella que se está transformando para enfrentar los desafíos de nuestra era digital postindustrial mediante la adopción de una cultura adaptable, la incorporación de tecnología en su núcleo y el desarrollo de nuevos modelos comerciales. La oportunidad se está moviendo más rápido e impredecible que nunca. Como resultado, las organizaciones se enfrentan a una brecha cada vez mayor entre las oportunidades y su capacidad para capitalizarlas.

La inversión en conocimiento es fundamental para acelerar y adaptarse a la TD. Esto incluye, entre otras cosas, inversiones en educación, información y telecomunicaciones, así como intangibles como software e investigación y desarrollo (I + D) (World Economic Forum, 2019).

Macias (2021), reveló que según datos de IDC y SAP, el 95 % de las PyMEs mexicanas carecen de las herramientas tecnológicas necesarias para operar, optimizar procesos y tomar decisiones en tiempo real; de ahí la necesidad de promover opciones para asegurar que más de ellas cuenten con suficiente infraestructura y herramientas.

Como lo hace notar un estudio del INEGI (2018), el 15.3 % de las PyMEs ofreció capacitación a los empleados. Los hombres constituyeron el 61 % de los que recibieron capacitación, mientras que las mujeres constituyeron el 39. Siete de cada diez empresas que no impartieron formación afirmaron que los conocimientos y talentos de sus empleados eran suficientes.

3 Diseño de la investigación

En la opinión de Hernández-Sampieri et al. (2014), “la investigación es de alcance correlacional, no experimental y explicativo, de lógica deductiva y de enfoque cuantitativo”. El diseño de la investigación es correlacional con el objetivo de descubrir la conexión o grado de mutualidad que existen entre las dos variables de investigación: Productividad y Transformación Digital. No experimental debido a la dimensión en la que no se manipula la variable independiente, porque los efectos se aprecian a largo plazo (1 año o más). Explicativo al guiarse por preguntas estructuradas para entender el fenómeno. Se considera transversal porque el análisis de los datos primarios de las PyMEs de la Ciudad de México, corresponde a un cuestionario que se realiza en un período de tiempo específico, así como datos secundarios que provienen de fuentes relacionadas con instituciones gubernamentales como lo son INEGI y CONACyT.

Los datos se recolectaran por medio de una encuesta de opinión exploratorio-funcional. El método de activación permite la implementación rápida y práctica de la TD en la organización, concentrándose directamente en los componentes necesarios para ofrecer la satisfacción esencial del cliente. En consecuencia, se preocupa por el valor otorgado, la innovación del nuevo modelo de negocio, la información de mercado, los datos para la toma de decisiones y el comportamiento y evolución del consumidor.

Un elemento importante del estudio empírico sobre los impactos de la adopción de TI en el desempeño financiero de las empresas se basa en la teoría neoclásica de la producción de la estimación de los efectos de las variables de producción sobre la cantidad producida.

La teoría asume que los recursos utilizados por la empresa pueden estar relacionados con el nivel de producto a través de la función de producción.

Se decide utilizar el Análisis Envolvente de Datos (*Data Envelopment Analysis* - DEA) al ser una de las mayores técnicas utilizadas para evaluar la eficiencia, algunas veces acompañada de otras técnicas como el modelo Proceso Jerárquico Analítico (*Analytic Hierarchy Process* -AHP), para mejorar los resultados esperados. Esta técnica ofrece una evaluación de manera simultánea en un conjunto de unidades con variables de entrada y salidas en común, aportando un análisis del resultado de cada DMU (Decision Making Unit) con respecto a su eficiencia de aprovechamiento de recursos y sobre todo lo requerido para ser más eficiente como un conjunto de unidades que relaciona como referencia.

Unos ejemplos de este tipo de la evaluación son: Zambom-Ferraresi et al. (2017) y su análisis del rendimiento deportivo de los equipos que han participado en la Liga de Campeones de la Unión de Asociaciones Europeas de Fútbol; Jablonsky (2018), quién aplicó network DEA para evaluar los logros de los países en los Juegos Olímpicos; Gidion et al. (2019) con el análisis para evaluar la eficiencia de los servicios de agua urbanos; Nemati et al. (2020) con la aplicación de network DEA en la industria petrolera.

De modo que, uno de los objetivos de esta investigación es visualizar las sinergias entre la productividad y la Transformación digital entre cada una de las PyMEs estudiadas, identificando que dominios tienen mayor eficiencia en las estrategias organizacionales aplicadas. Con este análisis cuantitativo se podrá determinar el impacto de los presupuestos de TI, así como evaluar las hipótesis planteadas.

3.1 Población y muestra

Los sectores estratégicos son grupos de clases de actividad del (Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte [SCIAN], 2018) que corresponden a los sectores de actividad económica incluidos en el grupo demográfico objetivo: Farmacéutica, Servicios de Apoyo a Empresas, Servicios Turísticos, Servicios de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Farmacéutica y Servicios Logísticos son los sectores estratégicos de la Ciudad de México (ENAPROCE, 2018).

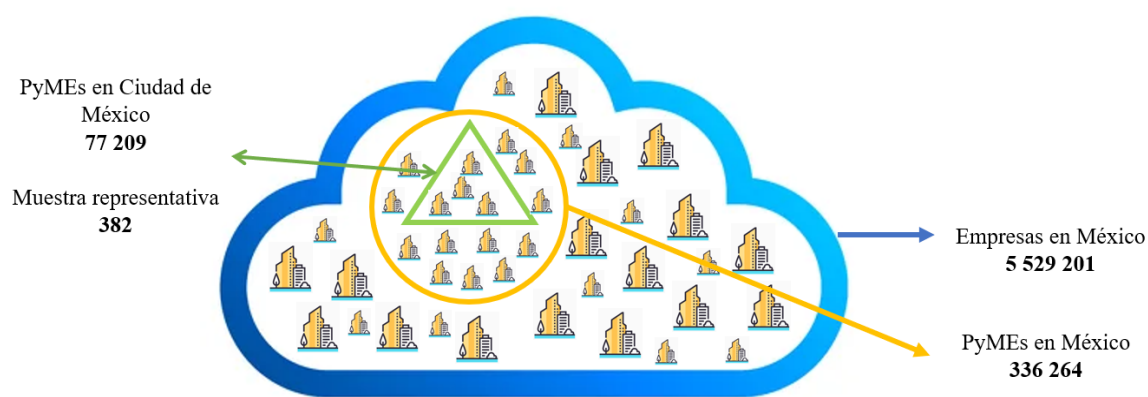
La información adquirida corresponde a 529 PyMEs que trabajan en las diversas industrias de la Ciudad de México. El objetivo de este estudio es evaluar el impacto de las variables independientes (también conocidas como ideas causales) sobre las variables dependientes (también conocidas como conceptos de efectos). Cuando se requieren estimaciones de variables a nivel de población para la investigación descriptiva y correlacional-causal, el modelado probabilístico es crucial. Por lo tanto, la variable dependiente se identifica como la productividad de las PyMEs y la variable independiente se identifica como la Transformación Digital aplicada.

En la Figura 19 se expone la cantidad de PyMEs que conforman la Ciudad de México, así como la muestra utilizada en la investigación. Estos datos sustentan el cálculo de una muestra estadísticamente representativa. El cálculo de la muestra probabilística será aleatoria simple al pertenecer a un subconjunto de PyMEs ubicadas en la Ciudad de México elegidas al azar

y con la misma probabilidad de un conjunto total. Se identifica la población de 336,264 PyMEs a nivel nacional, ahora bien, debido al énfasis en la productividad endógena fluctuante, solo se incluyen en esta investigación la población de PyMEs ubicadas en la Ciudad de México siendo 77,029. Al momento de realizar este estudio, las empresas participantes debían haber estado activas en el mercado mexicano durante al menos un año.

Figura 19

Diseño muestral



Nota: Gráfica elaborada con datos de (Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas [DENUE], 2022)

De acuerdo a la estrategia de obtener una muestra probabilística representativa es relevante identificar: el tamaño de la muestra representativa (n), el tamaño de la población o universo (N), (Z_{α}) parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC), margen de error (e), probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito) (p) y probabilidad de que no ocurra el evento estudiado (q) = ($1 - p$).

La muestra representativa (n) se integra a esta investigación, al otorgar la misma oportunidad de participación de todas las PyMEs ubicadas en la Ciudad de México. Los datos requeridos para calcular el tamaño de la muestra representativa (n) acorde a los objetivos planteados son los siguientes: se identifica el valor de la población finita (N) la cual es de 77,209 PyMEs de todos los sectores (Agricultura, Minería, Energía, Construcción, Industrias Manufactureras, Comercio al por mayor, Comercio al por menor, Transportes, Servicios Financieros y de

seguros, Servicios Inmobiliarios, Servicios Profesionales, Corporativos, Servicios Educativos, Servicios de Salud etc.) ubicadas en la Ciudad de México.

El nivel de confianza (k) es la probabilidad de que el parámetro a estimar se encuentre en el intervalo de confianza. El nivel de confianza (k) corresponde a un parámetro estadístico (Z_α), siendo un valor constante necesario en la ecuación (1). El parámetro estadístico (Z_α) es de 1.96 para un nivel de confianza (k) de 95%, con un margen de error (e) de 0.05.

De acuerdo con Hernández-Sampieri & Mendoza (2014) p. 179, “La probabilidad de ocurrencia del fenómeno es el porcentaje estimado de la muestra (representatividad de la muestra o no representatividad, la cual se estima sobre contextos de muestreo anteriores o se define. La certeza total siempre es igual a uno, las alternativas a partir de esto son “ p ” de que sí ocurra y “ q ” de que no ocurra ($p + q = 1$). Cuando no se tienen contextos de muestreo anteriores, se emplea un porcentaje estimado de 50%, es decir, se adopta que “ p ” y “ q ” serán de 50% igual probabilidad o 0.50 en términos de proporciones y que resulta lo más común”. A continuación, se calcula el tamaño de la muestra (*Sample Size Determination*) por medio de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * Z_\alpha^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_\alpha^2 * p * q} \quad (1)$$

donde

n = tamaño de la muestra

Z_α = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza

e = Margen de Error

p = Proporción esperada

$q = 1 - p$

A continuación, se efectúa el cálculo el tamaño de la muestra de estimación de proporciones obteniendo:

$$n = 382.0752$$

3.2 Construcción de instrumento

Las fuentes identificadas son las PyMEs incluyendo todos los sectores económicos ubicadas en la Ciudad de México. El instrumento definido es la aplicación de un cuestionario electrónico por medio de Microsoft Teams, que incluye cada una de las variables de formar operacional y conceptual. El instrumento fue enviado por medio de una liga dentro un correo electrónico al contacto principal de las PyMEs identificadas, en la Ciudad de México.

Las principales variables a medir son el presupuesto de TI, empleados de TI, ingresos anuales, ventas en línea y aumento de la productividad. La recolección de datos de basa en los recursos disponibles de las PyMEs dentro de un período de tiempo de cuatro meses una vez recibida la liga del instrumento.

De acuerdo con Hernández-Sampieri & Mendoza (2018), la base primordial de la recolección de datos es una medición eficaz basada en las variables propuestas. El instrumento de medición o recopilación de datos es un factor decisivo, al carecer de él no existen controles categorizados.

El instrumento de esta investigación se sostiene por los siguientes niveles de datos:

- a) Datos Primarios: Cuestionario electrónico aplicado a una muestra representativa de 529 PyMEs ubicadas en la Ciudad de México
- b) Datos Secundarios: INEGI, ENAPROCE

Por lo tanto, el procedimiento se basa en la aplicación de entrevistas electrónicas con datos cuantitativos aplicando la escala de Likert en un período de tiempo de noviembre 2021 a enero 2022.

De modo que, las entrevistas electrónicas consideran los siguientes elemento predominantes dentro de la organización: La visión/misión general de la empresa ante el reto de la transformación digital; Aplicación en las tareas productivas u operativas de la empresa; Ejecución de los ingresos y egresos de las PyMEs; Aplicación en la relación con terceros; Identificar el impacto de TD dentro de la productividad; Factores de Transformación aplicados en la empresa durante un período de tiempo (Computación en la Nube, Cultura Digital, Inteligencia Artificial, Datos Ciber Seguridad).

Se delimitan las variables a cuantificar y sus indicadores conforme a los objetivos de la investigación. Al concretar cada una de las variables se forja el instrumento, planeando una prueba piloto previa a su liberación para confirmar su confiabilidad por medio de un cálculo

de Alpha de Cronbach. Una vez confirmada su confiabilidad se envía el instrumento a las PyMEs que integran la muestra. Se confirman las autorizaciones para aplicarlo. Al concluir el tiempo planeado (4 meses) se preparan los datos para su estudio, valoración, codificación e inclusión en una matriz de análisis.

Por consiguiente, el cuestionario incluye preguntas sobre el número de aplicaciones de TI que se compran a los distintos proveedores y los precios que estaban dispuestos a ofrecer las empresas de transformación digital o bien “el productor” de aplicaciones. Se aplica un cuestionario que contiene 45 ítems con el objetivo de obtener datos que ayuden a confirmar el comportamiento de las variables de estudio.

A su vez, el cuestionario incluye recolección de datos de entrada como el total de empleados, cantidad de empleados de TI, presupuesto que involucra de medios digitales como lo son: ERP, Comercio Electrónico, Inteligencia Artificial, Seguridad, Desarrollo e Investigación y Datos. Así como ingresos del último año fiscal, ventas y aumento de productividad.

A continuación, se presentan los ítems más relevantes en el estudio (todos los ítems incluidos en el cuestionario se encuentran en la sección de apéndice dentro de la Tabla 12):

- ¿En qué nivel de porcentaje (%) aumentó las tecnologías de la información (TI) a la productividad de los empleados dentro de su organización?
- ¿Cuál fue el monto invertido a las siguientes tecnologías de la información (TI) dentro de su organización matriz?
- ¿Cómo la pandemia de COVID-19 afectó a su negocio en ventas?
- ¿Cuál fue el impacto de los empleos en su organización debido a la pandemia de COVID-19? en su último año fiscal?
- ¿Ha oído hablar y entiende lo que significa la Transformación Digital?
- ¿Qué piensa cuando escucha el término “Transformación Digital”?
- ¿Qué piensa de su compañía en relación con el proceso de “Transformación Digital”?
- Considerando los siguientes objetivos, ¿Qué incremento (%) espera como resultado de la transformación digital?
- ¿Con qué frecuencia refina sus objetivos de transformación digital?
- ¿Qué tan importante son los siguientes criterios para una transformación digital exitosa?

- ¿Cuáles son los mayores desafíos que su organización ha experimentado realmente al intentar emprender una transformación digital exitosa?
- Valora la cultura empresarial referente a conceptos digitales
- ¿Utiliza su empresa soluciones Cloud / Nube?

Teniendo en cuenta a Hernández-Sampieri et al. (2018), a nivel general, la validez se relaciona con qué tan bien un instrumento mide la variable que está diseñado para medir. En otra reflexión, muestra conceptos abstractos a través de indicadores empíricos.

La confirmación de la validez del instrumento se alcanzó al obtener los resultados de 49 PyMEs localizadas en la Ciudad de México. Se utilizaron estadísticas descriptivas para evaluar los datos del perfil. Se utilizó el (α - alpha de Cronbach) para evaluar la consistencia interna del instrumento. Es un coeficiente que evalúa la correlación entre las respuestas de un cuestionario analizando el perfil de las respuestas proporcionadas por los encuestados. Se diseñó un cuestionario utilizando la escala de Likert, consistente en un conjunto de ítems (45) presentados en forma de afirmaciones o juicios.

Se validan estudios del concepto Transformación Digital, así como investigaciones publicadas en revistas científicas entre 2019 y 2022 (Higgins et al., 2020; Modgil et al., 2022). Generando los factores de la Transformación Digital: a) Computación en la Nube, b) Cultura, c) Inteligencia Artificial, d) Datos e) Ciber Seguridad f) CRM.

Evidencia relacionada con el criterio

¿En qué grado el instrumento mide lo mismo con otras entrevistas?

Evidencia relacionada con el constructo

1. ¿Cuáles son los factores de transformación digital (Computación en la Nube, Comercio Electrónico, ERP, Seguridad, Bases de Datos, Cultura, Capacitación) demanda y a qué precios?
2. ¿El instrumento mide la teoría en base al constructo y sus dimensiones?
3. ¿Cuántas aplicaciones se ofrecen y cuáles son los precios que están dispuestos a aceptar el productor?
4. A partir de una política de subsidios, se le pregunto a la empresa si demandaría más y mejores aplicaciones al mismo precio.

El grado en que una demostración produce resultados que son consistentes con la aplicación de la misma persona se conoce como confiabilidad o fiabilidad del instrumento (Hernández-Sampieri et al., 2018).

Según Kerlinger y Lee (2002), la definición técnica de confiabilidad ayuda en la evaluación de problemas teóricos y prácticos al tener en cuenta tanto el error aleatorio como el sistemático. Se mostrará el grado de imprecisión de la medición que se puede detectar en un instrumento, junto con el nivel de confiabilidad del dispositivo.

Hay muchas definiciones de confianza disponibles según las características del dispositivo de medición. A pesar de todo, muchos de ellos reconocen que, si bien la validez se refiere a la precisión con la que un instrumento de medición mide lo que se pretende medir, la consistencia se refiere a la consistencia con la que un instrumento de medición mide lo que se pretende medir (Magnusson, 1978). Hablando simplemente, Cohen y Swerdlik (2001) dijeron que la frase se refiere a algo que es constante, ya sea positivo o negativo.

Cronbach (1951) publicó su trabajo bajo el nombre de "Alfa de Cronbach", estableciendo un coeficiente que ahora se usa para medir el grado en que se correlacionan las métricas de un instrumento. El alfa de Cronbach se utiliza para determinar qué tan estrechamente se correlacionan las variables de la escala entre sí. La determinación se puede hacer de dos maneras: ya sea calculando las varianzas (Alfa de Cronbach) o normalizando las correlaciones entre las variables (Alfa de Cronbach). Para medir la solidez interna, se puede utilizar el coeficiente. Ahora que está hecho, no hay ningún efecto sobre la estabilidad del instrumento o el equivalente a largo plazo de ninguna manera.

El límite inferior del coeficiente de confianza, también conocido como coeficiente de precisión, es el coeficiente alfa. Un coeficiente alfa de 0,80, en otras palabras, solo indica que el coeficiente de precisión excede 0,80, no por cuánto. El coeficiente alfa es el promedio de todos los coeficientes de confianza producidos utilizando los enfoques de dos mitades.

El coeficiente alfa no indica la unidimensionalidad del instrumento. El coeficiente α se puede utilizar para evaluar la confiabilidad de un producto en cualquier escenario.

Cronbach (1951) definió la varianza como la "variación del elemento". La varianza de ítems utilizados:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right] \quad (2)$$

Donde:

α = Alfa de Cronbach

K = Número de Items

V_i = es la varianza de cada ítem i

V_t = es la varianza de los valores totales observador

La escala de Likert de 5 puntos sustenta el diseño de la encuesta al aplicar una prueba de 26 ítems a una muestra de 49 PyMEs de la Ciudad de México. Al realizar el cálculo de todas las variables obtenemos el alfa de Cronbach:

$$\alpha = 0.94$$

Se identifica que el coeficiente esta más próximo al valor máximo 1, lo que confirma que los ítems son consistentes entre sí. A mayor longitud de la prueba, mayor será el alfa α . De acuerdo al nivel del resultado obtenido se confirma la confiabilidad del instrumento.

Tabla 6

Valores de la Escala de Likert

Escala de Likert	Valor
Totalmente en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	3
De acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5

Nota: El principal objetivo de la escala de Likert es evaluar la opinión de personas como un método de medición.

La Tabla 6 exhibe los valores asignados en la escala de Likert catalogados del 1 al 5. En general, se acepta que la escala de Likert, a veces conocida como "escala de valoración", como el mejor método para organizar las respuestas de la encuesta en orden descendente. Se utiliza la escala de Likert para evaluar ítems del cuestionario electrónico enviado a las PyMEs de la Ciudad de México.

3.3 Análisis Envolvente de Datos (DEA)

De acuerdo a Cooper et al. (2011), el Análisis Envolvente de Datos (DEA) evalúa varias unidades de toma de decisiones (DMUs) en función de su capacidad para convertir numerosas entradas en múltiples salidas. Para generar varias salidas s , cada DMU puede tener una cantidad variada de m entradas. El modelo CCR (Charnes et al., 1978) se utiliza para predecir un rendimiento a escala constante; el modelo BCC se utiliza para pronosticar el rendimiento a escala variable (Banker et al., 1984). La economía de recursos está relacionada con la eficiencia. Los problemas de optimización sirven para evaluar la eficiencia.

Desde su concepción, han existido varias aplicaciones DEA en una amplia gama de áreas, así como múltiples expansiones a su idea central. Los modelos primarios, CCR y BCC, evalúan la eficiencia y / o el rendimiento de la DMU en relación con un período de tiempo determinado (un corte). En cambio, el resultado puede verse afectado por una serie de eventos que ocurren dentro de ese lapso de tiempo. Como resultado, la técnica DEA se ha desarrollado para incorporar modelos adicionales con el fin de examinar las DMU durante períodos de tiempo más largos y determinar las causas del grado de eficiencia / rendimiento. Algunos ejemplos de tales modelos lo son el análisis de ventanas (Window Analysis), el índice de Malmquist (Malmquist Index) y el análisis de eficiencia cruzada (Cross-efficiency Analysis).

Por consiguiente, las salidas se consideran esperadas y favorables; son de naturaleza máxima; siendo indispensable en la producción de salidas, el consumir cantidades de entradas y salidas. El crecimiento de la productividad está cercano a el consumo mínimo de entradas. El propósito de los modelos CCR y BCC es identificar la mejor manera de utilizar estos recursos para lograr las metas de la empresa y sus sistemas en su conjunto (Flégl, 2014).

Investigadores de una amplia gama de disciplinas han declarado que DEA es un enfoque muy práctico y sencillo para modelar y evaluar la eficacia de los procesos operativos. En su forma más formal, el modelo DEA pone énfasis en las fronteras de eficiencia en lugar de las tendencias predominantes. Implica cambiar un plan de regresión a través de un centro de datos, similar a una regresión estadística, y descubrir relaciones que de otro modo estarían ocultas.

Como resultado, el primer modelo DEA, presentado por Charnes et al. (1978) y conocido como DEA-CCR en honor a sus creadores, naciendo como respuesta a las pretensiones de Edward Rhodes de defender su tesis en la Escuela de Política y Administración Pública H.J. Heins III. El objetivo de la tesis fue evaluar iniciativas educativas para niños desfavorecidos en escuelas públicas de los Estados Unidos. Rhodes empleó un conjunto de datos lo suficientemente grande como para respaldar la adopción de métodos con diferentes grados de libertad. Los resultados, sin embargo, fueron más inesperados que preocupantes.

Cuando Rhodes estaba tratando de encontrar una solución a este problema, el artículo de Farrell "La medición de la productividad", publicado en el "Journal of the Royal Statistical Society" en 1957 (Farrel, 1957), llamó su atención. Farrel pudo establecer rápidamente su efectividad relativa aplicando su método a la producción agrícola de los Estados Unidos y aclarándolo usando el desempeño de otras DMU para evaluar el comportamiento de cada DMU con respecto a las salidas y entradas. Con base en esto, Charnes, Cooper y Rhodes desarrollaron el modelo CCR (Paço & Cepeda, 2013).

Partiendo de esto, Paço y Cepeda (2013) describieron que este modelo tenía un enfoque de nivel de entrada y asumía un rendimiento de escala constante. El propósito de este énfasis es identificar los parámetros de visualización que determinan el área de superficie activa o los límites efectivos de producción. La distancia radial desde el borde proporciona un indicador de la eficacia de una característica. La hipótesis de rendimiento de escala variable (VRS) es presentada por el segundo modelo DEA propuesto, denominado DEA-BCC.

3.3.1 Modelo CCR – Rendimientos constantes en escala

Se considera en cada n unidades de producción (DMUs), tanto como las m entradas de consumo y las s salidas producidas son diferentes en cada unidad de producción. Es así que,

la cantidad x_{ij} de entrada i para producir la cantidad y_{rj} de salida r están relacionadas con DMU_j . Asumiendo que cada DMU tiene al menos una salida y una entrada que tiene un valor distinto de cero, $x_{ij} \geq 0$ y $y_{rj} \geq 0$. La eficiencia relativa de la unidad de producción $DMU_j = DMU_0$ se analiza por medio de la relación de salidas y entradas. Cada unidad de producción DMU se analiza con respecto al conjunto completo de unidades de producción medidas DMU_j , donde $j = 1, 2, \dots, n$.

3.3.2 Modelo CCR orientado a la entrada (CCR-I)

La eficiencia de la unidad evaluada q , que es una suma ponderada de entradas y salidas, es maximizada por el modelo CCR. Para reducir o igualar a uno la efectividad de las otras unidades, se deben cumplir los criterios. El modelo CCR utiliza un método de optimización para calcular los pesos de las salidas y entradas con el fin de obtener la mayor eficacia posible para la unidad evaluada mientras se preservan las condiciones de máxima eficiencia para todas las demás unidades. Las siguientes características caracterizan el paradigma de entrada orientado a CCR. La fórmula a través de la cual se determina la eficiencia es una transformación de una relación múltiple salida/entrada a una sola entrada y una sola salida. Se busca maximizar esta relación, esto es,

$$\max_{u,v} q(u,v) = \frac{\sum_r^s u_r y_{r0}}{\sum_i^m v_i x_{i0}}, \quad (3)$$

donde la función $q(u,v)$ depende de la salida u y la entrada v . Además, $\sum_r u_r y_{r0}$ es la combinación lineal de las r salidas (aquí u_r es el multiplicador y y_{r0} los datos de salida), mientras que $\sum_i v_i x_{i0}$ es la combinación lineal de las i entradas (aquí v_i es el multiplicador y x_{i0} los datos de entrada, no todas cero). Por otra parte, los valores de esta función deben ser restringidos a valores de eficiencias relativas (entre 0 y 1) por lo que se tienen las siguientes restricciones al modelo (3):

$$0 \leq \frac{\sum_r u_r y_{r0}}{\sum_i v_i x_{i0}} \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_r \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$v_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

El problema no lineal del modelo $\max q(u, v)$, tiene como objetivo encontrar una combinación óptima de pesos (o multiplicadores) $\{u_r\}$ y $\{v_i\}$ de la unidad 0 , mientras se adhiere a la restricción de que ninguna unidad puede tener un puntaje de eficiencia más alto que otro que use estos mismos pesos.

Esta ecuación no es fácil de resolverse por lo que Charnes y Cooper (1962) lo transformaron a su forma lineal. La orientación a la entrada q del modelo CCR lineal se identifica por

$$\max q = \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \tag{4}$$

sujeto a

$$\begin{aligned} \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0, \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{io} &= 1 \\ \mu_r, v_i &\geq 0 \end{aligned}$$

Cooper et al. (2011) definieron que estos requisitos aseguran que todos los pesos de entrada y salida (u, v) tengan valores distintos de cero y, por lo tanto, se incluyan en el modelo hasta cierto punto. Son unidades ineficientes de las DMUs que tengan $q < 1$, las DMU efectivas son aquellas que superan el valor de $q=1$ y operan en la ventaja competitiva.

3.3.3 Modelo CCR orientado a la salida (CCR-O)

Un modelo CCR dirigido hacia la salida se puede definir de manera similar a un modelo CCR dirigido hacia la entrada. En este caso, la efectividad de la unidad q se evalúa como una relación ponderada entre entradas y salidas (Cooper et al., 2011)

$$\min q(u, v) = \frac{\sum_i^m v_i x_{i0}}{\sum_r^s u_r y_{r0}} \quad (5)$$

sujeto a

$$\begin{aligned} \frac{\sum_i v_i x_{ij}}{\sum_r u_r y_{rj}} &\leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ u_r &\geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, s \\ v_i &\geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

La ecuación (5) mide la eficiencia orientada al modelo de salidas CCR-O donde $\min q$ representa a la unidad evaluada donde u representa el peso de las salidas y v el peso de las entradas, basándose en el cálculo comparativo del cociente entre la suma ponderada de entradas i (insumos) y salidas r (productos) de varias unidades de decisión (DMU j -ésima) que serán representadas en esta investigación por medio de la muestra de PyMEs de la Ciudad de México.

Existen n unidades ($j = 1, 2, \dots, n$), cada una de las cuales utilizan las mismas entradas (en diversas cantidades) para obtener las mismas salidas (en diversas cantidades). y_{rj} ($y_{rj} \geq 0$) representa las cantidades observadas de output r ($r = 1, 2, \dots, s$) generados por la j -ésima unidad. x_{ij} ($x_{ij} \geq 0$) figura las cantidades de input i ($i = 1, 2, \dots, m$) utilizados por la j -ésima unidad. x_{i0} simboliza la cantidad de input i consumido por la unidad que es evaluada, unidad₀. Los pesos (o multiplicadores) de las salidas y entradas son simbolizados por u_r ($r = 1, 2, \dots, s$) y v_i ($i = 1, 2, \dots, m$) respectivamente.

El problema no lineal, modelo $\min q(u, v)$, intenta obtener el conjunto óptimo de pesos (o multiplicadores) $\{u_r\}$ y $\{v_i\}$, que demuestren como la eficiencia relativa se maximiza, $q(u, v)$, de la unidad₀ definida como la razón del total de las entradas $\sum_i v_i x_{i0}$ y la razón de total de salidas $\sum_r u_r y_{r0}$.

La ecuación (6), con la transformación de Charnes-Cooper, también es posible convertir a una ecuación lineal estándar (Charnes & Cooper, 1962). El modelo lineal CCR con diseño orientado a la salida se identifica por

$$\min q = \sum_{i=1}^m v_i x_{io} \quad (6)$$

sujeto a

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} &\geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{r=1}^s \mu_r y_{ro} &= 1 \\ \mu_r, v_i &\geq \varepsilon \end{aligned}$$

La ecuación (6) representa el valor mínimo de q por medio de la suma de entradas por medio del cociente de la variable v_i que simboliza el peso cada DMU y la variable x_{io} que muestra la cantidad de productos como entrada. Sujeto a la validación de la resta entre $\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}$ y $\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj}$ la cual debe ser mayor o igual a 0. Adicional a la suma de entradas y pesos $\sum_{r=1}^s \mu_r y_{ro}$ debe ser igual a 1. Los modelos CCR dirigidos hacia la salida se interpretan de manera similar a los modelos CCR dirigidos hacia la entrada.

3.3.4 Proceso en dos-etapas

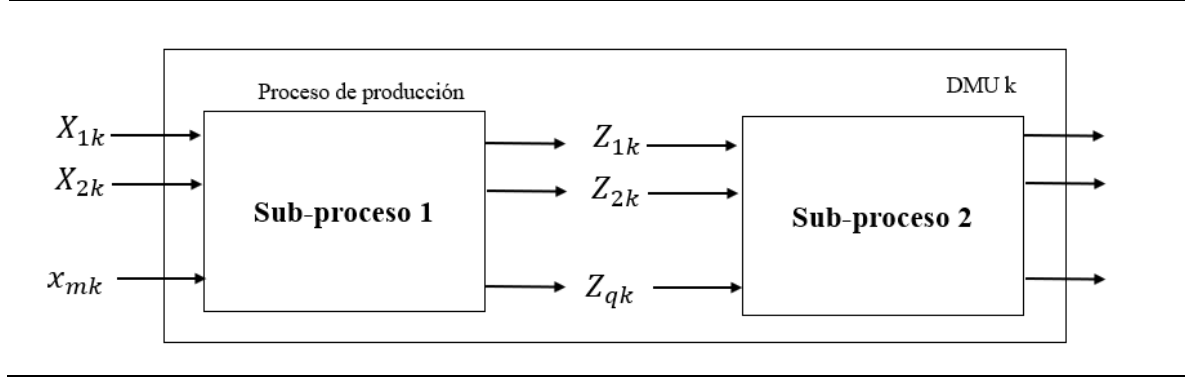
Desde la postura de Cook et al. (2010), el proceso de evaluación de la eficiencia (rendimiento) es a menudo más complicado y no puede establecerse como un simple vínculo entre las entradas y salidas de cada DMU. El proceso considerado se suele representar como una red con una estructura en serie, paralela o mixta. En su forma más básica, el análisis DMU es un procedimiento de dos pasos en el que las entradas de la primera etapa se pueden utilizar total o parcialmente como entradas para la segunda etapa.

El proceso de una sola etapa descrito en (7) puede no ser apropiado para describir procesos de producción complejos. Los intrincados procesos de producción se pueden dividir en numerosos subprocesos, siendo ciertos productos los resultados de un subproceso y las entradas de otro. Teniendo en cuenta las ideas dadas por Kao y Hwang (2008), se asume que cada $DMU_j (j = 1, 2, \dots, n)$ contiene m entradas $x_{ij} (i = 1, 2, \dots, m)$ para la primera etapa y D salidas $z_{dj} (d = 1, 2, \dots, D)$ desde esta etapa. Luego, estas D salidas se convierten en las entradas de la segunda etapa y se denominan medidas intermedias. Las salidas de la segunda

etapa son x_{rj} ($r = 1, 2, \dots, s$). En este caso, las medidas intermedias son las únicas entradas a la segunda etapa del proceso y no hay entradas independientes adicionales a la segunda etapa.

Figura 20

Proceso de dos etapas con entradas X , salidas Y y productos intermedios Z



Nota: Gráfica elaborada con datos (Kao & Hwang, 2008).

El procedimiento de dos-etapas se exhibe en la Figura 20 donde las entradas X participan en el subproceso 1 arrojando productos intermedios Z los cuáles participan como entrada en el subproceso 2 finalizando con las salidas Y .

En el modelo (7) se define la eficiencia en la primera etapa como e_j^1 y la eficiencia en la segunda etapa se indica como e_j^2 por cada DMU_j . Luego se define el modelo CCR DEA descrito por Charnes et al. (1978)

$$e_j^1 = \frac{\sum_{d=1}^D w_d z_{dj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}, \quad e_j^2 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{d=1}^D \tilde{w}_d z_{dj}} \quad (7)$$

donde v_1 , w_d , $\tilde{w}_d$ y u_r son pesos no negativos desconocidos y w_d puede ser igual a $\tilde{w}_d$. La eficiencia general del proceso de dos etapas es el producto de las eficiencias de los dos subprocesos como $e = e_j^1 \cdot e_j^2$.

Si se considera un enfoque cooperativo (centralizado) como se define Kao y Hwang (2008) o Liang et al. (2008), dejando $w_d = \tilde{w}_d$ en (7), el modelo de dos etapas determina conjuntamente el conjunto de ponderaciones óptimas de los factores intermedios para

maximizar las puntuaciones de eficiencia. Los puntajes de eficiencia de ambas etapas se optimizan simultáneamente. El modelo lineal (8) se puede definir como:

$$e_0^* = \text{Max} \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} \quad (8)$$

sometido a

$$\begin{aligned} \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} &\leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} &= 1 \end{aligned}$$

$$w_d \geq \varepsilon, \quad d = 1, 2, \dots, D; \quad v_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad u_r \geq \varepsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s.$$

Con la ecuación (8) se obtiene la eficiencia general. Una vez obtenida la eficiencia general, podemos calcular la eficiencia divisional para cada etapa mediante la descomposición de la eficiencia (Kao & Hwang, 2008). Denotamos el valor óptimo para el modelo (8) como e_0^* , entonces $e_0^* = e_0^{1*} \cdot e_0^{2*}$. La ecuación (9) muestra el valor máximo alcanzable para e_0^{1*} que se puede determinar como

$$e_0^{1+} = \text{Max} \sum_{d=1}^D w_d z_{d0} \quad (9)$$

sometido a

$$\begin{aligned} \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} &= e_0^* \\ \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$w_d \geq \varepsilon, \quad d = 1, 2, \dots, D; \quad v_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad u_r \geq \varepsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s.$$

Luego sigue el mínimo de está dado por e_0^{2*} dado por $e_0^{2-} = e_0^*/e_0^{1+}$. El modelo (10) muestra el máximo que se puede calcular utilizando el siguiente modelo lineal como:

$$e_0^{2+} = \text{Max} \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} \quad (10)$$

sometido a

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{r0} - e_0^* \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} \leq 0$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{d=1}^D w_d z_{dj} \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{dj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{d=1}^D w_d z_{d0} = 1$$

$$w_d \geq \varepsilon, \quad d = 1, 2, \dots, D; \quad v_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad u_r \geq \varepsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s.$$

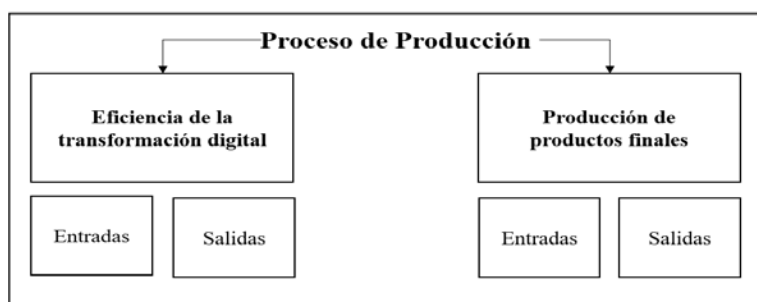
El mínimo de e_0^{1*} luego se calcula como $e_k^{1-} = e_0^*/e_0^{2+}$.

Las m entradas x_{ij} , ($i = 1, 2, \dots, m$) donde m es igual al total de entradas para la primera etapa se definen por el presupuesto de TI de los diferentes dominios de la TD de cada DMU analizada. Los dominios de TD utilizados como entradas i incluyen el ERP, Comercio Electrónico (CE), Computación en la Nube (CN), Inteligencia Artificial (AI), Redes Sociales (RS) y Seguridad de la Información (SI).

Las D salidas z_{dj} ($d = 1, 2, \dots, D$) desde la primera etapa se identifican como el Ingreso Anual (IA) y Ventas en línea (VL). Las D salidas se convierten en las entradas de la segunda etapa y se denominan medidas intermedias. Las salidas de la segunda etapa son y_{rj} ($r = 1, 2, \dots, s$) donde $s = total$. La cantidad y_{rj} de salida r de la segunda etapa se define como el Aumento de la Productividad (AP). Algunos (o todos) de los productos (outputs) sirven como inputs de la segunda etapa que se gastan para la producción de productos finales (Jablonsky, 2018). La Figura 21 pone en descubierto el proceso de producción que integra la eficiencia de la TD con el resultado de productos finales recibidos por los clientes de cada una de las PyMEs en operación.

Figura 21

Proceso de producción



Nota: Gráfica elaborada con datos de Jablonsky (2018).

En conclusión, se elige el método DEA (Data Envelopment Analysis) en esta investigación al considerar que DEA es una técnica de evaluación de eficiencia que utiliza el análisis de datos y toma de decisiones de diversos campos como es la gestión, la investigación y la economía. Se identifican algunos beneficios relevantes como lo es que DEA es capaz de analizar múltiples insumos y productos en donde intervienen unidades complejas. DEA no requiere una función de producción explícita ni hace suposiciones sobre la forma funcional de las relaciones entre las entradas y las salidas. Además de proporcionar una evaluación de eficiencia, DEA también tiene la capacidad de distinguir entre ineficiencia técnica y asignativa. Como resultado, es más sencillo identificar las ubicaciones particulares donde una unidad puede funcionar mejor.

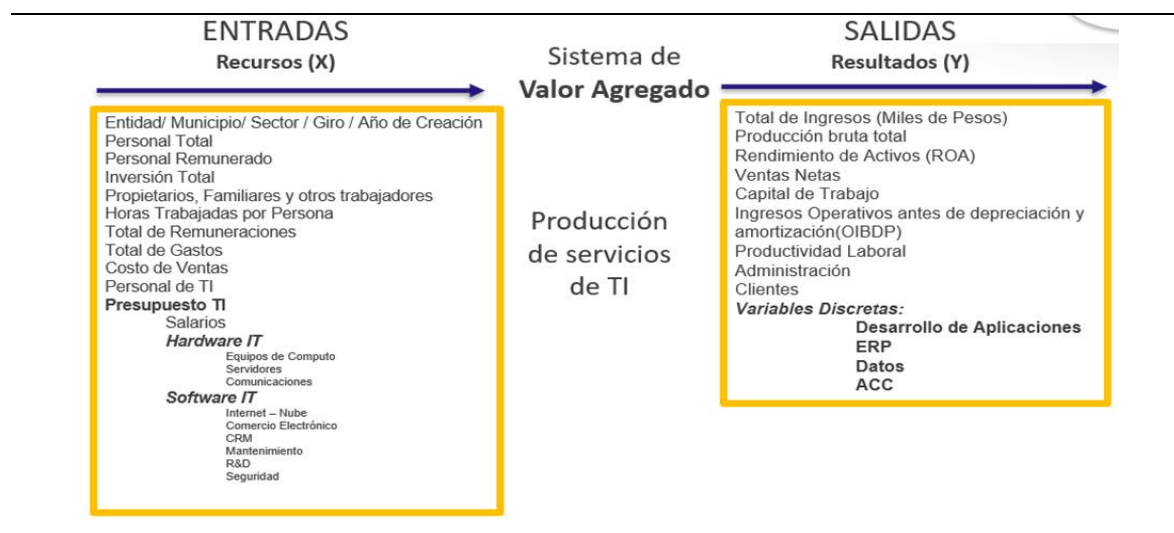
Resultados

En este capítulo se exponen los resultados obtenidos a lo largo de esta investigación. Los resultados mencionados fueron obtenidos mediante el análisis de un conjunto de estadísticas descriptivas, derivadas de una muestra (n) seleccionada de las PyMEs ubicadas en la Ciudad de México. Con el fin de asegurar la validez y confiabilidad de los datos, se utilizó un instrumento específico.

La Figura 22 representa las entradas consideradas como recursos (X) y las salidas consideradas como resultados (Y) en el método DEA (Análisis Envolvente de Datos) utilizado en la investigación, mostrando la relación entre el presupuesto de TI invertido en un intervalo de tiempo determinado y los resultados obtenidos, que incluyen el total de ingresos y el aumento de la productividad.

Figura 22

Análisis Envolvente de Datos (entradas – salidas)



Nota: Gráfica elaborada con datos de Ross & Ernstberger (2004); Mitrović (2020); Chou & Shao (2014); Shao & Lin (2001); Fazlollahi & Franke (2018); Lin et al., (2010); Chen et al., (2004).

En el presente informe, se exponen los resultados derivados de la investigación llevada a cabo. El estudio se enfocó en analizar una muestra (n) de diversas Unidades de Toma de Decisiones (DMUs) que representan diversos sectores con presencia en la Ciudad de México. La metodología empleada para este análisis se dividió en dos fases distintas.

En la Fase 1, se consideraron como entradas (i) los datos relacionados con el presupuesto destinado a tecnologías de la información (IT) ejercido durante un período específico. Este presupuesto incluyó aspectos como ERP, Comercio Electrónico, Computación en la Nube, Inteligencia Artificial, Redes Sociales, Investigación y Desarrollo, así como Seguridad de la Información. A partir de estos datos, se identificaron y crearon productos intermedios (Z), que a su vez están compuestos por el Ingreso Anual (IA) y las Ventas en Línea (VL).

La Fase 2 utilizó estos productos intermedios (Z) como nuevas entradas (i) para evaluar cada DMU que formó parte de la muestra (n). La Fase 2 de la metodología DEA concluyó al obtener las salidas que miden el aumento de la productividad (AP) de cada una de las DMU que conformaron la muestra (n).

Cabe destacar que los resultados obtenidos constituyen un aporte valioso para los diversos sectores empresariales representados en la muestra. Estos hallazgos ofrecen una visión enriquecedora sobre la relación entre el presupuesto invertido en tecnologías de la información (TIC) y el rendimiento empresarial en términos de ingresos y productividad. Su relevancia reside en el contexto específico de la Ciudad de México, proporcionando elementos clave para la toma de decisiones informadas y el desarrollo estratégico de las organizaciones en dicho entorno.

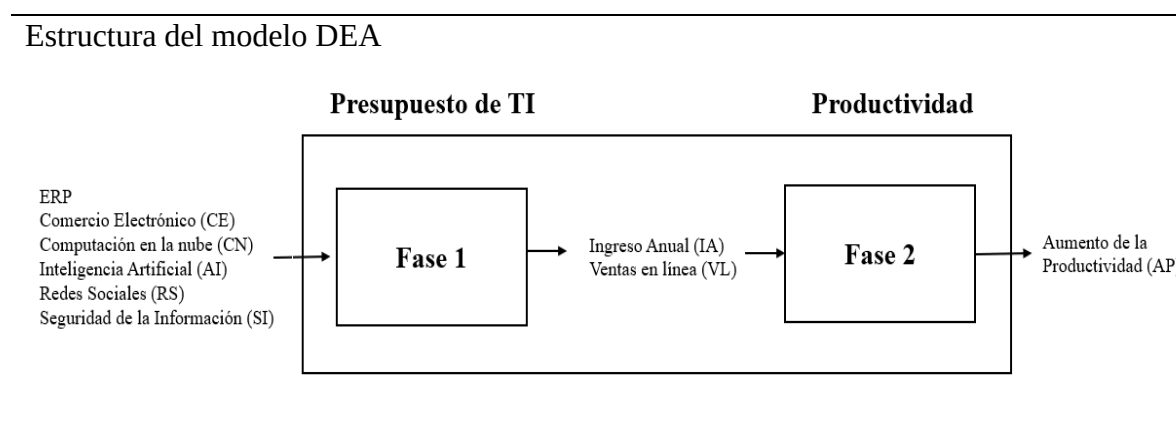
4.1 Estructura de dos-etapas

Para obtener los datos necesarios, fue imprescindible aplicar un instrumento compuesto por 45 ítems a una muestra (n) de 529 Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs) situadas en la Ciudad de México. Cada uno de estos ítems se relacionaba con la obtención de datos financieros, tales como el presupuesto global, presupuesto de Tecnologías de la Información (TI), cantidad total de empleados, empleados dedicados a TI, gastos de operación e ingresos generados por ventas en línea.

Mediante el análisis de estos datos, se procedió al cálculo del incremento en la productividad de cada una de las PyMEs, con el objetivo de identificar aquellas que habían implementado una estrategia de Transformación Digital (TD) en los últimos años de su presencia en el mercado, así como aquellas que no lo habían hecho.

La Figura 23 manifiesta la estructura del modelo DEA dosificado en dos etapas o dos fases.

Figura 23



Nota: Se identifican las entradas (i) y salidas (r) de las variables DEA. Ítems = 45.

La fundamentación de esta investigación se sustenta en un proceso compuesto por dos fases (o etapas), que permite visualizar la eficiencia de cada PyME dentro de un periodo determinado mediante el método DEA. Como pilar fundamental para la integración de un modelo con múltiples entradas (i) y salidas (r), se han analizado diversos artículos de investigación similares, lo cual ha resultado en la creación de un modelo que consta de dos fases distintivas: la fase 1 y la fase 2. El propósito de la Fase 1 consiste en investigar la información relativa a los gastos aplicados por las PyMEs en servicios o productos de tecnología de la información durante un período específico en el transcurso de sus operaciones.

La Fase 1 del proyecto se basa en la integración del presupuesto de Tecnologías de la Información (TI) en varios dominios, incluyendo ERP, Comercio Electrónico (CE), Computación en la Nube (CN), Inteligencia Artificial (AI), Redes Sociales (RS) y Seguridad de la Información (SI). Como resultado de esta etapa, se generan productos intermedios (Z), tales como el Ingreso Anual (IA) y las Ventas en Línea (VL).

Estos productos intermedios, a su vez, se convierten en las entradas para Fase 2 del proyecto, en la que se denominan también como productos intermedios. Las salidas de esta segunda etapa se materializan en el Aumento de la Productividad (AP).

El enfoque de la evaluación se centra en ambas fases del proyecto, permitiendo identificar el impacto de la inversión en Tecnologías de la Información (TI) en cada Unidad de Toma de Decisiones (DMU). Se analizaron aspectos como los ingresos anuales, las ventas en línea y el incremento de productividad en las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs) que participaron en esta investigación.

Los resultados obtenidos representan la Fase 1 y Fase 2, así como un impacto general de las entradas (i) y salidas (r) consideradas en este estudio. La evaluación de la tecnología de la información (TD) se ha centrado en el retorno de la inversión, el incremento de la productividad y su relación con la optimización de los procesos internos de la organización. Este enfoque de dos fases basado en el análisis envolvente de datos (DEA) se desarrolla para incluir los productos intermedios (Z) como resultado de la actividad de TI, añadiendo así valor agregado. Se observa que ambas fases muestran un comportamiento similar en términos de eficiencia al permitir identificar las empresas que han adoptado o no una estrategia de TD al inicio de sus operaciones en el mercado.

4.2 Fase 1 – Relación de la inversión en IT con los resultados de los Ingresos Anuales y Ventas en Línea

El objetivo de este estudio fue analizar la relación entre la inversión en tecnología de la información (IT) y los resultados financieros de las empresas en términos de ingresos anuales y ventas en línea. Se examinó cómo la inversión en IT puede impactar de manera significativa en el desempeño económico y comercial de las PyMEs.

El análisis general de la Fase 1 muestra que las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs) de diversos sectores han alcanzado un promedio total de eficiencia de 0.215. Este resultado se

obtiene al considerar las inversiones en Tecnologías de la Información (TI) y homologar sus respectivos dominios.

Tabla 7

Estadística descriptiva de la muestra por sector por cada fase del modelo DEA

Sectores	DMU	Fase 1	<i>n</i>
Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca	DMU-01	0.617	1
Comercio y/o Retail	DMU-02	0.242	333
Comercio, Retail	DMU-03	0.162	23
Construcción	DMU-04	0.192	17
Consumo Masivo	DMU-05	0.119	13
Energía, Petróleo y Gas	DMU-06	0.191	3
Industria Manufacturera, Prod. Industriales	DMU-07	0.108	2
Industrias manufactureras	DMU-08	0.149	13
Minería	DMU-09	0.122	1
Servicios	DMU-10	0.212	64
Servicios Financieros y de seguros	DMU-11	0.133	11
Servicios Profesionales	DMU-12	0.107	13
Tecnología y Comunicaciones	DMU-13	0.082	22
Transporte y Almacenamiento	DMU-14	0.228	13
Total general	14	0.215	529

Nota: Esta tabla demuestra la variación de la eficiencia en cada sector de las empresas de México de acuerdo con la Fase 1 del modelo DEA. Promedio total = 0.215, *n* = 529.

Al segmentar el promedio total de eficiencia obtenida en los distintos sectores que conforman la muestra de PyMEs, se logran identificar los siguientes resultados:

El sector de Ganadería, Agricultura, Pesca y Silvicultura obtiene un 0.617 de eficiencia que representa el mayor de todos los sectores evaluados. Continuando la evaluación de los sectores se reconoce al sector de Comercio y/o Retail con un 0.242 de eficiencia, Transporte y Almacenamiento con un 0.228 de eficiencia, Servicios con un 0.212 de eficiencia, Construcción con un 0.192 de eficiencia, Energía, Petróleo y Gas con un 0.191 de eficiencia, Industrias Manufactureras con un 0.149 de eficiencia, Servicios Financieros y de seguros con un 0.133 de eficiencia, Minería con un 0.122 de eficiencia, Consumo Masivo con un 0.119 de eficiencia, Servicios Profesionales con un 0.107 de eficiencia, Tecnología y Comunicaciones con un 0.082 de eficiencia, así como a la Industria Manufactura con un

resultado de 0.108 de eficiencia promedio. El promedio de la eficiencia por sector se calculó por medio de una muestra de 529 PyMEs.

Efectivamente, el tiempo que llevan en operación las PyMEs analizadas es un factor relevante en los resultados, ya que influye en la diversificación de la eficiencia mostrada. El período de operación de cada PyME juega un papel crucial al provocar un aumento o reducción en sus niveles de eficiencia. El análisis realizado demuestra que aquellas PyMEs con años más recientes de operación han logrado una mayor eficiencia promedio al integrar niveles de digitalización en su estrategia desde su inicio.

Los datos analizados indican que las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs) con menor tiempo de operación en el mercado presentan un promedio de eficiencia más elevado, alcanzando un valor de 0.449 para aquellas con menos de un año de operación. Por otro lado, las PyMEs con 1 a 4 años de operación muestran una eficiencia de 0.314, mientras que aquellas con 10 a 15 años de operación tienen una eficiencia de 0.229 y las que tienen más de 15 años de operación exhiben una eficiencia de 0.087. Es evidente que las PyMEs con mayor tiempo de operación experimentan una disminución constante en su eficiencia.

No obstante, es importante señalar que este panorama podría cambiar a medida que las PyMEs adopten una estrategia de Transformación Digital (TD) y la computación en la nube continúe su crecimiento. Estos avances tecnológicos ofrecen oportunidades para mejorar la eficiencia operativa y competitividad, lo que potencialmente podría revertir la tendencia de declive en la eficiencia de las PyMEs con mayor antigüedad en el mercado.

La Tabla 8 muestra los resultados de eficiencia obtenidos mediante el método DEA al integrar variables como el tipo de organización y el tiempo de operación de las PyMEs. Se observa que el nivel más alto de eficiencia en el periodo de operación de 1 a 4 años es de 0.323, representado por las PyMEs clasificadas como privadas. Sin embargo, es notorio que su eficiencia disminuye considerablemente en el periodo de tiempo mayor a 15 años, obteniendo un promedio de eficiencia de 0.084.

Por otro lado, todas las PyMEs clasificadas, ya sean familiares, privadas o públicas, logran un nivel más alto de eficiencia promedio de 0.449 en un espacio de tiempo de operación menor a 1 año. Además, se observa que los grupos clasificados mantienen un nivel significativo de eficiencia de 0.314 durante el periodo de 1 a 4 años de operación. Estos hallazgos indican que las PyMEs, independientemente de su tipo de organización, tienden a

lograr una mayor eficiencia durante los primeros años de operación, pero pueden experimentar un declive en su eficiencia a medida que el tiempo de operación se prolonga, especialmente en el caso de las PyMEs privadas con más de 15 años de experiencia.

Es interesante observar que las PyMEs clasificadas como familiares presentan un índice de productividad de 0.153 en menos de un año, mientras que las privadas muestran una productividad más elevada en el mismo período, con un valor de 0.502, y las públicas alcanzan una productividad de 0.587 en menos de un año de operación.

Estos resultados demuestran que la eficiencia de cada PyME está estrechamente relacionada con la adopción de la transformación digital, como la incorporación de redes sociales y la utilización de la computación en la nube, especialmente durante su primer año de operación. Estas herramientas tecnológicas pueden desempeñar un papel fundamental en mejorar la eficiencia operativa y la productividad de las PyMEs, permitiéndoles alcanzar un mayor rendimiento en un corto período de tiempo.

En cuanto a las PyMEs con una subsistencia mayor a 15 años, se corrobora que, si bien Internet ya existía en ese momento, el costo de inversión en transformación digital era considerablemente alto. Esto llevó a una mayor inversión de capital en software, hardware, infraestructura y personal de tecnologías de la información en centros de datos ubicados en las oficinas o plantas de estas empresas. Es probable que estas inversiones hayan sido un desafío para las PyMEs en ese momento, lo que podría explicar el menor índice de productividad observado en este grupo.

Tabla 8

Estimación de datos en la Fase 1 de la metodología DEA

Fase 1	Menos de 1 año	1-4 años	5-9 años	10-15 años	+15 años	Total	<i>n</i>
Familiar	0.153	0.000	0.084	0.201	0.646	0.217	5
Privada	0.502	0.323	0.245	0.236	0.084	0.218	502
Pública	0.587	0.264	0.237	0.065	0.037	0.159	22
Total, general	0.449	0.314	0.244	0.229	0.087	0.215	529
	5	74	164	165	121		

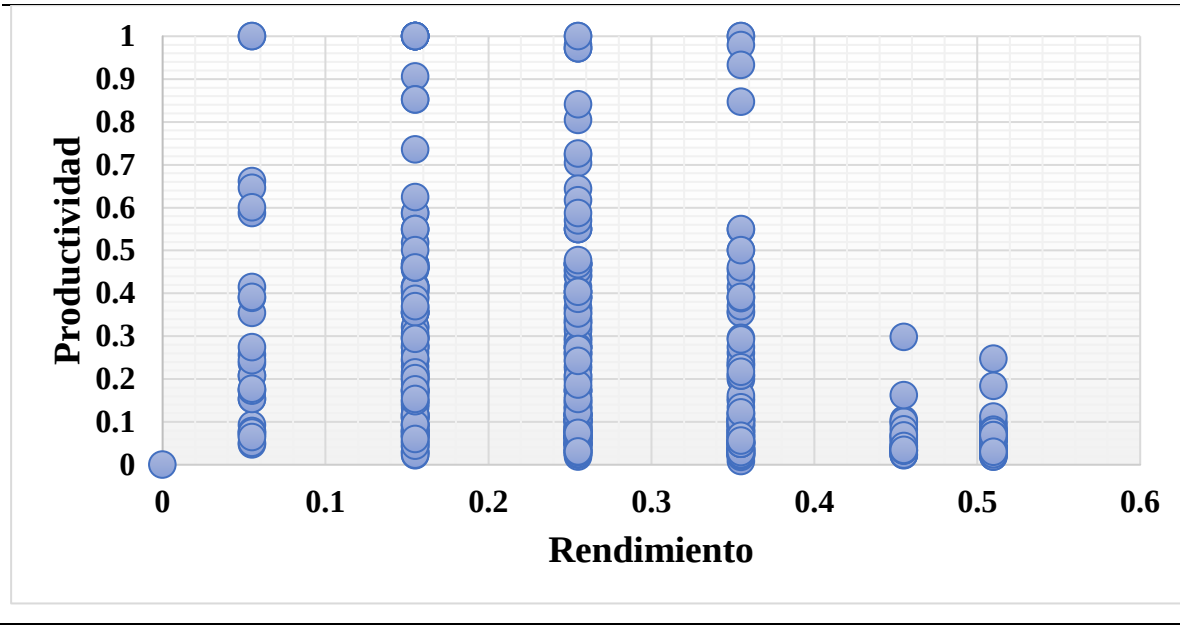
Nota: Elaboración con datos de PyMEs en la Ciudad de México. DMUs (*n*) = 529.

En la actualidad, el dominio de Transformación Digital (TD) conocido como computación en la nube ha contribuido a reducir los costos en tecnologías de la información, lo que hace que la contratación de servicios digitales como correo electrónico, ERP, CRM y redes sociales sea más atractiva y accesible para las PyMEs. Esto ha resultado en un incremento significativo de la productividad en las PyMEs con operaciones menores a 4 años.

Este aumento en la productividad está estrechamente relacionado con la creciente disponibilidad de soluciones digitales que incluyen capacidades de conectividad, acceso a Internet, redes sociales y manejo de datos. Además, estas soluciones permiten una comunicación continua y efectiva con los clientes sin requerir una inversión significativa en personal de tecnologías de la información. Esta oportunidad ha permitido que las nuevas PyMEs intensifiquen su productividad y expandan su base de clientes, aprovechando medios de comunicación como las redes sociales y los servicios de *streaming*.

Figura 24

Incremento de la productividad vs rendimiento durante la Fase 1



Nota: Elaboración con datos de PyMEs en la Ciudad de México. DMUs=529.

La Figura 24 destaca el crecimiento de la productividad y su relación intrínseca con el rendimiento de las PyMEs dentro de la Fase 1 de la investigación. El rendimiento aquí

engloba todas las inversiones en Tecnologías de la Información (TI) que las PyMEs de la Ciudad de México han aplicado, incluyendo sistemas como ERP, CRM, Comercio Electrónico, Cloud Computing, Redes Sociales, Inteligencia Artificial, Investigación y Desarrollo (R&D) y Seguridad de la Información.

Los resultados de la investigación demuestran que el intervalo de rendimiento del 0 al 0.4% de las PyMEs se asocia con un 40% de productividad. Esto sugiere que incluso pequeñas mejoras en el rendimiento de las inversiones en TI pueden tener un impacto significativo en el aumento de la productividad de las PyMEs.

Es interesante notar que existen casos de PyMEs cuyo rendimiento se encuentra en el rango del 0 al 4%, pero que logran alcanzar un nivel de productividad del 50%. Esto indica que estas empresas están logrando un alto nivel de eficiencia y rendimiento en sus inversiones en soluciones de Tecnologías de la Información (TI). Es probable que estén aprovechando de manera óptima las herramientas digitales y tecnológicas para mejorar sus procesos y operaciones, lo que a su vez les permite aumentar su productividad de manera significativa. En el caso de las PyMEs con un rendimiento mayor al 0.6%, se observa que su nivel de productividad se encuentra en el rango del 5 al 35%. Esto sugiere que, si bien estas empresas han logrado mejorar su rendimiento y eficiencia en cierta medida, aún hay margen para optimizar y aprovechar al máximo las inversiones en TI para obtener una mayor productividad.

Finalmente, se destaca que para las PyMEs con niveles de rendimiento que abarcan desde el 0% hasta el 100%, el límite máximo de productividad que se alcanza es del 50%. Esto podría indicar que, independientemente del rendimiento obtenido, hay un límite en la capacidad de las inversiones en TI para influir en la productividad de manera directa. Otros factores, como la gestión empresarial, estrategias de mercado, entre otros, también juegan un papel crucial en el logro de niveles más altos de productividad.

Es relevante destacar que una parte significativa de la productividad demostrada en los resultados está estrechamente relacionada con la adopción de soluciones digitales a través de la computación en la nube en las PyMEs, así como con el conocimiento y habilidades de los colaboradores para utilizar estas herramientas de manera efectiva.

La computación en la nube ha demostrado ser una valiosa aliada para las PyMEs al permitirles acceder a recursos y servicios tecnológicos de manera flexible y escalable, sin la necesidad de invertir en infraestructura costosa. Esto les brinda la oportunidad de aprovechar herramientas como aplicaciones empresariales, almacenamiento de datos, servicios de análisis y más, lo que puede mejorar significativamente la eficiencia y eficacia de sus operaciones. Sin embargo, la experiencia y la competencia continua de los colaboradores también juegan un papel importante en la adopción de estas soluciones digitales. Para utilizar plenamente los recursos a su disposición y maximizar sus talentos, el personal debe obtener la capacitación adecuada.

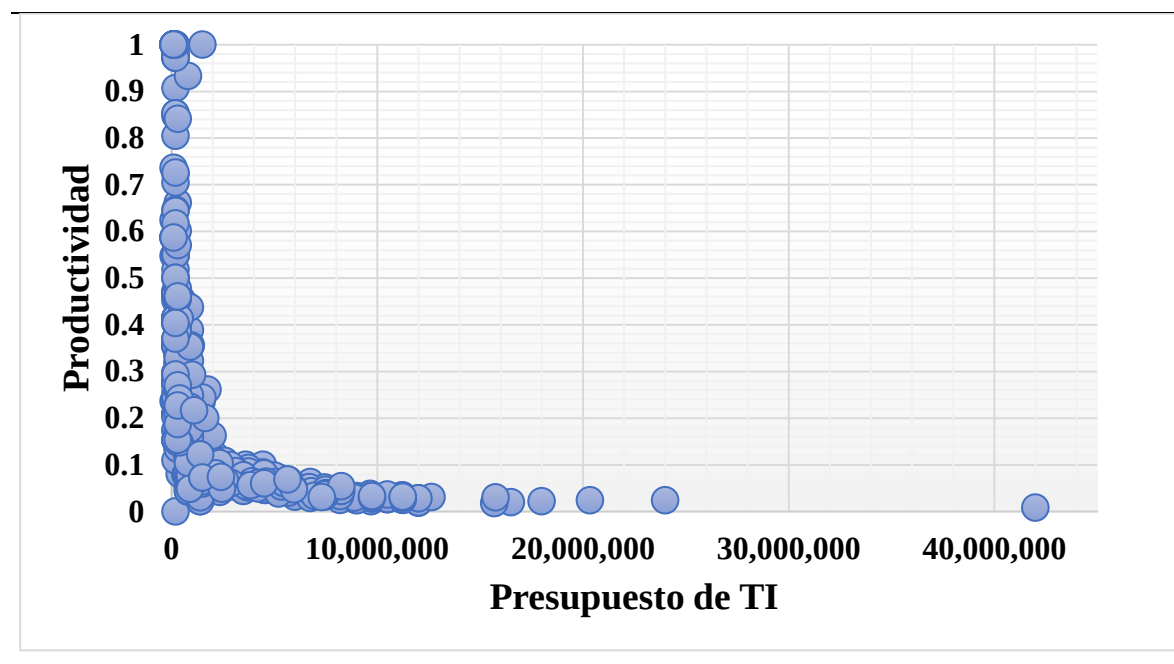
La Figura 25 resalta la correlación que se ha encontrado en el estudio entre la inversión en Tecnologías de la Información (TI) y la productividad alcanzada por cada una de las PyMEs incluidas en la muestra. Se observa que un aumento promedio del 10% en la productividad se logra en una parte significativa de las PyMEs que han invertido en TI hasta un monto máximo de \$5 millones de pesos mexicanos (MXP).

Una conclusión importante que se puede extraer es que el crecimiento de la productividad, en la mayoría de los casos evaluados, se logra con inversiones en TI iguales o superiores a \$5 millones de pesos mexicanos (MXP). Es decir, existe una relación positiva entre la inversión en TI y el aumento de la productividad en estas PyMEs. Sin embargo, también se nota que algunas PyMEs han logrado incrementar su presupuesto en TI, ya sea mayor o igual a \$5M (MXP) o menor o igual a \$25M (MXP), y han mantenido una similitud en el aumento de productividad, que se sitúa en el rango del 1 al 10%. Esto sugiere que, en algunos casos, un mayor gasto en TI no necesariamente garantiza un mayor aumento en la productividad.

Se puede observar que una inversión en TI de hasta \$5M (MXP) puede llevar a un aumento significativo en la productividad en una parte importante de las PyMEs, pero el incremento de productividad no necesariamente aumenta de manera proporcional con una inversión mayor a \$5M (MXP). Esto destaca la importancia de realizar una gestión inteligente y estratégica de las inversiones en TI, asegurándose de que se alineen adecuadamente con los objetivos y necesidades específicas de cada PyME para obtener los mejores resultados en términos de productividad y rendimiento empresarial.

Figura 25

Incremento de la productividad vs presupuesto en TI durante la Fase 1



Nota: Elaboración con datos de PyMEs en la Ciudad de México. DMUs=529. Presupuesto de TI (PTI).

Este análisis ha permitido exhibir que algunas PyMEs han logrado incrementar su productividad en un rango amplio, que va desde un 1% hasta un 100%, a pesar de haber invertido diferentes cantidades en Tecnologías de la Información (TI). Esto refuerza la idea de que una estrategia sólida basada en Transformación Digital (TD) puede ser un factor determinante para aumentar la productividad de manera constante, sin necesidad de realizar grandes aumentos en las inversiones en TI.

Uno de los factores que ha contribuido a este resultado es la disminución de los costos de las tecnologías digitales, especialmente debido a la adopción de la computación en la nube. Esta tecnología ha permitido que las PyMEs accedan a soluciones tecnológicas más asequibles, lo que ha facilitado su implementación y ha impulsado su activación en los procesos diarios de la empresa.

La capacitación continua de los colaboradores también ha sido un factor clave en este aumento de la productividad. El conocimiento y la habilidad para utilizar eficientemente las

herramientas tecnológicas son fundamentales para aprovechar al máximo sus beneficios y mejorar la eficiencia operativa.

La asignación de prioridades por parte de los *stakeholders*, accionistas y dueños también ha desempeñado un papel importante en el éxito de la estrategia de TD. Cuando existe un compromiso claro con la adopción de tecnologías digitales y una visión clara de cómo estas contribuirán al crecimiento y desarrollo de la empresa, los resultados pueden ser más efectivos y consistentes.

Es interesante señalar que, a pesar de la diversidad en los sectores de las industrias en México y la variabilidad en el tamaño de la muestra, se ha observado un comportamiento similar en cada uno de ellos en términos de la relación entre la inversión en TI y el aumento de la productividad. Esto sugiere que la importancia de la Transformación Digital y su impacto en la productividad son aspectos relevantes y aplicables en diferentes ámbitos empresariales.

Por último, se destaca que la competitividad global y el desempeño económico de las naciones están fuertemente relacionados con el nivel de disponibilidad, aceptación y uso de las Tecnologías de la Información (Czernich et al., 2011; Kongaut & Bohlin, 2014).

La Figura 26 muestra la relación entre la cantidad de personal de Tecnologías de la Información (TI) y el aumento de la productividad en las PyMEs. El resultado clave que se destaca es que la cantidad de personal de TI no está directamente vinculada con el incremento de la productividad en la gran mayoría de las PyMEs de la Ciudad de México.

Es notable que la mayoría de las PyMEs tienen una cantidad de empleados de TI que no supera los 10 miembros. A pesar de esta limitación en cuanto al personal de TI, se observa que estas empresas logran alcanzar un aumento de productividad que va desde un 0% hasta un 100%. De hecho, un promedio del 0% al 40% de las PyMEs muestra una productividad superior.

Este resultado puede atribuirse en parte al impacto de la computación en la nube, ya que esta tecnología ha permitido que las PyMEs accedan a tecnologías digitales sin requerir un soporte en sitio. Esto ha disminuido la necesidad de contratar un gran número de personal de TI, lo que ha llevado a una reducción de costos significativa. Gracias a esta anulación de costos, las organizaciones pueden incrementar o mantener los servicios digitales de acuerdo con los cálculos de presupuesto de TI obtenidos en esta investigación. En resumen, la figura

demuestra que no es necesario contar con una gran cantidad de personal de TI para lograr un aumento significativo en la productividad en las PyMEs.

Es una reflexión importante destacar la correlación que existe entre la inversión en personal de TI y el aumento de la productividad de las PyMEs. Según los resultados del cálculo DEA en esta investigación, se demuestra que no hay una relación directa entre la cantidad de personal de TI y la productividad, lo que significa que simplemente contar con más empleados de TI no garantiza un aumento en la productividad de manera automática.

Es interesante notar que hay diversas PyMEs que tienen entre 30 y 50 empleados en TI, pero obtienen un promedio de productividad que es igual o menor al 10%. Esto sugiere que la cantidad de personal de TI por sí sola no es el factor determinante para lograr un incremento significativo en la productividad.

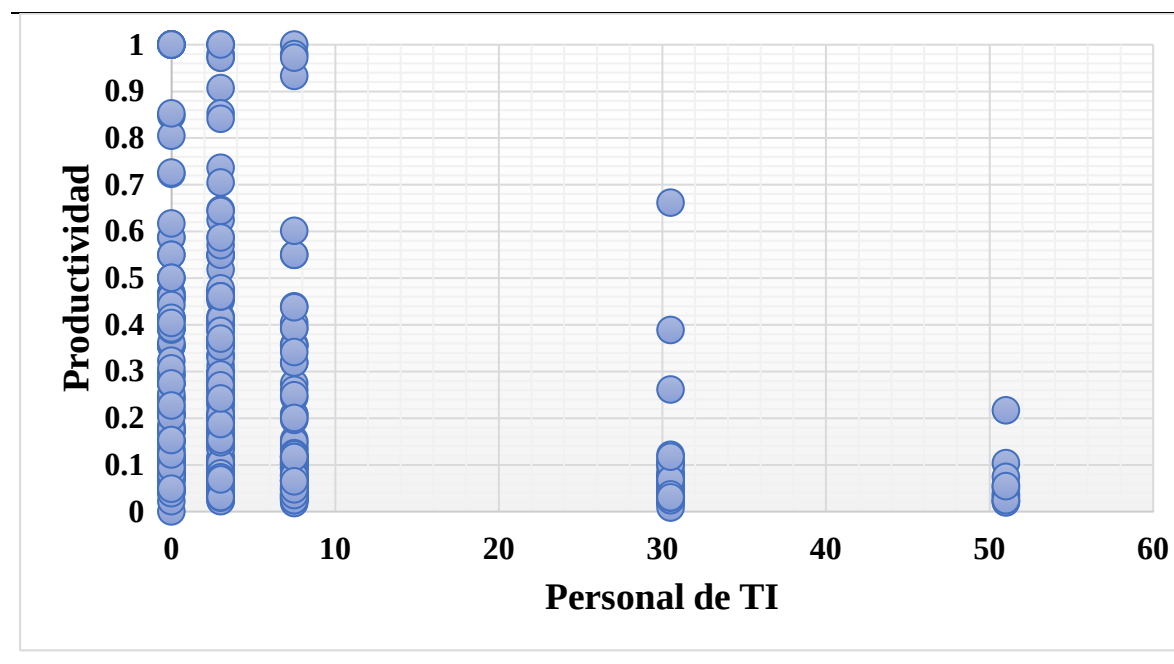
En cambio, se observa que algunas PyMEs, incluso con un grupo reducido de 0 a 10 empleados de TI, han logrado aumentar su productividad en un rango de 0 a 100%. Esto muestra claramente que la productividad no depende únicamente de la inversión directa en personal de TI, sino que está influenciada por otros factores, como la forma en que cada organización trabaja en su implementación y adopción de tecnología digital.

Esta observación confirma la hipótesis de que la tecnología digital debe integrarse en la cultura y en las personas de la organización, con el apoyo y liderazgo de los directivos. La eficiencia en los procesos internos y la optimización de los recursos tecnológicos son elementos clave para mejorar la productividad de las PyMEs.

En resumen, este análisis pone de manifiesto que no es solo la cantidad de personal de TI lo que determina el aumento de la productividad en las PyMEs, sino la forma en que se implementa y se integra la tecnología digital en toda la organización. La estrategia, cultura empresarial y el enfoque en la eficiencia son fundamentales para lograr un crecimiento significativo en la productividad y alcanzar el éxito en un entorno empresarial cada vez más digitalizado y competitivo.

Figura 26

Incremento de la productividad vs personal en TI durante la Fase 1



Nota: Elaboración con datos de PyMEs en la Ciudad de México. DMUs=529.

En conclusión, la combinación de la computación en la nube, el conocimiento y la capacitación de los colaboradores, junto con la innovación de los procesos internos, juega un papel fundamental en el impulso de la productividad en las PyMEs. Al abrazar la tecnología y desarrollar las habilidades adecuadas, estas empresas pueden posicionarse de manera competitiva en el mercado y lograr un crecimiento sostenible en el entorno empresarial actual. Los resultados muestran que aquellas PyMEs que adoptaron una estrategia de Transformación Digital desde el inicio de sus operaciones están mejor preparadas para enfrentar situaciones desafiantes con un mayor grado de resiliencia, como lo ha sido el caso de la pandemia por COVID-19 en los últimos años. Una estrategia exitosa, la cultura de la empresa y el enfoque en la eficiencia son cruciales para lograr una mejora significativa en la productividad y tener éxito en un entorno empresarial cada vez más competitivo y digital.

4.3 Fase 2 – Relación de los ingresos y ventas en línea con el aumento de la productividad.

Durante la Fase 2 de este análisis, el principal hallazgo revela un promedio total de eficiencia de 0.227, el cual incluye diversas PyMEs de diferentes sectores. Es interesante notar que, en general, todos los sectores de PyMEs analizadas presentan una eficiencia similar tanto en la Fase 1 como en la Fase 2.

Al realizar un análisis de las eficiencias mostradas en un promedio general por parte de la Fase 1 (0.215) y la Fase 2 (0.227), y considerando la incorporación de medidas intermedias de ingresos y ventas en línea, se observa un ligero aumento de 0.012 en la eficiencia entre ambas fases.

Este incremento sugiere que las PyMEs han logrado mejorar su eficiencia en general al pasar de la Fase 1 a la Fase 2 del análisis. El uso de medidas intermedias de ingresos y ventas en línea podría haber contribuido a este aumento al proporcionar una visión más detallada y precisa del desempeño económico y operativo de las PyMEs.

Es importante destacar que este incremento, aunque modesto, refleja el esfuerzo continuo de las PyMEs por optimizar sus procesos y operaciones, y aprovechar las oportunidades que brindan las tecnologías digitales y la Transformación Digital para mejorar su eficiencia y rendimiento empresarial.

Al segmentar el promedio total de la eficiencia obtenida en los sectores que componen la muestra de PyMEs se logra identificar los siguientes resultados: El sector de Ganadería, Agricultura, Pesca y Silvicultura obtiene un 0.429 de eficiencia que representa el mayor de todos los sectores evaluados. Después de Ganadería, Agricultura, Pesca y Silvicultura se identifica las PyMEs del sector de Minería con un 0.310 de eficiencia, Comercio y/o Retail con un 0.239 de eficiencia, Energía, Petróleo y Gas con un 0.239 de eficiencia, Servicios Profesionales con un 0.234 de eficiencia, Tecnología y Comunicaciones con un 0.231 de eficiencia, Servicios con un 0.225 de eficiencia, Servicios Financieros y de seguros con un 0.218 de eficiencia, Construcción con un 0.183 de eficiencia, Transporte y almacenamiento con un 0.177 de eficiencia, Industrias manufactureras con un 0.159 de eficiencia y, por último, el Consumo Masivo 0.166 de eficiencia.

Estos resultados indican que el sector de Ganadería, Agricultura, Pesca y Silvicultura se destaca como el más eficiente entre los sectores evaluados, con una eficiencia de 0.429. Por

otro lado, el sector de Consumo Masivo muestra el menor nivel de eficiencia, con un valor de 0.166.

Tabla 9

Estadística descriptiva de la muestra por sector por cada fase del modelo DEA

Sectores	DMU	Fase 2	<i>n</i>
Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca	DMU-01	0.429	1
Comercio y/o Retail	DMU-02	0.239	333
Comercio, Retail	DMU-03	0.176	23
Construcción	DMU-04	0.183	17
Consumo Masivo	DMU-05	0.166	13
Energía, Petróleo y Gas	DMU-06	0.239	3
Industria Manufacturera, Prod. Industriales	DMU-07	0.191	2
Industrias manufactureras	DMU-08	0.159	13
Minería	DMU-09	0.310	1
Servicios	DMU-10	0.225	64
Servicios Financieros y de seguros	DMU-11	0.218	11
Servicios Profesionales	DMU-12	0.234	13
Tecnología y Comunicaciones	DMU-13	0.231	22
Transporte y Almacenamiento	DMU-14	0.177	13
Total general	14	0.227	529

Nota: Esta tabla demuestra la variación de la eficiencia en cada sector de las empresas de la Ciudad de México de acuerdo con la Fase 2 del modelo DEA. Promedio total = 0.227, *n* = 529.

La Tabla 9 refleja la eficiencia obtenida en un período de tiempo determinado de operación de las PyMEs clasificadas (familiar, privada y pública). En primer lugar, se obtiene un dato relevante de esta investigación al identificar que el nivel de eficiencia más expansiva se alcanza en las PyMEs que iniciaron sus operaciones por lo menos en los últimos 15 años del calendario en curso. Para menos de 1 año se tiene una eficiencia de 0.284; de 1 a 4 años se obtiene una eficiencia de 0.252; de 5 a 9 años se registra una eficiencia de 0.258; de 10 a 15 años se obtiene una eficiencia de 0.230; y pasando los 15 años se obtiene una disminución de eficiencia de 0.162. Este análisis de datos confirma que las empresas que en los últimos 15 años han incorporado una estrategia de Transformación Digital han incrementado y mantenido su eficiencia en niveles promedio de 0.227.

Absolutamente, la globalización y la creciente competencia en el mercado requieren que las PyMEs de México se adapten y aprovechen las oportunidades que ofrece la Transformación Digital para impulsar su crecimiento y competitividad. La productividad y el rendimiento empresarial deben considerarse como aspectos clave en este proceso de adaptación.

La innovación secuencial es un enfoque importante para mejorar la productividad de las PyMEs. Esto implica implementar mejoras graduales y continuas en los procesos internos, productos o servicios, en lugar de realizar cambios drásticos. El comercio electrónico se ha convertido en una poderosa herramienta para que las PyMEs expongan sus productos y servicios a un mercado global. Al aprovechar la computación en la nube, estas empresas pueden acceder a soluciones tecnológicas escalables y flexibles que les permitan expandir su alcance y atender a clientes de diferentes regiones de manera más eficiente.

Tabla 10

Estimación de datos en la Fase 2 de la metodología DEA

Fase 2	Menos de 1 año	1 - 4 años	5 - 9 años	10 - 15 años	+ De 15 años	Total	<i>n</i>
Familiar	0.155	0.000	0.181	0.188	0.037	0.112	5
Privada	0.315	0.265	0.261	0.234	0.165	0.231	502
Pública	0.321	0.153	0.130	0.135	0.126	0.145	22
Total	0.284	0.252	0.258	0.230	0.162	0.227	529
<i>n</i>	5	74	164	165	121		

Nota: Elaboración con datos de PyMEs en la Ciudad de México. DMUs=529; *n* = muestra.

La Figura 27 proporciona una cuantificación del crecimiento de la productividad y su relación intrínseca con el rendimiento de las PyMEs, utilizando el método DEA en la Fase 2 de la investigación. Este cálculo se basa en la relación entre los productos intermedios (Z) como las entradas (i) DEA (Ingresos y Ventas en línea), lo que da como resultado la salida (r) DEA (Aumento de la productividad).

En el análisis se observa que a medida que el rendimiento de las PyMEs aumenta en relación con los ingresos y las ventas en línea, se refleja un crecimiento en la productividad. Esto indica que un mayor rendimiento en términos de ingresos y ventas en línea está correlacionado con un aumento en la productividad de estas empresas.

En particular, los resultados indican que cuando el rendimiento se encuentra en el rango del 0% al 0.4%, se percibe un incremento en la productividad del 50%, lo cual muestra claramente el impacto positivo de las ventas en línea en la mejora de la productividad de las PyMEs.

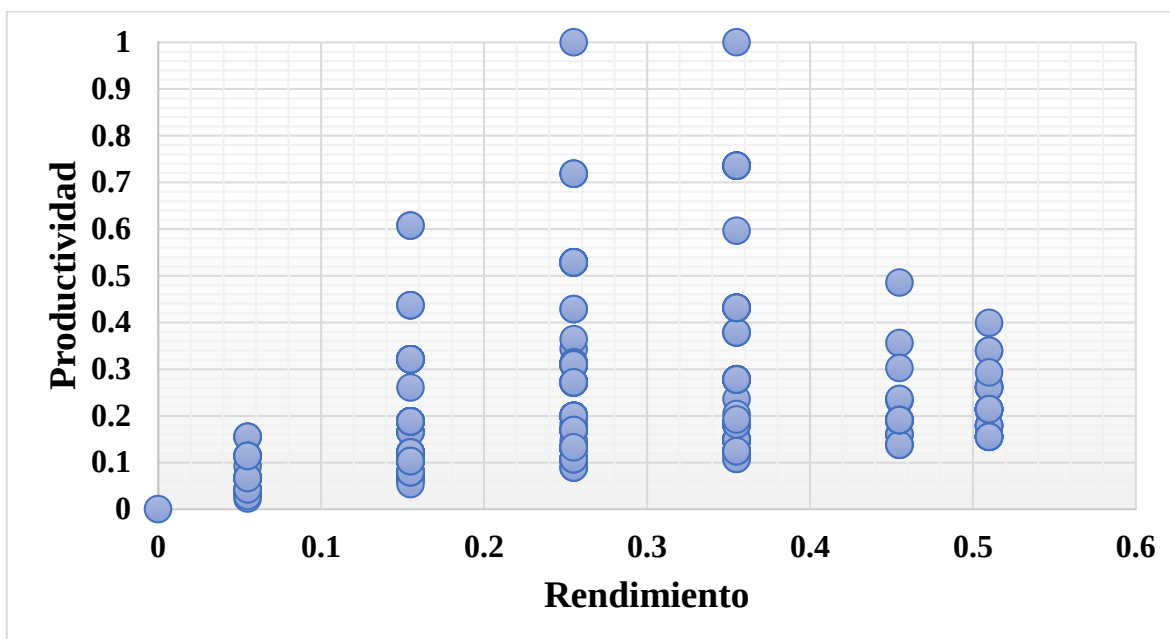
Por otro lado, cuando el rendimiento supera el 0.6%, la productividad se limita a un rango del 15% al 35%. Esto sugiere que, aunque un rendimiento mayor sigue teniendo un efecto positivo en la productividad, el aumento no es tan significativo como en los niveles más bajos de rendimiento.

Finalmente, se destaca que en niveles de rendimiento del 0% al 100%, la productividad alcanza un máximo del 50%. Esto implica que hay un límite en el incremento de productividad que se puede lograr, incluso con un rendimiento óptimo en términos de ingresos y ventas en línea.

En resumen, la Figura 27 proporciona una visión cuantitativa de la relación entre el rendimiento, los ingresos y las ventas en línea, y su impacto en el crecimiento de la productividad de las PyMEs. Estos resultados pueden ser de gran relevancia para las PyMEs al identificar la importancia de optimizar sus ingresos y ventas en línea para lograr un aumento significativo en su productividad y rendimiento empresarial.

Figura 27

Incremento de la productividad vs rendimiento durante la Fase 2



Nota: Elaboración con datos de PyMEs en la Ciudad de México. DMUs=529.

Los resultados obtenidos en la investigación subrayan la importancia de una reorganización de la innovación interna de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en las PyMEs de México. La integración de los dominios relacionados con la Transformación Digital en la eficiencia de las PyMEs muestra una correlación positiva con el aumento de la productividad.

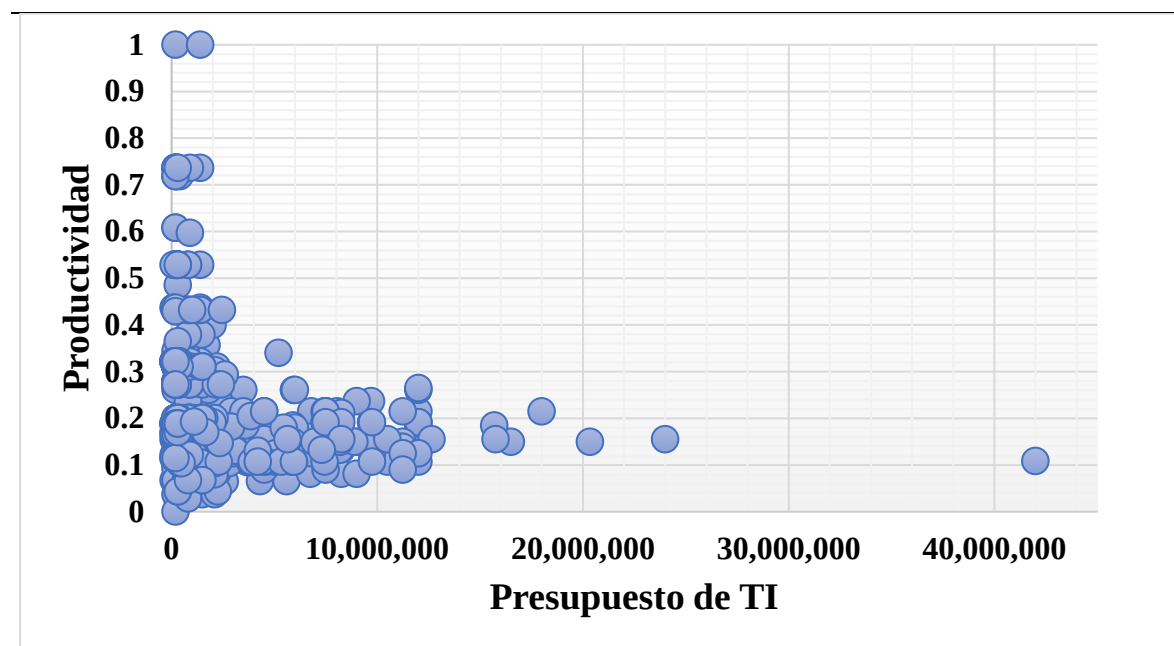
Si bien la adopción de software y hardware adecuados es relevante para mejorar la eficiencia interna, es aún más crucial considerar el plan de capacitación de los colaboradores. El conocimiento y las habilidades para utilizar eficientemente las herramientas tecnológicas son fundamentales para aprovechar al máximo los beneficios de la Transformación Digital.

Para que la reestructuración sea efectiva, también es necesario asumir el problema de cambiar la cultura de las PyMEs. La transformación digital incluye adoptar una mentalidad inventiva que sea flexible en todo el negocio, que es solo un componente del proceso. Para ello es necesario vencer las resistencias, fomentar el trabajo en equipo y la agilidad, y promover la voluntad de experimentar y cometer errores.

Entonces, el aumento de la productividad a un promedio entre el 10% y 20%, se consigue con una inversión en TI no mayor a \$12M (MXP) incluyendo las inversiones en ventas en línea. La productividad se mantiene entre el 10% y 20% en los presupuestos en TI de cantidades de \$10M a \$15M (MXP). La relevancia de la información indica que el crecimiento de la productividad del 1 al 100% en la mayoría los casos evaluados se logran con inversiones de TI $\geq$ a \$10M (MXP). Algunas PyMEs han incrementado el presupuesto de TI $\geq$ a \$15M (MXP) o $\leq$ a \$25M (MXP) manteniendo una similitud en el aumento de productividad entre el 10% y 20%, lo que refleja que a mayor inversión no asegura mayor productividad. Es importante mencionar que en este resultado se muestra que no se requiere una inversión alta para poder aplicar una estrategia de TD, dado el crecimiento del uso de computación en la nube los costos de los servicios han disminuido fortaleciendo la accesibilidad de las PyMEs. Se identifica como las ventas en línea como un factor preponderante de eficiencia. A menor o igual inversión en TI se puede maximizar la productividad.

Figura 28

Incremento de la productividad vs presupuesto en TI durante la Fase 2



Nota: Elaboración con datos de PyMEs en la Ciudad de México. DMUs=529.

La relación del personal de TI y la dilatación de la productividad se demuestra en la Figura 29. El resultado clave de esta información está relacionada en demostrar que la cantidad de personal de TI no está vinculada directamente con el aumento de la productividad.

En la gran mayoría de las PyMEs la cantidad de personal de TI es ≤ 10 empleados. Esta cantidad de empleados refleja un aumento de productividad del 0 a 100%, reflejándose una superioridad en el promedio del 0 al 40% de productividad de las PyMEs de la Ciudad de México.

La productividad se incrementa en un rango de (0 a 0.80 %) con la misma cantidad de empleados TI. Analizando la cantidad de 30 empleados de TI de algunas PyMEs solo se llega a conquistar un máximo de 40% promedio de productividad. En el caso de 50 empleados de TI se distribuyen los promedios de productividad entre 10%, 20%, 30% y un máximo de 40%. Se ratifica la similitud de los resultados de la Fase 1 y Fase 2 donde la cantidad de empleados de TI no intervienen en el aumento de productividad de las PyMEs en la Ciudad de México. La capacitación en línea muestra una aportación al poder enseñar al empleado como usar las aplicaciones e infraestructura sin depender de los servicios de un equipo local de TI.

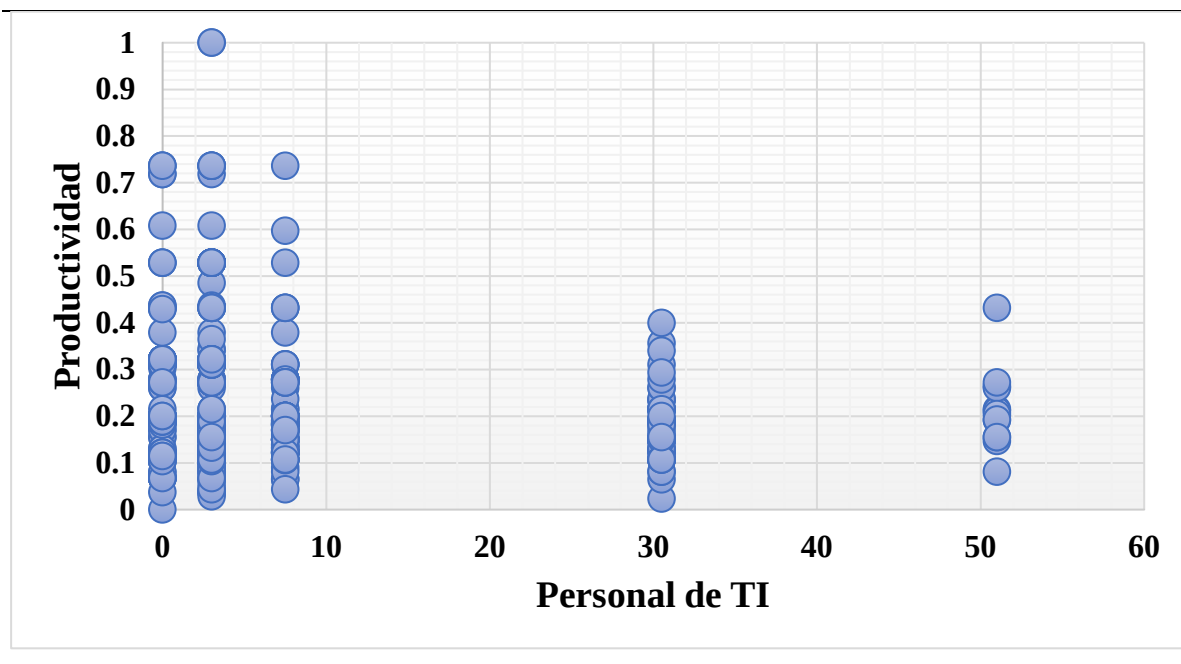
Para mantenerse en operación y adaptarse a los cambios operativos provocados por la epidemia de COVID-19, las PyMEs deben desarrollar un plan de Transformación Digital (TD). Debido a que las demandas y los problemas pueden variar según la industria en la que opera una PyME, cada PyME debe seleccionar sus prioridades de acuerdo con sus objetivos y el sector al que pertenece.

La computación en la nube es una tecnología efectiva que permite a las PyMEs acceder rápidamente a los dominios de los TD a través de suscripciones recurrentes y escalables según el tamaño de uso. Esto ofrece flexibilidad y agilidad para adaptar los recursos tecnológicos a la demanda y reaccionar ante las demandas cambiantes de la organización.

Es crucial señalar que la reorganización de la innovación interna y la adopción de la transformación digital dentro de las PyMEs debe ser un proceso integral y estratégico. Para lograr un cambio efectivo y duradero, es esencial un enfoque holístico que abarque la tecnología, la capacidad organizacional y la cultura.

Figura 29

Incremento de la productividad vs personal en TI durante la Fase 2



Nota: Elaboración con datos de PyMEs en la Ciudad de México. DMUs=529.

En resumen, el análisis de la Fase 2 ha demostrado un aumento leve pero significativo en la eficiencia de las PyMEs en comparación con la Fase 1, lo que destaca la importancia de seguir impulsando la adopción de soluciones digitales y la mejora de procesos para lograr un crecimiento sostenible en el competitivo entorno empresarial actual.

Es importante tener en cuenta que estos resultados brindan una visión comparativa de la eficiencia en los distintos sectores, lo que puede ser de gran utilidad para las PyMEs al identificar áreas de mejora y oportunidades para aumentar su productividad y competitividad en el mercado. Cada sector tiene sus particularidades y desafíos específicos, por lo que es fundamental que las PyMEs adapten estrategias y soluciones que sean adecuadas a su industria y contexto particular.

4 Discusión

En este capítulo, se presenta la discusión de los resultados obtenidos en la investigación, los cuales se relacionan con el marco teórico y los hallazgos de otros estudios previos. En el modelo utilizado, se ha identificado la productividad como la variable dependiente y la Transformación Digital (TD) como la variable independiente.

Se ha analizado cómo la TD impacta en la productividad de las PyMEs, mostrando que la adopción de soluciones digitales y la integración de tecnologías en sus procesos pueden tener un efecto positivo en su rendimiento y eficiencia. Los resultados obtenidos respaldan la idea de que la TD puede ser un factor clave para mejorar la productividad de las PyMEs y, en consecuencia, su capacidad para competir en un entorno empresarial cada vez más digitalizado.

Además, se ha desarrollado un método de activación que tiene como objetivo informar a las PyMEs acerca de las cuatro etapas y nueve pasos a seguir para iniciar o fortalecer su operación en el mundo digital. Este método busca proporcionar una guía práctica y accesible para que las PyMEs puedan implementar la TD de manera efectiva y estratégica.

A juzgar por Haktanir (2022) la noción de “transformación digital” se refiere a la búsqueda de soluciones a los requisitos sociales, por medio de la integración de tecnologías digitales y, en secuela, la progresión y transformación de los flujos culturales y laborales.

Posteriormente, Okorie et al. (2023) argumentaron que, en los últimos años, se ha puesto atención en la dificultad de asegurar la continuidad operativa, particularmente a escala global. Al mismo tiempo, el cambio hacia las capacidades y tecnologías digitales se ha convertido en una prioridad estratégica para muchas PyMEs que buscan mantener y mejorar sus posiciones competitivas. Este análisis presenta datos relacionados con el incremento de la competitividad de las PyMEs que iniciaron con una estrategia de TD en sus operaciones diarias.

El método DEA utilizado en esta investigación se estructuró en dos fases con el objetivo de fortalecer los resultados obtenidos. En la Fase 1, se integraron como entradas DEA diversas inversiones de Tecnologías de la Información (TI) presentes en las PyMEs de la Ciudad de México. Estas entradas incluyeron elementos como ERP, CRM, Comercio Electrónico,

Cloud Computing, Redes Sociales, Inteligencia Artificial, Investigación y Desarrollo (R&D) y Seguridad de la Información.

Al analizar estas entradas, se generaron datos que representan las salidas DEA, en este caso, el Ingreso Anual y las Ventas en Línea de las PyMEs estudiadas. Estas salidas permitieron conocer el grado de productividad asociado con cada uno de los dominios relacionados con la Transformación Digital (TD) y su relación con el número de empleados de TI presentes en las empresas.

El uso de DEA en dos fases permitió un enfoque más completo y robusto para analizar la productividad de las PyMEs y su vinculación con la adopción de tecnologías digitales. Al integrar múltiples inversiones de TI como entradas y evaluar su impacto en el rendimiento empresarial, se obtuvieron resultados más precisos y representativos de cómo la Transformación Digital puede influir en la productividad de las PyMEs

Qureshi y Woo, (2022) enfatizaron que el paradigma económico está cambiando. La transformación está siendo impulsada por la tecnología digital. Las economías están viviendo una revolución digital. Los límites de la revolución digital están siendo empujados por desarrollos recientes en inteligencia artificial (IA) y campos relacionados. El futuro se acerca más rápido de lo previsto.

Se identifican resultados similares entre la Fase 1 y Fase 2 donde las inversiones de TI y la cantidad de empleados de TI generan la misma maximización de la productividad de las PyMEs. La Fase 2 vincula los productos intermedios (Z) obtenidos como las entradas (i) DEA (Ingresos y Ventas en línea) dando como resultado la salida (r) DEA (Aumento de la productividad). Al centrar la evaluación de ambas fases se puede determinar el impacto de la inversión de las tecnologías de la información de cada DMU en los ingresos, ventas y productividad de cada una de las PyMEs que participaron en la investigación. Usando los salarios y presupuesto de TI se pueden generar interpretaciones monetarias de los beneficios. Para lograr y mantener la competitividad y productividad de las empresas, la innovación es un motor clave (Yuhao et al., 2023). Esta innovación puede ser activada por medio de la TD en las PyMEs de México. En la Figura 30 se muestra la distribución de la eficiencia de las PyMEs en base a un porcentaje. La mayor cantidad de PyMEs en la Fase 1 (370) y en la Fase 2 (354) obtuvieron menos de 25 % de eficiencia con la integración de dominios de TD lo que equivale a la cantidad promedio de PyMEs de la Fase 1 (70 %) y Fase 2 (67 %). En el caso

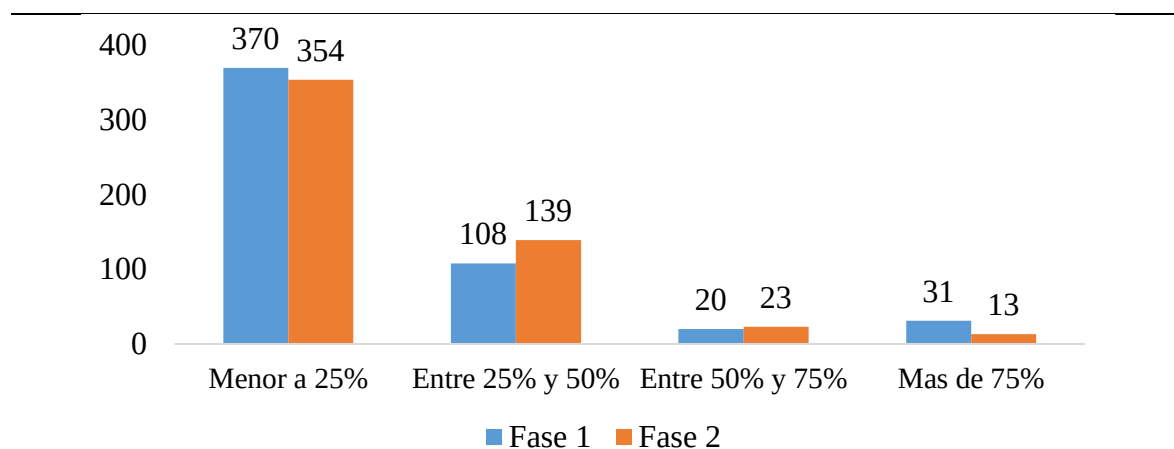
de la eficiencia entre el 25 al 50 % se obtuvieron los siguientes promedios que equivalen a la cantidad promedio de PyMEs para la Fase 1 (20%) y la Fase 2 (26 %) se identifica un incremento en la Fase 2 al integrar las medidas intermedias como lo son el Ingreso y Ventas en Línea. La eficiencia del 50 al 75 % representa un promedio similar dentro de estudio de la Fase 1 (4 %) y Fase 2 (4.3 %). Por último, la eficiencia mayor a 75 % se presenta una disminución en el promedio de 3.5 % entre la Fase 1 (6 %) y Fase 2 (2.5 %).

Por su parte, Okano-Heijmans, (2023) describe que existe un deseo cada vez significativo de ejercer un mayor control sobre aquellas tecnologías que van a operar de forma autónoma, dado lo exponencial que las tecnologías digitales están remodelando las sociedades y cómo la cuarta revolución industrial está produciendo nuevos ganadores y perdedores en las economías y sociedades de todo el mundo.

Ha habido un cambio en la conexión entre las empresas y sus consumidores como resultado del desarrollo exponencial en el uso de los medios digitales a lo largo del tiempo y en gran medida en la epidemia de COVID-19. Un consumidor ahora investigará los datos de un producto antes de determinar una necesidad para hacer una selección basada en el precio, la calidad y, lo que es más importante, las recomendaciones de otros clientes.

Figura 30

Variación de la eficiencia de cada PyMEs en la Fase 1 y Fase 2



Nota: Elaboración con datos de PyMEs en la Ciudad de México. DMUs = 529.

La Figura 31 muestra la generación de la productividad en las PyMEs que llevan en el mercado al menos 1 año, representando las fases del análisis DEA ($F1 = 0.449$; $F2 = 0.284$) y su evolución a lo largo del tiempo en la Ciudad de México, considerando la adopción de algunos dominios de la Transformación Digital.

En el período de 1 a 4 años desde el inicio de sus operaciones, las PyMEs experimentan un crecimiento en ambas fases del análisis DEA ($F1 = 0.314$; $F2 = 0.252$). Este aumento de productividad está relacionado con la inserción gradual de algunos dominios de la Transformación Digital en sus operaciones. A medida que estas empresas adoptan tecnologías como ERP, CRM, Comercio Electrónico, Cloud Computing, Redes Sociales, Inteligencia Artificial, R&D y Seguridad de la Información, su eficiencia mejora y su productividad aumenta.

En el período de 5 a 9 años, las PyMEs logran mantener un crecimiento de productividad más estable en ambas fases del análisis DEA ($F1 = 0.244$; $F2 = 0.258$). Durante este tiempo, la inversión en TI sigue siendo relevante y contribuye a mantener el impulso de crecimiento alcanzado en los primeros años.

A partir del año 10 al 15, se observa un mantenimiento del aumento de la productividad similar al período de 5 a 9 años ($F1 = 0.229$; $F2 = 0.230$). Esto indica que las PyMEs que han mantenido una inversión continua en TI y han adoptado la Transformación Digital logran mantener su eficiencia y competitividad a lo largo del tiempo.

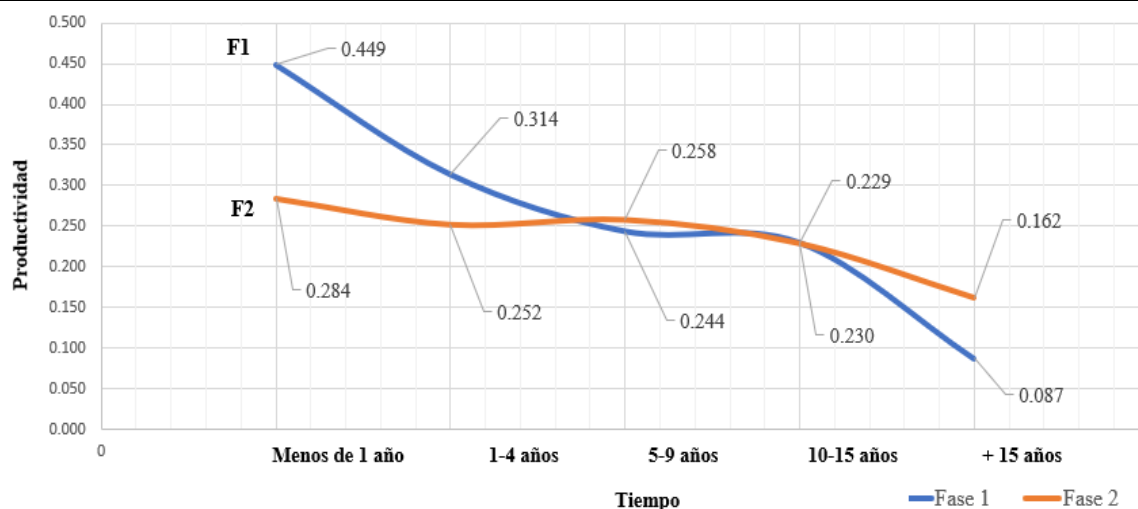
En base al promedio de cada una de las fases del método DEA ($F1 = 0.215$; $F2 = 0.227$) se observa que no existen diferencias en las industrias en el aumento de la productividad pero si es tangible que las industrias que han iniciado sus operaciones en los años más recientes están impactando el aumento de la productividad por medio de inversiones en la TD desde el inicio de operaciones confirmando que el simple hecho de operar el negocio en los medios alternativos de comunicación tiene un impacto en la productividad de sus colaboradores junto con los procesos internos y externos del negocio, generando un impacto exponencial en el contacto con los clientes.

En conclusión, la Figura 31 muestra cómo la adopción de la Transformación Digital y la inversión en tecnologías de la información pueden influir en el crecimiento y la estabilidad de la productividad en las PyMEs. Aquellas empresas que han integrado de manera estratégica los dominios de la Transformación Digital en sus operaciones han experimentado

mejoras significativas en su eficiencia, lo que les permite mantenerse competitivas en el mercado a lo largo del tiempo.

Figura 31

Incremento de la productividad de las PyMEs en base a su existencia en el mercado



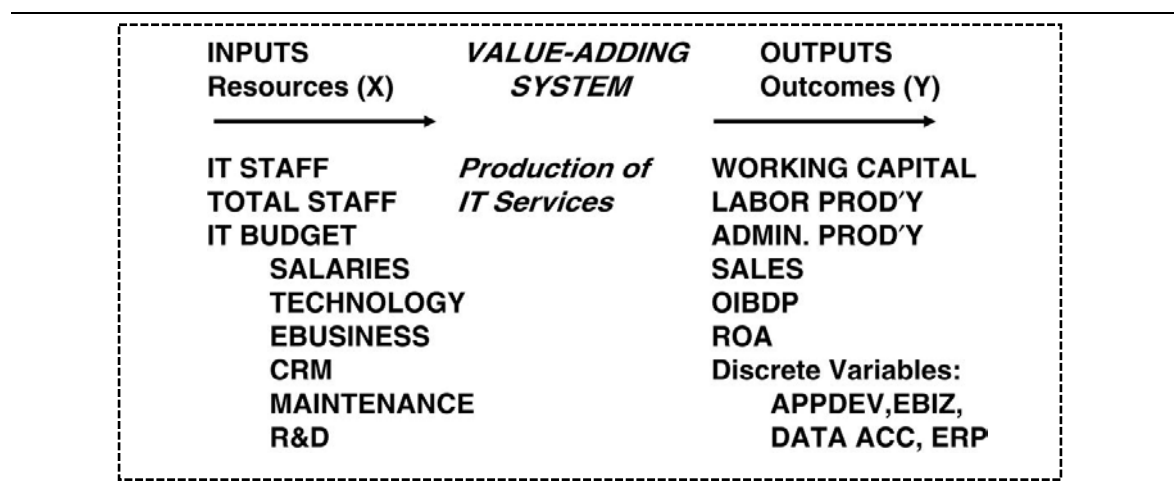
Nota: Elaboración con resultados integrados de DEA considerando la Fase 1 (F1) y Fase 2 (F2) de las organizaciones a través de su fecha de arranque de operaciones. Promedios de cada fase (F1 = 0.215; F2 = 0.227). DMU = 529.

Al contrastar con otros autores, los resultados coinciden con Calvino y Criscuolo (2022), al manifestar que la productividad es una fuerza importante detrás de la expansión económica y representa una cantidad considerable de variaciones regionales en el ingreso per cápita. Sin embargo, ha habido una desaceleración en el desarrollo de la productividad en las últimas décadas, lo que ha obstaculizado el crecimiento económico y ha causado serias preocupaciones en numerosos países de la OCDE.

Los resultados de Ross y Ernstberger (2004) indican que en el siglo XXI el entorno empresarial de la economía puede caracterizarse por la competencia global y los mercados de compradores. Bajo esta premisa, se requiere una respuesta agil a los cambios del entorno para garantizar el éxito de cualquier empresa.

Figura 32

Modelo de investigación: El modelo de productividad de TI



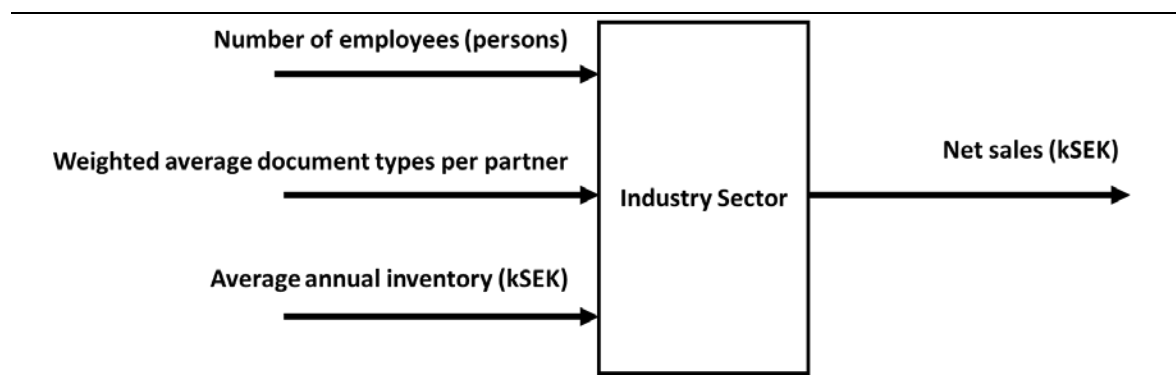
Nota: Gráfica elaborada con datos de Ross & Ernstberger (2004).

En base a un análisis utilizando un modelo DEA concluyen que gracias a la asignación de presupuestos de TI en las operaciones de la empresa, la productividad tiende a crecer. En este modelo de productividad se incluyen entradas como el presupuesto de TI (salarios, tecnología ebusiness, CRM, gastos de mantenimiento, R&D), total de empleados de IT, total de empleados de la empresa. Las variables de salida se integran por capital de trabajo, productividad de trabajo, ventas, OIBDP, ROA y variables discrecionales (ERP, desarrollo de aplicaciones, comercio electrónico y datos). Este modelo compara las mejores prácticas y conocimiento de TI, además de analizar los gastos de TI relacionados con el hardware y el software. Concluyen su análisis teniendo en cuenta la eficacia técnica para el tamaño dado de la entrada y esto ilustra cómo se pueden maximizar los resultados mientras los costos se mantienen constantes (véase Figura 32).

Posteriormente, Fazlollahi y Franke (2018) describieron en su investigación titulada “Medir el impacto de la integración empresarial en el desempeño de la empresa utilizando análisis Envolvente de Datos”, analizaron mediante un método de recopilación de datos que integra las variables DEA (véase Figura 33).

Figura 33

Modelo de investigación: Método de recopilación de datos (variables DEA).



Nota: Gráfica elaborada con datos de Fazlollahi & Franke (2018).

Debido al rápido crecimiento de la tecnología y la naturaleza cambiante de los modelos comerciales, las empresas de hoy deben adaptarse rápidamente a los cambios en sus contextos internos y externos.

La integración de los sistemas de software se ha convertido en una de las principales preocupaciones de muchas empresas para poder reaccionar rápidamente ante situaciones tan cambiantes. Esta investigación sugiere una técnica para medir los efectos de la integración empresarial en el rendimiento empresarial mediante el análisis envolvente de datos (DEA) y la noción microeconómica de tasas marginales.

En el estudio, se describe la aplicación de DEA para evaluar las ventajas marginales de la integración empresarial. Al vincular directamente los beneficios generados con los recursos utilizados en el proceso, la técnica sugerida tiene como objetivo cuantificar y comparar la eficiencia productiva de las empresas que emplean la integración empresarial.

Las variables DEA que se integraron en el modelo son: el sector industrial al que pertenece la empresa, número de empleados equivalentes a tiempo completo, número y tipo de documentos intercambiados entre la empresa y socios, a través de la solución integral empresarial, ventas netas, así como el inventario anual promedio a lo largo del año.

Mitrović (2020) presenta un análisis envolvente de datos (DEA) y del índice de productividad de Malmquist para medir dentro de los países europeos, la efectividad del desarrollo de la

economía digital (véase Figura 34). El nivel de aceptación, accesibilidad y uso de las TIC determina de manera significativa que tan diferente es el desempeño económico y la competitividad mundial de cada país. El aumento de PIB per cápita, ha sido influenciado por la diferencia del número de usuarios de internet en los países desarrollados. El índice de productividad Malmquist, evalúa los cambios de productividad de los países observados entre dos períodos. Se concluye que un análisis DEA con mayores indicadores como insumos, el gobierno podría identificar las áreas de economía digital que requieren un aumento en la eficacia para cerrar la brecha digital como invertir en TIC.

Figura 34

Modelo de investigación: Midiendo la eficiencia de la convergencia.

Dimension	Indicator
Input	Internet users (%)
	International Internet flow Internet user (bit/s)
	Number of fixed broadband Internet subscribers per 100 people
	Number of mobile celular subscribers per 100 people
	Annual investments in telecommunication services (% of GDP)
Output	GDP per capita (PPP,\$)

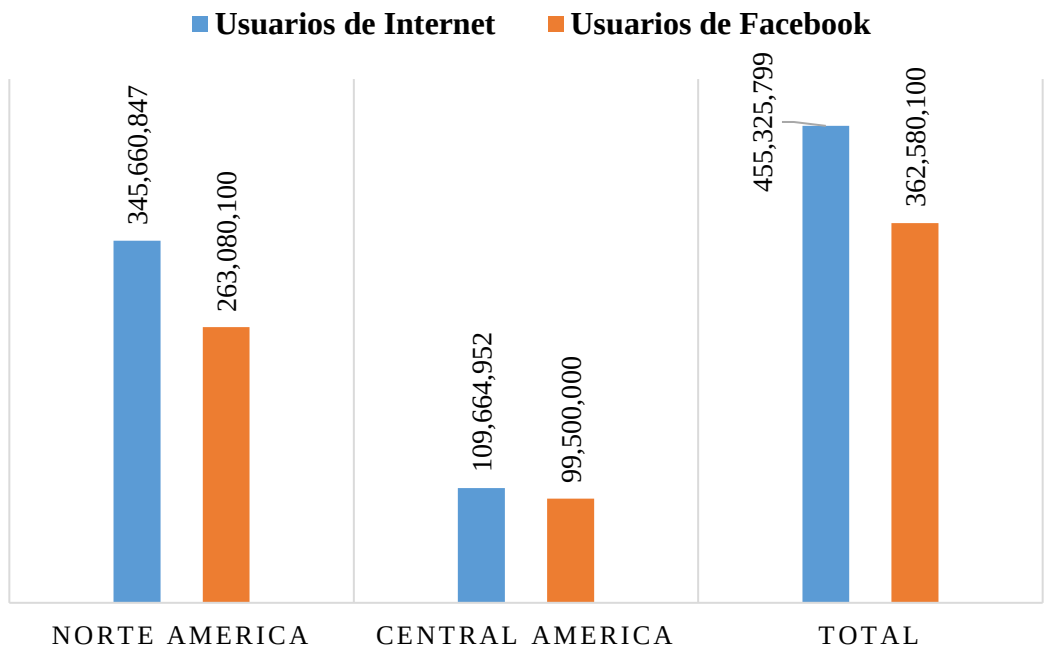
Nota: Gráfica elaborada con datos de Mitrović (2020).

La Figura 35 representa un mercado al cierre del año 2020, solamente dentro de Norte y Centro América de 455,325,799 usuarios de internet y 362,580,100 usuarios de Facebook lo que representan posibles clientes para la entrega de productos y servicios hechos en México por medio de la distribución y venta del comercio electrónico global.

La epidemia del COVID-19, incluso en aquellas PyMEs que han abrazado la Transformación Digital, sin duda ha tenido un impacto sustancial en el crecimiento y funcionamiento de las PyMEs a nivel internacional. Para mantener las operaciones y llegar a los clientes durante la epidemia, varias empresas se vieron obligadas a adaptarse rápidamente y centrarse en el comercio por Internet.

Figura 35

Usuarios de internet y suscriptores de Facebook en todo Norte y Central América.



Nota: Grafica con elaboración de datos de (Internet World Stats, 2020)

La Tabla 13 expresa que un 13.47 % de las empresas mexicanas usan internet para adquisición de insumos lo cual representa el nivel más bajo de América Latina, así como un 76.60 % en banca electrónica comparado con países como Brasil, Argentina, Chile y Colombia a pesar de que el 94.61 % están conectadas a Internet. La TD puede apoyar a este crecimiento de utilización de medios digitales de las PyMEs al considerar en su estrategia la inversión de servicios en la computación en la nube integrando su operación, proveedores, banco, gobierno y clientes.

Según Carchedi et al. (2023), se prevé que los robots y la inteligencia artificial (IA) reemplacen el trabajo humano y aumenten la productividad laboral a niveles sin precedentes en el siglo XXI.

La mayoría de los países desarrollados están preocupados por el cambio tecnológico que traerá consigo la revolución digital, ya que provocará la sustitución de innumerables puestos de trabajo por robots o inteligencia artificial, un mayor porcentaje de la fuerza laboral obligada a la inactividad y un aumento de la desigualdad de ingresos (Bourguignon, 2022).

La Figura 36 muestra que la expansión reciente del Producto Interno Bruto (PIB) de México ha sido difícil. Desde 2011, el desarrollo económico del país se ha desacelerado, con tasas de crecimiento inferiores al 5% y, en algunos años, incluso negativas.

En 2010, cuando la tasa de crecimiento nacional era del 5,1%, la tasa de crecimiento del PIB de México superó por última vez el 5%. Desde entonces, la economía del país no ha tenido un impulso prolongado y el crecimiento ha sido restringido. El decrecimiento inicio a partir del año 2019 con un - 0.2 % y en el año 2020 se presenta un impacto mayor debido a la pandemia por el COVID-19 reflejando el desfase de -8.3 %.

Tabla 13

América Latina: digitalización de la cadena de aprovisionamiento (2018)

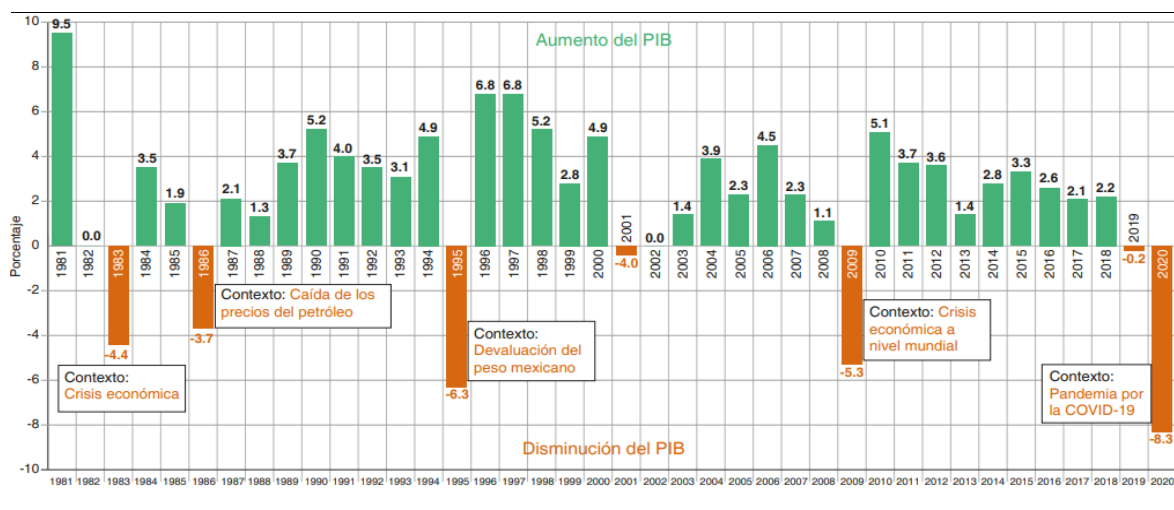
	Porcentaje de empresas que usan Internet para adquisición de insumos	Porcentaje de empresas conectadas a Internet	Porcentaje de empresas que usan banca electrónica
Argentina	45.80 %	94.93 %	79.60 %
Brazil	66.00 %	96.40 %	88.00 %
Chile	28.80 %	86.16 %	84.37 %
Colombia	37.00 %	92.81 %	95.39 %
Ecuador	13.90 %	93.89 %	47.06 %
México	13.47 %	94.61 %	76.60 %
Perú	15.20 %	94.00 %	34.20 %
Uruguay	383.34 %	93.39 %	68.35 %

Nota: Tabla elaborada con (CEPAL, 2020). Número de países = 8.

Kurz (2023) confirma que el crecimiento económico y la productividad se ven significativamente afectados por la capacidad de la economía para adoptar innovaciones rápidamente.

Figura 36

La evolución del PIB en México



Nota: Gráfica elaborada por INEGI (2020b)

Los hallazgos de este estudio pueden ayudar a actualizar las percepciones de los dueños y/o directores de las PyMEs sobre el valor de TI, así como brindar orientación teórica de cómo alcanzar la utilidad de la transformación digital a partir de las inversiones TI. De modo que, que la TD reporta un efecto positivo en la productividad de las PyMEs. La productividad debe fusionarse con una estrategia de TD que soporte los cambios de una economía global. Esta investigación muestra que la Transformación Digital (TD) tiene como objetivo impulsar la productividad y cambiar los procesos corporativos para adaptarse a las necesidades cambiantes de los consumidores y del mercado, no para eliminar todas las perspectivas de empleo. La adopción de tecnología digital puede mejorar la eficacia y eficiencia de los procesos internos, permitiendo que el personal se concentre en el trabajo con mayor valor agregado y sea más productivo.

La relevancia de la transformación digital como un elemento crucial para impulsar la producción PyME se destaca en la discusión de resultados y la técnica de activación presentada en este capítulo. Es posible que puedan superar las dificultades existentes y aprovechar las oportunidades que ofrece el mundo digital para mejorar su crecimiento y éxito comercial utilizando la tecnología digital y teniendo un plan de negocios claramente definido.

5.1 Método de Activación

El método de activación propuesto tiene como objetivo facilitar la implementación de una estrategia de Transformación Digital en las PyMEs de México, de manera sencilla y entendible para todos los interesados, incluyendo empleados, gerentes, directivos y dueños. El método consta de 4 etapas, diseñadas para maximizar la productividad de las organizaciones sin requerir una inversión significativa en tecnologías de la información.

Las 4 etapas que forman el método de activación son las siguientes:

Fase 1 - Comunicación: En esta etapa, se busca que la organización tenga acceso a las herramientas y recursos digitales básicos necesarios para iniciar su Transformación Digital. Se considera una etapa enfocada a dar a conocer la PyME en el mercado y para atraer nuevos clientes a través del comercio electrónico. Esto incluye asegurar el acceso a internet, cuentas de correo electrónico y telefonía inteligente (WhatsApp), que son fundamentales para establecer una presencia digital inicial.

Fase 2 - Interacción: En esta etapa, se identifican y adoptan servicios digitales que puedan impulsar la eficiencia y la productividad de la PyME. Los pasos que componen esta etapa son: creación y operación de sitio web, acceso al comercio electrónico y/o digital y redes sociales (Facebook, YouTube, Twitter, DIDI, Uber etc.)

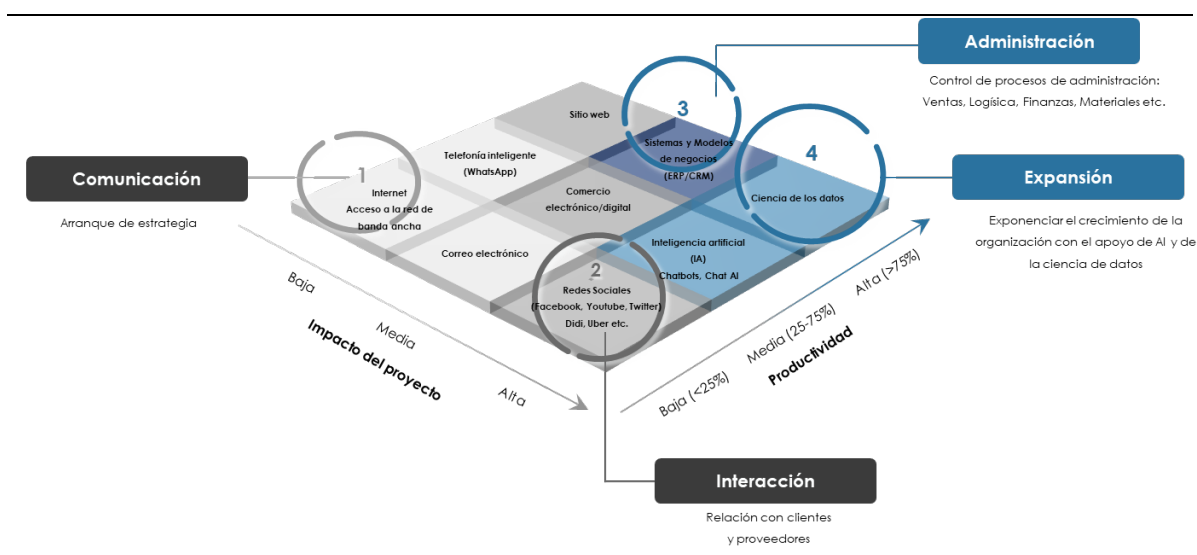
Fase 3 - Administración: En esta etapa, se enfoca en la optimización de los procesos internos de la organización, así como herramientas de automatización de tareas.

Se buscan soluciones digitales que ayuden a agilizar y mejorar la administración de recursos, la comunicación interna y la gestión de proyectos. Esto puede incluir la adopción de sistemas de gestión utilizando la computación en la nube como ERP y CRM.

Fase 4 - Expansión: En esta etapa, se busca expandir el alcance y la capacidad de la organización a través de la Inteligencia Artificial (IA). Así como la implementación de tecnologías de análisis de datos para la toma de decisiones informadas, servicios en la nube para almacenamiento y colaboración. Acceso a soluciones gratuitas de IA como lo son chatbots, Chat AI etc.

Figura 37

Método de activación de la TD para PyMEs de México



Nota: Elaboración con resultados integrados en DEA considerando la Fase 1 (F1) y Fase 2 (F2) de las PyMEs de la Ciudad de México.

Cada una de estas etapas está compuesta por diversas acciones que guían a cada PyME en su proceso de activación de la Transformación Digital:

- *Identificación de requisitos y objetivos:* Se analizan los objetivos específicos y las necesidades de la organización para decidir que funciones de DT son más cruciales para corto, mediano y largo plazo.
- *Análisis de recursos disponibles:* Con el fin de determinar si la DT puede implementarse con éxito, se evalúan los recursos disponibles, incluidos el personal y el presupuesto.

- *Elección de herramientas y servicios digitales:* La elección de herramientas y servicios digitales se realiza en función de la eficacia con la que se ajustan a las demandas y objetivos de la empresa.
- *Formación del personal:* Con el objetivo de garantizar que los colaboradores estén preparados para el uso efectivo de las nuevas tecnologías.
- *Implementación gradual:* Las modificaciones se implementan gradualmente, comenzando con las áreas más cruciales y avanzando a otras a medida que se obtienen resultados.
- *Medición de resultados y monitoreo:* Para medir el impacto de DT en la productividad organizacional, se diseñaron métricas de desempeño y se realiza un seguimiento regular de los resultados.
- *Ajustes y retroalimentación:* se recopila la retroalimentación del personal y se realizan modificaciones al plan de TD según sea necesario para mejorar los resultados.
- *Comunicación interna y externa:* Para involucrar a todo el equipo con los objetivos comunes, se discute internamente la estrategia de TD y sus beneficios. Los clientes también reciben actualizaciones externas sobre nuevos servicios y mejoras.
- *Evaluación continua:* Para ser competitivo y adaptarse a los cambios del mercado, TD evalúa continuamente su estrategia comercial.

A continuación, se presenta un detalle de cada fase a integrar en la estrategia de activación de la Transformación Digital en las PyMEs:

Fase 1. "Comunicación" busca impulsar el inicio de la Transformación Digital en las PyMEs, estableciendo una base sólida para la implementación de soluciones digitales y fomentando una cultura de cambio y adaptación en la organización. Con esta fase, se prepara el camino para avanzar hacia las etapas siguientes del método de activación, donde se profundiza en la interacción, administración y expansión de la TD en la PyME.

El primer paso consolida la integración al mundo digital a través de la red global de banda ancha llamado (Internet), esta conectividad permitirá a las PyMEs poder tener comunicación con clientes, proveedores y el gobierno. Esta comunicación será de manera escrita y oral. El

segundo paso es tener al menos un teléfono celular donde se pueda utilizar como medio de contacto digital adicionando acceso a tecnologías como (WhatsApp / Telegram / Signal). El tercer paso es crear cuentas de correo electrónico utilizando (Outlook, Gmail, Thunderbird, eM Client, Mailbird, Spark, Mailspring, Shift, Spike, Pegasus, Protonmail). Con estos tres pasos sencillos se inicia la comunicación con el mercado digital.

Fase 2. "Interacción" tiene como objetivo fortalecer la propagación de la información sobre los productos y/o servicios de la PyME hacia los clientes a través de canales digitales. Al mejorar la interacción con los clientes, la empresa puede aumentar su visibilidad, atraer nuevos clientes y fomentar la fidelidad de los existentes, lo que contribuye al crecimiento y éxito del negocio en el entorno digital actual.

Inicia con el paso 4 relacionado con la creación de un sitio web el cual tiene como finalidad ser la carta de presentación de la PyME ante el mundo digital. El paso 5 es el comercio electrónico que representa el inicio de las ventas en línea (OpenCart, WooCommerce, Tiendanube). Y por último el paso 6 es la integración de la organización a las redes sociales (Facebook, Youtube, Twitter, Snapchat, Didi, Uber & Twitter) con la finalidad de conectar con los clientes.

Fase 3. "Administración" busca aprovechar al máximo los datos recopilados en la organización para tomar decisiones más acertadas y eficientes, mejorar la colaboración interna y optimizar el uso de los recursos. El paso 7 se integra por un paquete de software llamado ERP (Planeación de recursos de la empresa) servirá para facilitar el flujo organizativo centralizando por medio de módulos de los diversos procesos de la empresa. Los módulos básicos de un ERP gratuito son las finanzas, contabilidad, ventas, compras, producción, facturación electrónica, logística y distribución (Microsoft Dynamics 365, Odoo Community, SAP Business One, Adempire, ERPNext, XTuple). El paso 8 se integra como una función adicional al ERP llamado CRM (Administración de la relación con clientes) o independiente, esta aplicación tiene como finalidad gestionar cada una de las relaciones e interacciones de una empresa con clientes existentes y potenciales (Hubspot CRM, CentralStation, Odoo, Dolibarr). El siguiente paso una vez iniciada la operación del ERP, es integrar un CRM que permita a las PyMEs llevar un control detallado de prospectos y clientes.

Fase 4. “Expansión” del método de activación se enfoca en el fortalecimiento de los procesos internos de la organización mediante la adopción de tecnologías avanzadas y estrategias de crecimiento.

El uso de la inteligencia artificial es accesible para PyMEs, como lo es un Chat Bot que permite la atención de los clientes de manera virtual 24 horas por día. Esta solución se presenta con opciones sin costo. Esta solución permitirá a las PyMEs dar atención a los clientes en la modalidad de 24/7 de manera digital, integrando respuestas a preguntas relacionados con productos y dudas. Esta propuesta de IA fortalece la comunicación sin incrementar un costo de personal en la operación.

En conclusión, el método de activación propuesto tiene como objetivo facilitar la adopción de la Transformación Digital en las PyMEs de México, permitiendo maximizar la productividad sin requerir una gran inversión en tecnologías de la información. Al seguir las 4 etapas y los 9 pasos establecidos en este método, las organizaciones podrán adaptarse de manera efectiva al entorno digital, optimizar sus operaciones y aprovechar nuevas oportunidades de crecimiento tanto en el mercado actual como en el escenario postpandemia. Con este enfoque, las PyMEs podrán estar preparadas para enfrentar los desafíos de la era digital y potenciar su competitividad en el mercado global.

5 Conclusiones

Los hallazgos de esta investigación y la información derivada de la discusión se presentan en este capítulo de conclusiones. El objetivo general de este estudio fue evaluar el impacto de la transformación digital en la productividad de las PyMEs de la Ciudad de México, con el propósito de sugerir mejoras en los procesos de gestión empresarial. En este apartado, se resumen los resultados obtenidos y se destacan las implicaciones significativas que surgen del análisis realizado. La relevancia de estos hallazgos radica en su contribución a la comprensión del papel crucial que juega la transformación digital en el entorno de las PyMEs y su potencial para impulsar el crecimiento y la competitividad en el actual panorama empresarial.

Además, los resultados proporcionan una evidencia sólida de que la adopción de la transformación digital en las PyMEs de todos los sectores está directamente relacionada con el aumento de la productividad a nivel empresarial.

En esta investigación, se obtuvieron resultados significativos mediante la medición de la eficiencia de PyMEs ubicadas en la Ciudad de México y pertenecientes a diversos sectores durante el período 2021-2022. Para evaluar la efectividad de estas PyMEs, se empleó el método no paramétrico DEA, el cual se basa en la programación lineal para calcular la eficiencia técnica. Con este enfoque, se pudo analizar el impacto de la transformación digital en las operaciones de las PyMEs y su relación con el desempeño productivo, proporcionando así una visión integral de la importancia de la adopción de tecnologías digitales en el entorno empresarial actual.

El modelo DEA se dividió en dos fases: La Fase 1 tiene como objetivo analizar la inversión en IT y su relación con los Ingresos Anuales y Ventas en Línea. El modelo DEA recibió en la Fase 1 las siguientes entradas (ERP, CRM, Comercio Electrónico, Cloud Computing, Redes Sociales, Inteligencia Artificial, R&D y Seguridad de la Información), con las cuales se obtuvieron los productos intermedios (Ingreso Anual y Ventas en Línea); y la Fase 2 la cual evalúa las siguientes entradas DEA (ingresos y ventas en línea) que integran como resultado la salida (aumento de la productividad).

Los resultados integrados por medio de una muestra total ($n = 529$) que representan a PyMEs de la Ciudad de México, concluyen similitud entre la fase 1 y fase 2, al mostrar que

las empresas con mayor productividad (*Fase 1* = 0.449; *Fase 2* = 0.284) fueran las PyMEs que iniciaron sus operaciones en menos de 1 año con algún dominio de la TD; continuando con las PyMEs que tienen en operación de 1 a 4 años muestra un crecimiento en la productividad (*Fase 1* = 0.314; *Fase 2* = 0.252); De 5 a 9 años de operación muestran un incremento en la productividad (*Fase 1* = 0.258; *Fase 2* = 0.244); De 10 a 15 años de operación muestran una productividad (*Fase 1* = 0.229; *Fase 2* = 0.230); No así con PyMEs con operación de mas de 15 años que incluyeron parcialmente una estrategia de operación de TD, se muestra una disminución en la productividad (*Fase 1* = 0.162; *Fase 2* = 0.087).

En efecto, diversos investigadores citados en la presente investigación respaldan la existencia de una fuerte correlación entre el desempeño organizacional y las inversiones en tecnología de la información, lo que valida la paradoja de la productividad (Ross & Ernstberger, 2004; Mitrović, 2020; Chou & Shao, 2014; Shao & Lin, 2001; Fazlollahi & Franke, 2018; Lin et al., 2010; Chen et al., 2004). Estos estudios concuerdan en que las empresas que realizan inversiones significativas en tecnología de la información tienen mayores probabilidades de mejorar su eficiencia y competitividad en el mercado. La adopción de soluciones digitales y su integración en los procesos empresariales puede conducir a una mayor agilidad operativa, mejor toma de decisiones, mayor satisfacción del cliente y, en última instancia, un crecimiento sostenible de las PyMEs. La paradoja de la productividad sugiere que, aunque la tecnología de la información puede requerir una inversión inicial, a largo plazo puede resultar en un aumento significativo de la productividad y la rentabilidad de las organizaciones.

Los datos más recientes evaluados por Internet World Stats (2020) muestran que México se encuentra en el Top 20 a nivel mundial en términos de acceso a Internet, con una impresionante cifra de 88,000,000 de usuarios de Internet en el primer trimestre de 2021. Este número representa un crecimiento del 3.751% desde el año 2000 hasta 2021. Este dato es sumamente relevante, ya que destaca el potencial de crecimiento y ganancias que las PyMEs en México podrían aprovechar. Además, resalta la importancia de adoptar un enfoque estratégico y digital en sus operaciones para aprovechar las oportunidades que el mundo digital global ofrece. Contar con una gran cantidad de usuarios de Internet en el país abre un amplio abanico de posibilidades para que las PyMEs lleguen a nuevos mercados, aumenten su visibilidad y atraigan a más clientes. Por tanto, es esencial fomentar un pensamiento crítico

y una estrategia digital sólida para que las PyMEs en México puedan maximizar su crecimiento y éxito en el competitivo entorno empresarial actual.

En el año 2021, México cuenta con aproximadamente 100 millones de usuarios de Internet, según los datos proporcionados por Internet World Stats en 2020. La presente investigación ha confirmado que las PyMEs reconocen la relevancia de la digitalización en sus operaciones cotidianas. El ecosistema digital ha experimentado una aceleración significativa, especialmente debido a la pandemia, que ha modificado la forma en que las empresas operan y se comunican con sus clientes.

De modo que, la expansión de la computación en la nube ha coadyuvado a las PyMEs, en el hecho de identificar que existen soluciones de tecnología de bajo costo y sobre todo gratuitas para iniciar su estrategia de TD. El estado mexicano debe de trabajar en el apoyo del crecimiento digital fomentando políticas públicas que ayuden a las PyMEs en acceso a la información, negociando con proveedores globales para continuar brindando el soporte de sus servicios a un nivel de costo accesible.

La expansión de la inversión nacional en telecomunicaciones es esencial para impulsar y mejorar la comunicación, incluido el acceso a Internet y los servicios telefónicos en todos los niveles. Debido a que les ayuda a relacionarse exitosamente con sus clientes, proveedores y socios comerciales, una conexión a Internet confiable y rápida es esencial para el crecimiento y la competitividad de las PyMEs en México.

Considerando que, en este nuevo escenario, las PyMEs están siendo habilitadas para que, sin necesidad de mucha inversión, tengan acceso a tecnologías digitales gracias al crecimiento de proveedores de computación en la nube. Cada día se generan nuevas soluciones gratuitas de TD donde no se requiere contratar personal de TI, lo único que se requiere es capacitar a los colaboradores en su uso.

Se confirma la aportación de la investigación al integrarse a los objetivos ODS tales como: Promover el Crecimiento Económico Inclusivo y Sostenible, las Oportunidades de Empleo y el Buen Trabajo para Todos (Objetivo 8). Alcanzar mayores niveles de productividad económica implica, entre otras cosas, diversificación, modernización tecnológica, innovación y un enfoque en industrias de alto valor agregado y uso intensivo de mano de obra.

A través de la construcción de infraestructura resiliente, la promoción de la industrialización sostenible y el fomento de la innovación, se logra Industria, Innovación e Infraestructura (Objetivo 9). aumentar significativamente el acceso a las tecnologías de la información y las comunicaciones y trabajar para proporcionar un acceso a Internet universal y asequible en los países menos desarrollados.

Asegurando modos de producción y consumo sostenibles, se asegura la Producción y Consumo Responsables (Objetivo 12). ayudar a los países en desarrollo a fortalecer sus capacidades tecnológicas y científicas para avanzar hacia modos de producción y consumo más sostenibles.

En el contexto de la transformación digital en las PyMEs, el enfoque transdisciplinario podría involucrar a profesionales de diversas áreas, como la tecnología de la información, la administración, la comunicación, la economía, la sociología y otras disciplinas relevantes. Cada una de estas disciplinas aportaría su conocimiento y enfoque específico para abordar los desafíos relacionados con la digitalización de manera integral.

No obstante, la conservación de las PyMEs en el mercado ha sido desafiada por la adopción de la transformación digital, como un efecto de resiliencia ante el COVID-19. Se muestra un aumento de la productividad al menos del 20% aplicando dominios de la TD.

Al igual que la innovación orientada por la tecnología tiene su aplicación fuera de la pandemia de COVID-19, al satisfacer las necesidades de sus clientes y socios comerciales. La mayor limitación del análisis realizado fueron los problemas relacionados con la recopilación de datos por parte de las PyMEs que se encontraban operando en tiempo de pandemia. En futuras investigaciones se debe aplicar el análisis a PyMEs de diversos sectores localizadas en todo México en tiempo no pandemia, así como perspectivas de la relación entre la TD y el impacto social dentro de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) considerando el Trabajo Decente y Crecimiento Económico (Objetivo 8), Industria, Innovación e Infraestructura (Objetivo 9) y Producción y Consumo Responsables (Objetivo 12).

En palabras de Porta (2023), hay que estudiar el fenómeno mundial de la digitalización, que reacciona a las nuevas lógicas de acumulación y expansión del capital tanto en términos de lugar como de tiempo. Si bien permiten el desarrollo de una estructura organizativa basada

en redes, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) también han generado nuevos tipos de división del trabajo y un nuevo método de planificación de la productividad. Entre algunas limitaciones en la ejecución de esta investigación, se encuentran la aparición de la pandemia SARS-CoV-2, causando que el gobierno aplicara restricciones de operación en la mayor parte de las PyMEs de México. Estas condiciones afectaron el tiempo de respuesta a los cuestionarios electrónicos o en algunos casos la cancelación de la misma, al carecer de colaboradores. Con el objetivo de mitigar el riesgo de tiempo del estudio y obtener una muestra representativa, se decidió comunicarse de manera directa con los directivos o dueños de PyMEs de la Ciudad de México, con la finalidad de solicitar su apoyo y confirmar la eliminación de datos confidenciales en la consulta. Otra limitante a considerar fue el tamaño de la muestra obtenido ($n = 529$) obtenido por una muestra probabilística aleatoria simple, en base a la cantidad de PyMEs que accedieron a responder el cuestionario electrónico. Para futuras líneas de investigación, es de suma relevancia conocer datos que involucren diversos estados adicionales a la Ciudad de México. La TD debe ser identificada como un medio de crecimiento de México, que incluye estrategias de impulso por medio del gobierno. Existen pocas investigaciones de TD actualizadas en México, se debe incluir en futuros estudios el análisis del crecimiento en la capacitación digital y su integración con la cultura organizacional.

Por esta razón, la TD tiene como misión incrementar la productividad de las PyMEs en México en el corto, mediano y largo plazo. Esta investigación tiene su principal aportación al proponer un método de activación, que las PyMEs pueden aprovechar para generar una estrategia de TD sin consumir un alto grado de capital humano e inversiones.

En conclusión, en base los resultados es importante destacar que la transformación digital, se reconoce como un medio funcional para maximizar la eficiencia de la productividad, pero aún existen dudas de cómo aprovecharlas para hacer realidad su crecimiento. Es de suma importancia dar a conocer a las PyMEs de México como la tecnología es un medio real y tangible de aceleración para el crecimiento de la organización en todas sus disciplinas, eliminando la percepción de que la tecnología está relacionado con costos incrementales y aumento de empleados especializados en TI.

Los resultados de este estudio proporcionan información valiosa y pertinente para las PyMEs en México, permitiéndoles tomar decisiones informadas y estratégicas en su proceso de digitalización. Al conocer el impacto de la transformación digital en la productividad y eficiencia de las PyMEs, estas organizaciones pueden identificar áreas de oportunidad y diseñar planes de acción adecuados para impulsar su crecimiento y competitividad.

6 Referencias

- Accenture (2015). México: el poder de la productividad y la alta innovación. *Accenture publishing, Cumbres de Negocios, México*.
https://www.accenture.com/t00010101t000000_w_/mx-es/acnmedia/accenture/conversion-assets/dotcom/documents/local/mx-es/pdf_1/accenture-estudio-productividad-innovacion.pdf
- Ahumada, L., Verdeza, A., Bula, A. & Lombana J. (2016). Optimización de las Condiciones de Operación de la Microgasificación de Biomasa para Producción de Gas de Síntesis. *Información Tecnológica*, 27(3), 179-188. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642016000300017>
- Al-Ruithe, M., Benkhelifa, E., & Hameed, K. (2018). Key issues for embracing the Cloud Computing to adopt a digital transformation: A study of Saudi public sector. [Cuestiones clave relacionadas con la computación en la nube para adoptar una transformación digital: Un estudio del sector público saudí]. *Procedia Computer Science*, 130, 1037-1043.
- Alvarado, G. (2019). La conversión digital, paradoja de productividad. *México: Forbes*.
<https://www.forbes.com.mx/la-conversion-digital-paradoja-de-productividad/>
- Andriushchenko, K., Buriachenko, A., Rozhko, O., Lavruk, O., Skok, P., Hlushchenko, & Kondarevych, V. (2020). Peculiarities of sustainable development of enterprises in the context of digital transformation. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*. [Peculiaridades del desarrollo sostenible de las empresas en el contexto de la transformación digital. Cuestiones de emprendimiento y sostenibilidad]. *Entrepreneurship and Sustainability Issue*, 7(3), 2255–2270.
[https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.3\(53\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.3(53))
- Arévalo-Avecillas, D., Nájera-Acuña, S. & Piñero, E. (2018). La Influencia de la Implementación de las Tecnologías de Información en la Productividad de Empresas de Servicios. *Información tecnológica*, 29(6), 192-212.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000600199>
- Asociación Mexicana de Venta Online (AMVO), (2020). Estudio sobre Venta Online en PyMEs 2020. Asociación mexicana de venta. https://www.amvo.org.mx/wp-content/uploads/2020/07/AMVO_GS1_EstudioVentaOnline_PYMES_VP%C3%BAblica.pdf
- Arvanitis, S. & Loukis, E. (2015). Employee education, information and communication technologies, workplace organization, and trade: a comparative analysis of Greek and Swiss firms. [Educación de los empleados, tecnologías de la información y la comunicación, organización del lugar de trabajo y comercio: un análisis comparativo de las empresas griegas y suizas]. *Industrial and Corporate Change*, 24(6), 1417-1442.
- Asgary A., Ozdemir A. & Özyürek H. (2020). Small and medium enterprises and global risks: Evidence from manufacturing SMEs in Turkey. [Pequeñas y medianas

- empresas y riesgos globales: evidencia de pymes manufactureras en Turquía]. *International Journal of Disaster Risk Science*, 11(1), 59-7.
- Baharuden, A., Isaac, O. & Ameen, A. (2019). Factors Influencing Big Data & Analytics (BD&A) Learning Intentions with Transformational Leadership as Moderator Variable: Malaysian SME Perspective. [Factores que influyen en las intenciones de aprendizaje de Big Data & Analytics (BD&A) con el liderazgo transformacional como variable moderadora: perspectiva de las pymes de Malasia]. *International Journal of Management and Human Science*, 3(1), 10-20.
- Bai, C., Quayson, M., & Sarkis, J. (2021). COVID-19 pandemic digitization lessons for sustainable development of micro-and small-enterprises. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 1989-2001. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.04.035>
- Banco Mundial (2016). Los emprendedores y las pequeñas empresas impulsan el crecimiento económico y crean empleos. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/06/20/entrepreneurs-and-small-businesses-spur-economic-growth-and-create-jobs>
- Banco Mundial (2020). El aumento de la productividad, el principal motor de reducción de la pobreza corre peligro debido a las perturbaciones causadas por la COVID-19. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/07/14/productivity-growth-threatened-by-covid-19-disruptions>
- Banker, R.D., Charnes, A. & Cooper, W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- Banco de México (BANXICO) (2018). Producto Interno Bruto. *BANXICO EDUCA publishing, México*. <http://educa.banxico.org.mx/economia/crecimiento-pib.html>
- Banco de México (BANXICO) (2020). Informe Trimestral abril - junio 2020. *BANXICO publishing, México*. <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-trimestrales/%7BC881F572-772F-B4E2-5CC4-2715D6C43CC5%7D.pdf>
- Barcena, A. (2018). La igualdad es condición necesaria para el crecimiento de la productividad, la inversión y la sostenibilidad ambiental. *CEPAL*. <https://www.cepal.org/es/comunicados/la-igualdad-es-condicion-necesaria-crecimiento-la-productividad-la-inversion-la>
- Bartik A., Bertrand M., Cullen Z., Glaeser E., & Luca M. & Stanton C. (2020). How are small businesses adjusting to COVID-19? Early evidence from a survey. *Harvard Business School Working Paper*, 20, pp. 1-37.
- Berkeley, (2020). Transformación Digital. Liderando personas, dominando datos y tecnología. <https://em-executive.berkeley.edu/transformacion-digital>
- Blanco-Ariza, A., Vásquez-García, W., García-Jiménez, R., & Melamed-Varela, E. (2020). Estructura organizacional como determinante competitivo en pequeñas y medianas empresas del sector alimentos. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVI (2), 133-147. <https://dx.doi.org/10.31876/rcs.v26i2.32429>

- Blecker, R. (2016). Integration, productivity, and inclusion in Mexico: A Macro Perspective. Stallings, Innovation and Inclusion in Latin America: Strategies to avoid the middle-income trap. *United States*.
- Bourguignon, F. (2022). Digitalization and Inequality. In Z. QURESHI & C. WOO (Eds.), Shifting Paradigms: Growth, Finance, Jobs, and Inequality in the Digital Economy (pp. 177–216). *Brookings Institution Press*.
<http://www.jstor.org/stable/10.7864/j.ctv13xpqtd.11>
- Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2016). *The Second Machine Age*, Norton, New York.
- Buitrón, P. (2020). Transformación Digital de las PyMEs: Un Imperativo Estratégico. *IPADE Business School publishing, México*.
<https://www.ipade.mx/2020/07/14/transformacion-digital-de-las-PyMEs-un-imperativo-estrategico/>
- Calvino, F. & Criscuolo, C. (2022). Gone Digital: Technology Diffusion in the Digital Era. Shifting Paradigms: Growth, Finance, Jobs, and Inequality in the Digital Economy. (pp. 35–72). *Brookings Institution Press*.
<http://www.jstor.org/stable/10.7864/j.ctv13xpqtd.6>
- Carchedi, G., & Roberts, M. (2023). Robots, Knowledge and Value. In Capitalism in the 21st Century: *Through the Prism of Value* (pp. 146–186). *Pluto Press*.
<https://doi.org/10.2307/j.ctv33mgb41.10>
- Centro de Comercio Internacional (ITC) (2021). La Encuesta Sobre la Competitividad de las PYMEs. <https://intracen.org/node/278610>
- Chambers, J. (2018). Connecting the Dots: Lessons for Leadership in a Startup World. US, *Hardcover*.
- Chiatchoua, C., Lozano, C., & Macías-Durán, J. (2020). Análisis de los efectos del COVID-19 en la economía mexicana. *Revista Del Centro De Investigación De La Universidad La Salle*, 14(53), 265-290. <https://doi.org/10.26457/recein.v14i53.2683>
- Charnes, A., & Cooper, W.W. (1962). Programming with Linear Fractional Functionals. *Naval Research Logistics Quarterly*, 9, 181-186.
<http://dx.doi.org/10.1002/nav.3800090303>
- Charnes, A., Cooper, W.W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-44.
[http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Chen, Y., Liang, L., Yang F., & Zhu, J. (2004). Evaluation of information technology investment: a data envelopment analysis approach. *Computers & Operations Research*, 33(5), 1368-1379. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2004.09.021>
- Chi, M., Zhao, J., & Li, Y. (2016). Digital Business Strategy and Firm Performance: The Mediation Effects of E-collaboration Capability. *Wuhan International Conference on e-Business (WHICEB) 2016 Proceedings*, 58, disponible: <https://aisel.aisnet.org/whiceb2016/58>
- Chou & Shao (2014). Total factor productivity growth in information technology services industries: A multi-theoretical perspective. *Department of Management Information*

- Systems, College of Commerce. National Chengchi University, Taipei 11605, Taiwan, ROC.*
- Ciuriak, D. & Ptashkina, M. (2018). The Digital Transformation and the Transformation of International Trade. *RTA Exchange. Geneva: International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD) and the Inter-American Development Bank*, recuperado de: <https://e15initiative.org/wp-content/uploads/2015/09/RTA-Exchange-Digital-Trade-Ciuriak-and-Ptashkina-Final.pdf>
- Ciuriak, D. (2019). On the Cusp of Change: Trade and Development in the Age of Data. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3513387> [December 23, 2019] (Cobb, C.(Ed.). (1928). A theory of production. American Economic Review.
- Cohen, R. & Swerdlick, M. (2001). Pruebas y Evaluación Psicológicas. Introducción a las Pruebas y a la Medición. *McGraw Hill. México.*
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2012). Cambio estructural para la igualdad. Una visión integrada del desarrollo. *Trigésimo cuarto período de sesiones de la CEPAL, Santiago, Chile, publicación de las Naciones Unidas.*
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2016). Productividad y brechas estructurales en México. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe.*
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40165/1/S1600553_es.pdf
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2020). La oportunidad de la digitalización en América Latina frente al COVID-19. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe.*
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45360/4/OportDigitalizaCovid-19_es.pdf
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2021). América Latina y el Caribe ante la pandemia del COVID-19. Efectos económicos y sociales. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe.*
<https://www.cepal.org/es/temas/pymes/acerca-microempresas-pymes>
- Cook, W.D., Liang, L. & Zhu, J. (2010). Measuring performance of two-stage network structures by DEA: A review and future perspective. *Omega*, 38(6), 423-430.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2009.12.001>
- Cooper, W.W., Seiford, L.M. & Zhu, J. (2011). Handbook on Data Envelopment Analysis. International Series in Operations Research & Management Science; 164. *Springer*, 2nd edition. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-6151-8>
- Corporación Andina de Fomento (CAF) (2020). La doble pandemia de las PyMEs latinoamericanas. Banco de Desarrollo de América Latina.
<https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2020/11/la-doble-pandemia-de-las-PyMEs-latinoamericanas/>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334.
- Czernich, N., Falck, O., Kretschmer, T., & Woessmann, L. (2011). Broadband infrastructure

- and economic growth. *The Economic Journal*, 121(552), 505–532. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-0297.2011.02420.x>
- Darwin, C. (1859). *On the Origin of Species*. USA.
- Di Vece, G. (2021). Transformación digital en la industria mexicana frente a pandemia por COVID-19. *MIT Sloan Management Review*. <https://mitsloanreview.mx/estrategia-digital/transformacion-digital-en-la-industria-mexicana-frente-a-la-pandemia-por-sars-cov-2/>
- Díaz, A. (2020). Debates sobre la productividad de México. *Economía y Sociedad*. Nexos. <https://economia.nexos.com.mx/debates-sobre-la-productividad-de-mexico/>
- Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) (2022). INEGI, México. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
- Drucker, P. (1985). *Innovation & Entrepreneurship: Practice and Principles*. Boston: Butterworth Heinemann.
- Eggers, F. (2020). Masters of disasters? Challenges and opportunities for SMEs in times of crisis. *Journal of Business Research*, 116, 199-208.
- Evans S., Vladimirova D., Holgado M., Van Fossen K., Yang M., Silva E. & Barlow, C. (2017). Business model innovation for sustainability: towards a unified perspective for creation of sustainable business models. *Business Strategy and the Environment*, 26(5), 597-608. <https://doi.org/10.1002/bse.1939>
- Higgins, D., Alairys, T. & Lovejoy K. (2020). ¿Cómo aprovechar el poder de la tecnología para lograr un futuro más claro? *Ernest & Young*. https://www.ey.com/es_mx/covid-19/how-can-you-embrace-the-power-of-technology-for-clearer-skies-beyond.
- Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROCE) (2018). INEGI presenta resultados de la Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las MIPYMES. *Secretaría de Economía*. <https://www.gob.mx/se/articulos/inegi-presenta-resultados-de-la-encuesta-nacional-sobre-productividad-y-competitividad-de-las-miPyMEs-enaproce-2018>
- Escobar, E. (2020). La próxima “normalidad” será digital... o no será. *CIO México*. <https://cio.com.mx/la-proxima-normalidad-sera-digital-o-no-sera/>
- Farrel, M.J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253-290. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Fazlollahi, A. & Franke, U. (2018). Measuring the impact of enterprise integration on firm performance using data envelopment análisis. *Industrial Information and Control Systems*. *KTH Royal Institute of Technology, Osqudas v. 12, SE-10044, Stockholm, Sweden*.
- Fay, M., Morrison, M., Andrés, L., & Lora, E. (2012). La Realidad Macroeconómica: Una Introducción a los Problemas y Políticas del Crecimiento y la Estabilidad en América Latina: Módulo 3: La infraestructura para el Crecimiento. *Banco Interamericano de Desarrollo, INDES*. <https://publications.iadb.org/es/publicacion/15557/la-realidad-macroeconomica-una-introduccion-los-problemas-y-politicas-del>

- Fayol, H. (1949). General and industrial management. *London: Pitman. (Originally published in 1916.)*
- Fichman, R.G., Dos Santos, B.L., & Zheng, Z. (2014). Digital Innovation as a Fundamental and Powerful Concept in the Information Systems Curriculum. *Mis Quarterly*, 38(2), 329-343.
- Flégl, M. (2014). Návrh metodiky financování vysokých škol (Propuesta de metodología de financiamiento universitario). *Tesis Doctoral, Czech University of Life Sciences Prague, República Checa.*
- Freddi, D. (2018). Digitalization and employment in manufacturing. *AI & Society*, 33(3), 393-403.
- Fondo Monetario Internacional (FMI). (2017). Cómo reactivar el crecimiento mundial. *Fondo Monetario Internacional*. <https://www.elibrary.imf.org/view/IMF011/239179781484307229/239179781484307229/ch01.xml?language=en&redirect=true>
- Fondo Monetario Internacional (FMI). (2020). Perspectivas para América Latina y el Caribe: La pandemia se intensifica. *Fondo Monetario Internacional*. <https://blog-dialogoafondo.imf.org/?p=13682>
- Fondo Monetario Internacional (FMI). (2021). Últimas proyecciones para América Latina (Crecimiento del PIB real, porcentaje). <https://www.imf.org/es/Publications/REO/WH/Issues/2021/04/14/Regional-Economic-Outlook-April-2021-Western-Hemisphere>
- Forbes (2020). Inteligencia Artificial y automatización para PyMEs: lo que debes saber. *Forbes publishing, México*. <https://www.forbes.com.mx/ad-inteligencia-artificial-y-automatizacion-para-PyMEs-lo-que-debes-saber/>
- Gartner, (2019). How Can I Explain Digital Transformation to the Board of Directors? *Published 25 March 2019 - ID G00389669.*
- Ghobakhloo, M., Hong, T., Sabouri, M. & Zulkifli, N. (2012). Strategies for Successful Information Technology Adoption in Small and Medium Sized Enterprise. *Information*, 3(1), 36-67. <https://doi.org/10.3390/info3010036>
- Gidion, D.K., Hong, J., Adams, M.Z.A. & Khoveyni, M. (2019). Network DEA models for assessing urban water utility efficiency. *Utilities Policy*, 57, 48-58. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2019.02.001>
- Gilbreth, F. (1911). Motion Study: A Method for Increasing the Efficiency of The Workman. *Kessinger Publishing, LLC.*
- Gitelman, L. (2013). 'Raw Data' Is an Oxymoron. *MIT Press, Cambridge, MA.*
- Goldfarb, A. & Treffer, D. (2018). AI and International Trade. *NBER Working Paper No. w24254.*
- Haktanir A. & Kahraman, C. & Şeker, Ş. & Dogan, O. (2022). Future of Digital Transformation. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16598-6_26

- Hartl, E., & Hess, T. (2017). The Role of Cultural Values for Digital Transformation: Insights from a Delphi Study. *AMCIS 2017 Proceedings*, (págs. 1-10). Boston
- Haskel, J. & Westlake, S. (2018). *Capitalism Without Capital: The Rise of the Intangible Economy*, Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Hemerling, J., Kilmann, J., Danoesastro, M., Stutts, L. & Ahern, C. (2018). It's not a digital transformation without a digital culture. BCG. *Recuperado el 25 de January de 2020, de Boston Consulting Group*.
- Hernández, F. (2015). El crecimiento económico y la productividad en México, 1980-2011. *Economía Informa*, 391, 96-102.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, Co. & Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación Científica. México, 6 edición, Mc Graw-Hill.
- Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Ciudad de México. México: Editorial Mc Graw Hill Education, Año de edición: 2018, ISBN: 978-1-4562-6096-5, 714 p.
- Hess, T., Matt, C., Benlian, A. & Wiesböck, F. (2016). Options for Formulating a Digital Transformation Strategy. *MIS Quarterly Executive*, 15(2), 123-139.
- Highsmith, R., Luu, L. & Robinson, D. (2020). *Edge: Value-Driven Digital Transformation. USA: Addison-Wesley*.
- Hinings, B., Gegenhuber, T. & Greewod, R. (2018). Digital innovation and transformation: An institutional perspective. *Information and Organization*, 28(1), 52-61. <https://doi.org/10.1016/j.infoandorg.2018.02.004>
- Hurtado, P. (2020). Transformación digital en tiempos de COVID-19, “sólo para valientes”. *CIO México*. <https://cio.com.mx/transformacion-digital-en-tiempos-de-covid-19-solo-para-valientes/>
- Global Innovation Index (2022). What is the future of innovation-driven growth? 15th Edition. *World Intellectual Property Organization*.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2012). Cálculo de los índices de productividad laboral y del costo unitario de la mano de obra. *INEGI publishing, México*. https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/metodologias/varios/Met_ipcu.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2018). Indicadores de Productividad Laboral y del Costo Unitario de la Mano de Obra. *INEGI publishing, México*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/ipl/ipl2018_12.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020a). Indicadores de Productividad Laboral y del Costo Unitario de la Mano de Obra Cifras durante el primer trimestre del 2020. *INEGI publishing, México*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2020/ipl/ipl2020_06.pdf

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020b). La evolución del PIB en México. *INEGI publishing*, México. <https://www.cuentame.inegi.org.mx/economia/pib/grafica-PIB.pdf>
- Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) (2011). Cloud specific terms and definitions. *NIST Cloud Computing Collaboration* http://collaborate.nist.gov/twiki-cloud-computing/pub/CloudComputing/ReferenceArchitectureTaxonomy/Taxonomy_Terms_and_definitions_version_1.pdf. Accessed February 2017.
- Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) (2022). Artificial Intelligence. <https://www.nist.gov/artificial-intelligence>.
- Ismail, M. (2017). Digital business transformation and strategy: What do we know so far? https://cambridgeservicealliance.eng.cam.ac.uk/resources/Downloads/Monthly%20Papers/2017NovPaper_Mariam.pdf
- Internet World Stats. (2020). Internet Users and 2021 Population Stats for the Americas. <https://www.internetworldstats.com/stats2.htm#:~:text=North%20America%2C%20Central%20America%2C%20South%20America%20and%20the%20Caribbean>
- Jablonsky, J. (2018). Ranking of countries in sporting events using two-stage data envelopment analysis models: a case of Summer Olympic Games 2016. *Central European Journal of Operations Research*, 26: 951–966. <https://doi.org/10.1007/s10100-018-0537-8>
- Jafari-Sadeghia, V., Garcia-Perez, A., Candelo, E., & Couturier, J. (2021). Exploring the impact of digital transformation on technology entrepreneurship and technological market expansion: The role of technology readiness, exploration and exploitation. *Journal of Business Research*, 124, 100-111. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.11.020>
- Jasinska, K. (2021). The Digital Chasm between an Idea and Its Implementation in Industry 4.0. *The Case Study of a Polish Service Company*. *Sustainability*, 13, 8834. <https://doi.org/10.3390/su13168834>
- Kao C. & Hwang S.-N. (2008). Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan. *European Journal of Operational Research*, 185, 418-429. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.11.041>
- KPMG. (2020). Perspectivas de la Alta Dirección en México 2020. *KPMG México Publishing*. <https://home.kpmg/mx/es/home/sala-de-prensa/press-releases/2020/02/kpmg-presenta-perspectivas-de-la-alta-direccion-en-mexico-2020.html>
- Kerlinger, F. & Lee, H. (2002). *Investigación del Comportamiento*. Métodos de Investigación en Ciencias Sociales. McGraw Hill. México. 251.
- Knoernschild K. & DeBeasi P. (2019). 2020 Planning Guide Overview: Building Skills for Digital Transformation. *Gartner*.

- Kongaut, C. & Bohlin, E. (2014). Impact of broadband speed on economic outputs: An empirical study of OCDE countries. In: 25th European Regional Conference of the International Telecommunications Society (ITS). *Brussels, Belgium*, 22–25 June 2014. <http://econstor.eu/bitstream/10419/101415/1/795234465.pdf>.
- Kurz M. (2023). The effect of market power on the difusión of innovations. In *The Market Power of Technology: Understanding the Second Gilded Age* (pp. 201–232). *Columbia University Press*. <http://www.jstor.org/stable/10.7312/kurz20652.10>
- Iacovone, L., Muñoz, R., Olaberria E., & Pereira, M. (2021). Crecimiento de la productividad en México: Comprendiendo de las dinámicas principales y los determinantes clave. México. *Banco Mundial*.
- León, H. (2010). PyMEs tecnológicas sobreviven en México. *Entrepreneur*. <https://www.entrepreneur.com/article/263094#:~:text=De%20cada%2010%20negocios%20que,el%20Director%20del%20Centro%20de>
- Liang, L., Cook W., & Zhu, J. (2008). DEA models for two-stage processes: Game approach and efficiency decomposition. *Naval Research Logistics (NRL)*, 55(7), 643-653. <https://doi.org/10.1002/nav.20308>
- Lin, W., Chuang, C. & Choi, J. (2010). A partial adjustment approach to evaluating and measuring the business value of information technology. *The State University of New York at Buffalo, School of Management*, 326 Jacobs Management Center, Buffalo, NY 14260-4000, USA.
- Lonial S. & Carter R. (2015). The Impact of Organizational Orientations on Medium and Small Firm Performance: A Resource-Based Perspective. *Journal of Smalls Business Management*, 53(1), 94-113.
- Lozano, G. & Amézquita R. (2020). *¿Por qué las empresas deben de replantear su estrategia digital después del COVID-19?*, Staff de Business Transformation. Ernest & Young
- Macias, R. (2021). Innovación en PyMEs es prioritaria para la recuperación del país. MIT Sloan Management Review. <https://mitsloanreview.mx/destacado-home/innovacion-en-pymes-es-prioritaria-para-la-recuperacion-del-pais/>
- Magnusson, D. (1978). *Teoría de los Test*. Editorial Trillas. México
- Marinescu, D. (2018). Cloud Computing Theory and Practice. *Morgan Kaufmann, ELSEVIER*.
- Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Charles, R., & Byers, A. H. (2011). Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. *McKinsey Global Institute*.
- Mayo, E. (1930). *The Human Problems of an Industrial Civilization*. *Routledge*.
- McKinsey Global Institute. (2018). *Solving the Productivity Puzzle: the role of demand and the promise of digitization*, New York: McKinsey & Company.
- Mell, P. & Grance, T. (2011). The NIST Definition of Cloud Computing (en inglés) (NIST Special Publication (SP) 800-145). *National Institute of Standards and Technology*.
- Mitrović D. (2020). Measuring the efficiency of digital convergence. *University of Belgrade – Faculty of Economics*. *Belgrade, Serbia*.

- Modgil, S., Dwivedi, Y., Rana, N., Gupta, S. & Kamble S. (2022). Has Covid-19 accelerated opportunities for digital entrepreneurship? An Indian perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 175, 121415. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121415>
- Morakanyane, R., Grace, A., & O'Reilly, P. (2017). Conceptualizing Digital Transformation in Business Organizations: A Systematic Review of Literature. *30th Bled Econference: Digital Transformation - from connecting things to transforming*.
- Mishra, N. & Singh, A. (2018). Use of twitter data for waste minimisation in beef supply chain. *Annals of Operations Research*, 270, 337-359. <http://dx.doi.org/10.1007/s10479-016-2303-4>
- Mühleisen, M. (2018). The long and short of the digital revolution. *Finance and Development*, 55(2), 1-8.
- Nambisan, S., Wright, M., & Feldman, M. (2019). The digital transformation of innovation and entrepreneurship: Progress, challenges and key themes. *Research Policy*, 48(8), 103773. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.03.018>
- Nemati, M., Kazemi Matin, R. & Toloo, M. (2020). A two-stage DEA model with partial impacts between inputs and outputs: application in refinery industries. *Annals of Operations Research*, 295, 285-312. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03665-x>
- Okano-Heijmans, M. (2023). Europe's path towards digital and technological autonomy. In Open strategic autonomy: The digital dimension (pp. 5–9). *Clingendael Institute*. <http://www.jstor.org/stable/resrep46866.5>
- Okorie O., Russell JD., Cherrington R., Fisher O. & Charnley F. (2023). Digital transformation and the circular economy: Creating a competitive advantage from the transition towards Net Zero Manufacturing, *Resources, Conservation and Recycling. ScienceDirect*. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106756>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2015a). Compendium of Productivity Indicators. *Paris: OCDE publishing*.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2015b). The Future of Productivity. *Paris: OCDE publishing*.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2016). Harnessing the digital economy for developing countries. *OCDE publishing. Paris. Working Paper No. 334*. <https://doi.org/10.1787/4adffb24-en>.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2017). Science, Technology and Industry Scoreboard 2017. *Paris: OCDE Publishing*.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2018). La nueva Estrategia de empleo de la OCDE. *OCDE publishing. México*. <https://www.oecd.org/mexico/jobs-strategy-MEXICO-ES.pdf>.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2019a). Economic Outlook No. 106 (Edition 2019/2), *OCDE Economic Outlook: Statistics and Projections (database). OCDE publishing*. <https://www.oecd->

ilibrary.org/economics/data/oecd-economic-outlook-statistics-and-projections_eo-data-en

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2019b). Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future. *OCDE Publishing, París*. <https://doi.org/10.1787/9789264311992-en>.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2019c). Las nuevas trampas del desarrollo, in *Latin American Economic Outlook 2019: Development in Transition*, *OCDE Publishing, Paris*. <https://doi.org/10.1787/50260586-es>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2022). PIB por hora trabajada. *OCDE Publishing, Paris*. <https://www.oecd.org/espanol/estadisticas/pib-hora-trabajada.htm>
- Paço, C.L. & Cepeda, J.M. (2013). El uso de la metodología DEA (Data Envelopment Analysis) para la evaluación del impacto de las TIC en la productividad del sector hotelero. *Via Tourism Review*, 3, 1-19. <https://doi.org/10.4000/viatourism.996>
- Pagés, C. (2010). La era de la productividad. Cómo transformar las economías desde sus cimientos. *Banco Interamericano de Desarrollo (BID)*.
- Padilla-Pérez, R., & Villareal, F.G. (2015). Unfinished structural change and sectorial heterogeneity: the case of Mexico. *UN Economic Commission for Latin America and the Caribbean*. <https://mpira.ub.uni-muenchen.de/62947/>
- Pappas, I. Mikalef, P., Giannakos, M., Krogstie, J., & Lekakos, G. (2018). Big data and business analytics ecosystems: paving the way towards digital transformation and sustainable societies. *Information Systems and e-Business Management*, 16, 479–491. <https://doi.org/10.1007/s10257-018-0377-z>
- Park, S.-C. (2018). The Fourth Industrial Revolution and implications for innovative cluster policies. *AI & SOCIETY*, 33(3), 433–445. <https://doi.org/10.1007/s00146-017-0777-5>
- Peach, R., & Steindel, C. (2017). Low Productivity Growth: The Capital Formation Link. *Liberty Street Economics (blog)*, *Federal Reserve Bank of New York*. <https://libertystreeteconomics.newyorkfed.org/2017/06/low-productivity-growth-the-capital-formation-link.html>
- Pilat, D. & Criscuolo, C. (2018). The future of productivity: what contribution can digital transformation make? *Policy Quarterly*, 14(3), 10–16.
- Porta, D. della, Chesta, R. E., & Cini, L. (2023). The New World of Digital Work: Structural Changes and Labour Recomposition. In *Labour Conflicts in the Digital Age: A Comparative Perspective* (1st ed., pp. 29–50). *Bristol University Press*. <https://doi.org/10.2307/j.ctv3405pkg.7>
- Porter, M. (2009). Ser competitivo. *Deusto: Deusto Ediciones, USA*.
- Qureshi, Z. & Woo, C. (2022). Overview: Digital Metamorphosis and Economic Change. In Z. QURESHI & C. WOO (Eds.), *Shifting Paradigms: Growth, Finance, Jobs, and Inequality in the Digital Economy* (pp. 1–34). *Brookings Institution Press*. <https://www.jstor.org/stable/10.7864/j.ctv13xpqtd.5>

- Rogers, D. (2016). The digital transformation playbook. *Columbia Business School Publishing*.
- Ros, J. (2014a). La productividad y el desarrollo en América Latina dos interpretaciones. *Economía UNAM*, 8(23), 37-51. <https://doi.org/10.22201/fe.24488143e.2011.23.149>
- Ros, J. (2014b). Productividad y crecimiento en América Latina: ¿Por qué la productividad crece más en unas economías que en otras? *CEPAL Santiago, Chile, publicación de las Naciones Unidas*.
- Ross, A & Ernstberger, K. (2004). Benchmarking the IT productivity paradox: Recent evidence from the manufacturing sector. *Mathematical and Computer Modelling*, 44(1-2), 30-42. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2004.12.012>
- Salmela, H., & Rousseau, P. (2019). Role of Dynamic Capabilities for Digital Transformation: Developing Dynamic Capabilities Essential for Digital Transformation. *Turku: University of Turku*.
- Sánchez, M. (2017). A framework to assess organizational readiness for the digital transformation. *Dimensión Empresarial*, 15(2), 27-40. <https://dx.doi.org/10.15665/rde.v15i2.976>
- Santos Pereira, C., Durão, N., Fonseca, D., Ferreira, M.J. & Moreira, F. (2020). An Educational Approach for Present and Future of Digital Transformation in Portuguese Organizations. *Applied Sciences*, 10(3), 757. <https://doi.org/10.3390/app10030757>
- Savić, D. (2020). “COVID-19 and work from home: Digital transformation of the workforce”. *Grey Journal (TGJ)*, 16(2), 101-104.
- Shafi, M., Liu, J. & Ren W. (2020). Impact of COVID-19 pandemic on micro, small, and medium-sized Enterprises operating in Pakistan. *Research in Globalization*, 2, 100018. <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2020.100018>
- Shan, P., Song, M., & Ju, X. (2016). Entrepreneurial orientation and performance: Is innovation speed a missing link? *Journal of Business Research*, 69(2), 683-690. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.08.032>
- Shan S., Luo Y., Zhou Y., & Wei Y. (2019). Big data analysis adaptation and enterprises' competitive advantages: the perspective of dynamic capability and resource-based theories. *Technology Analysis & Strategic Management*, 31(4), 406-420. <https://doi.org/10.1080/09537325.2018.1516866>
- Shaughnessy, H. (2018). “Creating digital transformation: strategies and steps”, *Strategy & Leadership*, 46(2), 19-25. <https://doi.org/10.1108/SL-12-2017-0126>
- Schmidt, W. (2023). Así es como la aceleración digital puede contribuir para superar la crisis. *Fondo Económico Mundial*. <https://es.weforum.org/agenda/2023/02/como-la-aceleracion-digital-puede-ayudarle-a-salir-de-la-crisis/>
- Schrage, M. (2017). A post-work Proletariat? Marxist Thought and The End of Labor. *Harvard*.
- Schuda, F. (2016). Transformación Digital. *USA: CA Technologies*.
- Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. *World Economic Forum*, 2, 149.
- Schwab, K. (2017). The Fourth Industrial Revolution. *Crown Business. New York*.

- Schwertner, K. (2017). Digital transformation of business. *Trakia Journal of Science*, 15(S1), 388-393.
- Sebastian, I.M., Ross, J.W., Beath, C.M., Mocker, M., Moloney, K., & Fonstad, N.O. (2017). How Big Old Companies Navigate Digital Transformation. *MIS Quarterly Executive*, 16(3), 197-213.
- Shao, B. & Lin, W. (2001). Technical efficiency analysis of information technology investments: a two-stage empirical investigation. *Information & Management*, 39(5), 391-401. [https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(01\)00105-7](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(01)00105-7)
- Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN). (2018). *INEGI México*.
- Solow, R. (1979). Un modelo de Crecimiento. In: *Sen, A. (Ed.): Economía del Crecimiento. Fondo de Cultura Económica. México. México, D. F., México*, 525 p.
- Soni, N., Khular, S., Singh, N., & Kappor, A. (2020). Artificial Intelligence in Business: From Research and Innovation to Market Deployment, *Procedia Computer Science*, 167, 2200-2210. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.272>
- Tárano, S., Delgado, T., & Pérez, A. (2018). Towards Smarter Cities Taking Advantage of the Fog Computing Para-digm. *Sistemas & Telemática*, 16(45), 19-30. <https://doi.org/10.18046/syt.v16i45.275>
- Taylor, F. (1911). The Principles of Scientific Management. *Cornell University Library*.
- Trabucchi, D., Buganza, T., Dell’Era, C., & Pellizzoni, E. (2018). Exploring the inbound and outbound strategies enabled by user generated big data: Evidence from leading smartphone applications. *Creativity and Innovation Management*, 27(1), 42–55.
- Torales, C. (2020). Latin America Small Business Strategy. *CISCO publishing, Mexico*. <https://www.enfasys.net/2020/07/10/cisco-presenta-portafolio-pensado-para-las-pymes-de-latam/>
- Tuukkanen V., Wolgsjö, E. & Rusu L. (2022). Cultural Values in Digital Transformation in a Small Company. *Procedia Computer Science*, 196, 3-12. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.11.066>
- Van Ark, B. (2016). Navigating the new digital economy: driving digital growth and productivity from installation to deployment. *New York: Conference Board*.
- Van Alstyne, M., Parker, G. & Choudary, S. (2016). Pipelines, platforms and the new rules of strategy. *Harvard Business Review*, 94(4), 54–62.
- Verhoef, P., Broekhuizen, T., Bartb, Y., Bhattacharyaa, A., & Qi-Donga, J. (2020). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889-901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>
- Vermesan, O., Bröring, A., Tragos, E., Serrano, M., & Bacciu, D. e. (2017). Internet of robotic things: converging sensing/actuating, hypoconnectivity, artificial intelligence and IoT Platforms. En *J. B. Ovidiu Vermesan, Cognitive Hyperconnected Digital Transformation: Internet of Things Intelligence Evolution* (págs. 97-155). River Publisher.
- Vogelsang, K., Liere-Netheler, K., Packmohr, S., & Hoppe, U. (2019). Barriers to digital transformation in manufacturing: development of a research agenda. In *Proceedings*

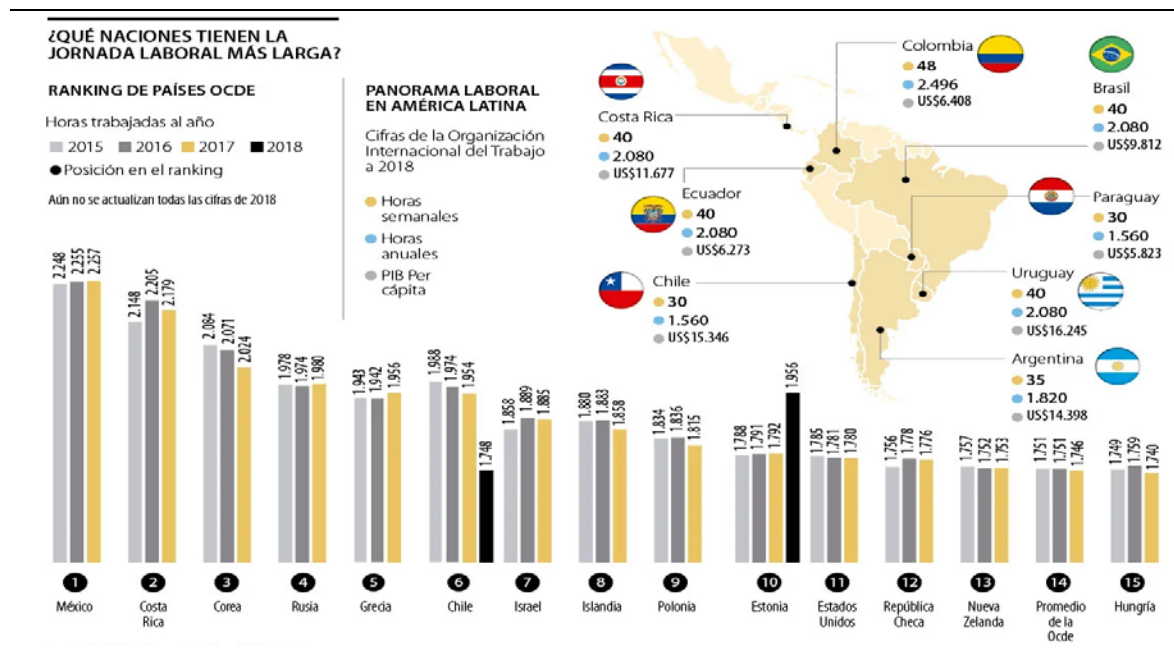
- of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences.
<https://doi.org/10.24251/HICSS.2019.594>
- Volberda, H.W., Khanagha, S., Baden-Fuller, C., Mihalache, O.R., & Birkinshaw, J. (2021). Strategizing in a digital world: overcoming cognitive barriers, reconfiguring routines and introducing new organizational forms. *Long Range Planning*, 54(5), 102110. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2021.102110>
- Wade, M. & Shan, J. (2020). Covid-19 Has Accelerated Digital Transformation but May Have Made It Harder Not Easier. *MIS Quarterly Executive*, 19(3), 102. <https://aisel.aisnet.org/misqe/vol19/iss3/7>
- Want, R., Schilit, B., & Jenson, S. (2015). Enabling the Internet of Things. *Computer*, 48, 28-35. <https://doi.org/10.1109/MC.2015.12>
- Warner, K.S.R. & Wäger, M. (2019). Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. *Long Range Planning*, 52(3), 326–349. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2018.12.001>
- Weill P. & Woerner, S. (2017). Future ready? Pick your pathway for Digital Business Transformation. *MIT Center for Information System Research*. https://c isr.mit.edu/publication/2017_0901_DigitalPathways_WeillWoerner
- Westerman, G., Bonner, D., & McAfee (2014). The Nine Elements of Digital Transformation. *MIT Sloan Management Review*.
- World Economic Forum. (2015). The Global Information Technology Report (2014), Zwick, T., The Impact of ICT Investment on Establishment Productivity. *Centre for European Economic Research*. *WEF publishing*.
- World Economic Forum. (2016). World Economic Forum Annual Meeting 2016 Mastering the Fourth Industrial Revolution. *Klosters - Davos*. <http://www3.weforum.org/docs/Media/>
- World Economic Forum. (2018). The future of Jobs Report 2018. Geneva. *WEF publishing*. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2018>
- World Economic Forum. (2019). The Global Competitiveness Report 2019. *WEF publishing*. http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf
- World Economic Forum. (2020). Una introducción a la iniciativa transformación digital de las industrias. *WEF publishing*. <https://reports.weforum.org/digital-transformation/introducing-the-digital-transformation-initiative/>
- Yamakawa, P. (2018). Ecosistema empresarial: la clave para la competitividad. *ESAN Business*. <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/ecosistema-empresarial-la-clave-para-la-competitividad>
- Yuhao N., Wen W., Sai W., & Sifei L. (2023). Breaking barriers to innovation: The power of digital transformation. *Finance Research Letters*. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.103457>
- Zahra, S.A. (2021). International entrepreneurship in the post covid world. *Journal of World Business*, 56(1), 101143. <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2020.101143>

- Zambom-Ferraresi, F., García-Cebrián, L.I., Lera-López, F. & Iráizoz, B. (2017). Performance Evaluation in the UEFA Champions League. *Journal of Sports Economics*, 18(5), 448-470. <https://dx.doi.org/10.1177/1527002515588135>
- Zelada, S. (2020). COVID-19, un acelerador de la transformación digital. *Deloitte Publishing*. <https://www2.deloitte.com/pe/es/pages/technology/articles/COVID19-un-acelerador-de-la-transformacion-digital.html>
- Zhong, R.Y., Huang, G.Q., Lan, S., Dai, Q.Y., Chen, X. & Zhang, T. (2015). A big data approach for logistics trajectory discovery from RFID-enabled production data. *International Journal of Production Economics*, 165, 260–272. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.02.014>
- Zuboff, S. (2019). *The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Human Power*. New York: *PublicAffairs*.

Apéndice

Figura 38

Jornada Laboral de los Países OCDE del 2015 al 2018



Nota: Gráfica elaborado con datos OCDE (2019a). El promedio anual de horas de trabajo se calcula como la suma de todas las horas trabajadas dividida por el número promedio de personas empleadas en un año. México se presenta como el país con más horas trabajadas a nivel mundial.

Tabla 11

Revisión de la literatura de la aplicación de DEA en investigaciones del impacto de IT en las organizaciones

Autor(es) Año	País(es)	Variables de Entrada	Variables de Salida	Objetivo (s) del estudio
Ross & Ernstberger (2004)	Estados Unidos	Staff de IT, Total de Staff, Presupuesto de IT, Salarios, Tecnología, eBusiness, CRM, Mantenimiento, Desarrollo & Investigación	Capital de Trabajo, Productividad Laboral, Productividad Administrativa, Ventas, OIBDP, ROA, ERP.	Para evaluar los efectos de la tecnología de la información (TI) en la productividad dentro del sector manufacturero de la economía estadounidense, la producción de servicios de información se modela mediante un análisis de datos envolvente (DEA).
Mitrović (2020)	Serbia	Usuarios de internet (%), Flujo de internet internacional por usuario de internet (bit/s), Número de suscriptores de internet de banda ancha fija, Número de suscriptores de telefonía celular móvil	PIB per cápita	El artículo sugiere utilizar el índice de productividad de Malmquist (IPM) y el análisis de datos envolvente (DEA) para mantenerse al día con las tendencias en la eficiencia del desarrollo de la economía digital en los países europeos.
Chou & Shao (2014)	Taiwán & Estados Unidos	Equipamiento IT, Equipo de Telecomunicaciones, Ordenador Software, Servicios IT, Servicios de Telecomunicaciones, Servicios WEB, Computación en la Nube.	Producción	Utilizando el Índice de Productividad de Malmquist (IPM) como indicador de desempeño y el consiguiente análisis de datos (DEA) como metodología de medición, este artículo estima el crecimiento de la productividad total de los factores de las industrias de tecnología de la información (TI) en 25 países miembros de la OCDE durante el período de 1995 a 2007. Se basa en teorías de la producción, la innovación y la competitividad.
Shao & Lin (2001)	Estados Unidos	Valor de hardware de TI, Gastos de personal de SI, Gasto en TI, Mano de Obra	Productividad, Factor de Producción, Producto de valor agregado, Capital	La relación entre las inversiones en tecnología y la eficiencia técnica en el proceso productivo de una organización es el foco principal de este artículo, y se hace uso de un análisis analítico que involucra dos etapas de investigación (DEA y modelo Tobit de retorno).
Fazlollahi & Franke (2018)	Suecia	Número de empleados, Peso promedio de tipos de documentos por socio, Inventario anual promedio	Ventas Netas	Debido al rápido desarrollo de la tecnología y los modelos comerciales cambiantes, las organizaciones de hoy deben adaptarse a los rápidos cambios tanto internos como externos. Este estudio sugiere una metodología para cuantificar los efectos de la integración corporativa en el desempeño de una organización

				utilizando análisis de datos incluidos (DEA) y el concepto microeconómico de costos marginales.
Lin et al. (2010)	Estados Unidos	Inversión en TI	Productividad	En este artículo, se desarrolla un enfoque de ajuste parcial que se basa en la teoría del ajuste parcial para evaluar el valor de la tecnología de la información. Los modelos con restricciones (estructurales o implícitas) y sin restricciones (no estructurales explícitas) resultaron de un enfoque adaptado a un panel de datos a nivel de país que cubre el período de 1993 a 2006 para una muestra de 12 países, incluidas las naciones del G7, y una estimación de retorno no relacionada.
Chen et al. (2004)	Estados Unidos & China	Activos fijos, Empleados, Inversión en TI	Lucro, Préstamo recuperado	El artículo desarrolla un modelo de programación DEA no lineal para evaluar la influencia de TI en varias etapas y proporciona detalles sobre cómo asignar recursos relacionados con TI para maximizar la eficiencia. Se muestra que este programa no se puede utilizar como un programa paramétrico lineal.

Nota: Tabla elaborada con investigaciones elaboradas en diversos países.

Tabla 12

Listado de ítems del cuestionario de DMU's

Ítem	Pregunta
1	¿Cuánto tiempo lleva en el mercado su organización?
2	¿A qué sector/industria pertenece su organización?
3	¿Cuál es la clasificación de su organización?
4	¿Cuántos empleados conforman su organización?
5	¿Cuáles fueron los ingresos de su organización matriz en su último año fiscal (2020)?
6	¿Cuál fue el costo operativo de los siguientes activos fijos dentro de su organización matriz en el último año fiscal (2020)?
7	Número de empleados del área de Sistemas y/o Tecnologías de la Información (TI)
8	¿Qué porcentaje (%) del presupuesto está destinado a las Tecnologías de la Información (TI)?
9	¿Cuál fue el monto del presupuesto asignado a las tecnologías de la información dentro de su organización matriz en su último año fiscal?
10	¿Cuál fue el monto invertido a las siguientes tecnologías de la información (TI) dentro de su organización matriz en su último año fiscal (2020)?
11	¿Qué parte de los ingresos de su organización son generados a partir de una presencia en línea?
12	¿Cómo la pandemia de COVID-19 afectó a su negocio en ventas?
13	¿Cuál fue el impacto de los empleos en su organización debido a la pandemia de COVID-19?
14	¿Ha oído hablar y entiende lo que significa la Transformación Digital?
15	¿Qué piensa cuando escucha el término “Transformación Digital”?
16	¿Qué piensa de su compañía en relación con el proceso de “Transformación Digital”?
17	¿Cuánto tiempo invierte su organización en capacitar a los empleados en el manejo de tecnologías de la información (TI)?
18	Su empresa y la Transformación Digital
19	Estrategia digital en su empresa
20	¿En qué medida su organización utiliza las siguientes tecnologías digitales?
21	Imagine una organización ideal transformada por tecnologías y capacidades digitales que mejoran los procesos, involucrando al talento en toda la organización e impulsando nuevos modelos de negocio. ¿Qué tan cerca está su organización de ese ideal?
22	¿Qué importancia tiene cambiar las tecnologías y las capacidades digitales en su organización?
23	¿En qué medida las tecnologías digitales interrumpieron su industria?
24	Mi organización en la era digital
25	Confío en la preparación de mi organización para responder a las tendencias digitales
26	Confío en la comprensión de mi liderazgo de tendencias digitales relevantes y tecnologías emergentes
27	¿Cómo visualiza a su organización?

- 28 ¿En qué medida está de acuerdo con los siguientes objetivos de la estrategia digital de la organización?
 - 29 ¿Qué barreras impiden que su organización aproveche las tendencias digitales? (Seleccione hasta tres)
 - 30 ¿Cómo está implementando su organización las iniciativas digitales? (Seleccione todas las que correspondan)
 - 31 ¿Alguna persona o grupo tiene la responsabilidad de supervisar / gestionar la estrategia digital de la organización?
 - 32 ¿Dónde ve a su propia organización actualmente cuando se trata de volverse más digital?
 - 33 ¿Cuál es el nivel/rango más alto de la(s) persona(s) cuyo trabajo es supervisar/gestionar la estrategia digital de su organización?
 - 34 Antes de emprender una transformación digital en toda la organización, ¿su organización probó o experimentó primero el programa en una parte de la empresa? Si es así, ¿en qué unidad de negocio?
 - 35 ¿Cuáles de las siguientes destrezas o habilidades son las que más le faltan a su organización?
 - 36 Considerando los siguientes objetivos, ¿Qué incremento (%) espera como resultado de la transformación digital?
 - 37 ¿Qué tipos de dispositivo se utilizan en los procesos de venta de su empresa?
 - 38 ¿Con qué frecuencia refina sus objetivos de transformación digital?
 - 39 ¿Qué tan importante son los siguientes criterios para una transformación digital exitosa?
 - 40 ¿Cuáles son los mayores desafíos que su organización ha experimentado realmente al intentar emprender una transformación digital exitosa?
 - 41 Valora la cultura empresarial referente a conceptos digitales
 - 42 ¿Utiliza su empresa soluciones Cloud / Nube?
 - 43 ¿Cómo publicita su servicio y/o productos?
 - 44 ¿Dispone su empresa de página web?
 - 45 ¿En qué nivel de porcentaje (%) aumento las tecnologías de la información (TI) a la productividad de los empleados dentro de su organización?
-

Nota: Esta tabla muestra los ítems que componen el cuestionario recibido por cada uno de los DMU's (*j*), donde cada uno de los datos recibidos (respuestas) formaron parte de las entradas (*i*) y salidas (*r*) utilizados en el cálculo del método DEA (Análisis Envolvente de Datos). Número de ítems = 45, total de PyMEs = 529.