

Julián Duran Peralta y José Fabian Ríos Obando

Editores científicos

USO DE TIC Y SUS

DETERMINANTES EN LAS MICROEMPRESAS DE COLOMBIA



CONSEJO PROFESIONAL
DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
JUNTOS LOGRAMOS MÁS

VIGILADA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN



EDITORIAL



Cita este libro:

Duran Peralta, J. y Ríos Obando, J. F. (2022). *Uso de TIC y sus determinantes en las microempresas de Colombia*. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; Consejo Profesional de Administración de Empresas CPAE.

Palabras Clave:

índice sintético, uso de TIC, formalidad empresarial, apropiación digital.

Keywords:

synthetic index, ICT use, business formality, digital appropriation.

Contenido relacionado:

<https://investigaciones.usc.edu.co/>

USO DE TIC Y SUS

DETERMINANTES EN LAS MICROEMPRESAS DE COLOMBIA

Use of ICTs and their determinants in
microenterprises in Colombia

Julián Duran Peralta
José Fabian Ríos Obando

Autores



CONSEJO PROFESIONAL
DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
JUNTOS LOGRAMOS MÁS



EDITORIAL

Uso de TIC y sus determinantes en las microempresas de Colombia / Julián Duran Peralta, José Fabián Ríos Obando-- Santiago de Cali: Universidad Santiago de Cali, 2022.

92 páginas; 24 cm.

Incluye referencias bibliográficas.

ISBN (Digital): 978-628-7604-12-4

1. Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) 2. Formalidad Empresarial 3. Apropiación Digital
4. TIC – Uso. I. Julián Duran Peralta. II. Universidad Santiago de Cali. Facultad Ciencias Económicas y Empresariales

SCDD 658.15 ed. 23

CO-CaUSC

JRGB/2022



CONSEJO PROFESIONAL
DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
JUNTOS LOGRAMOS MÁS



Uso de TIC y sus determinantes en las microempresas de Colombia.

© **Universidad Santiago de Cali.**

© **Consejo Profesional de Administración de Empresas CPAE.**

© **Autores:** Julián Duran Peralta y José Fabian Ríos Obando.

Edición digital

Cali, Colombia

2022

Comité Editorial

Editorial Board

Claudia Liliana Zúñiga Cañón

Edward Javier Ordóñez

Paula Andrea Garcés Constain

Sergio Molina Hincapié

Jonathan Pelegrín Ramírez

Yuriban Hernández

Jhon Fredy Quintero-Uribe

Milton Orlando Sarria Paja

José Fabián Ríos Obando

Proceso de arbitraje doble ciego:

“Double blind” peer-review.

Recepción/Submission:

Julio (July) de 2021.

Evaluación de contenidos/

Peer-review outcome:

Agosto (August) de 2021.

Aprobación/Acceptance:

Septiembre (Septiembre) de 2021.



La editorial de la Universidad Santiago de Cali se adhiere a la filosofía de acceso abierto. Este libro está licenciado bajo los términos de la Atribución 4.0 de Creative Commons (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite el uso, el intercambio, adaptación, distribución y reproducción en cualquier medio o formato, siempre y cuando se dé crédito al autor o autores originales y a la fuente <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

El texto es resultado de las investigaciones realizadas por los grupos de investigación GISESA y GIDEEI, de la Universidad Santiago de Cali. Investigación financiada y aprobada por el Consejo Profesional de Administración de Empresas CPAE, mediante la convocatoria de investigación 02 de 2021, convenio de asociación número 19.

Agradecimientos

Acknowledgments

Los autores agradecen a:

La Alta Dirección de la Universidad Santiago de Cali, encabezada por el señor rector Carlos Andrés Pérez Galindo.

La Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales y a los grupos de investigación GISESA y GIDEEI.

Las estudiantes Andrea Muñoz Yatacué y Lina Marcela Prado Mejía, integrantes del semillero SIAD del programa de administración de empresas de la Universidad Santiago de Cali, quienes apoyaron el desarrollo de la investigación.

La Dirección General de Investigaciones (DGI) y a su grupo editorial.

*Dedicado al Consejo Profesional de Administración de Empresas
CPAE y a la Universidad Santiago de Cali quienes permitieron
que este proyecto se llevara a cabo. El éxito alcanzado fue posible
gracias al apoyo y los recursos facilitados por ambas partes, en
beneficio de la investigación.*

La ciencia y el conocimiento son un bien de carácter público

Anónimo.

Contenido

Prólogo	13
Resumen	15
Abstract	16
Introducción	17
<i>Capítulo 1</i>	
Marco teórico y antecedentes	25
1.1 Aspectos teóricos de los determinantes de la intensidad de uso TIC	25
1.2 Antecedentes empíricos.....	31
<i>Capítulo 2</i>	
Metodología	37
2.1 Datos.....	37
2.2 El índice	38
2.3 Modelo	41
<i>Capítulo 3</i>	
Resultados y discusión	45
3.1 Índice sintético DP2	45
3.1.1 Generalidades sobre el índice	45
3.1.2 Índice por ciudades	46
3.1.3 Índice por sectores económicos	49
3.1.4 Índice por tamaño de las microempresas.....	50
3.2 Modelo de los determinantes	52
3.2.1 Estadísticas descriptivas	52

3.2.2 Resultados de la estimación.....	53
3.3 Ruta de transformación digital.....	59
Capítulo 4	
Conclusiones y recomendaciones	61
Recomendaciones de política pública	65
Referencias bibliográficas.....	67
Anexos	77
Anexo 1. Matriz de correlaciones en el paquete STATA.....	77
Anexo 2. Estimación del modelo en paquete STATA	79
Anexo 3. Factor de Inflación de varianza FIV en el paquete STATA	80
Anexo 4. Prueba de heterocedasticidad en el paquete STATA.....	80
Glosario.....	81
Acerca de los autores.....	87
Pares Evaluadores	89

Contents

Foreword	13
Abstract	16
Introduction	17
<i>Chapter 1</i>	
Theoretical framework and background	25
1.1 Theoretical aspects of the determinants of ICT use intensity.....	25
1.2 Empirical background.....	31
<i>Chapter 2</i>	
Methodology	37
2.1 Data	37
2.2 The index	38
2.3 The Model	41
<i>Chapter 3</i>	
Results and discussion	45
3.1 DP2 synthetic index	45
3.1.1 General information about the index	45
3.1.2 Index by city.....	46
3.1.3 Index by economic sector.....	49
3.1.4 Index by size of microenterprises	50
3.2 Model of the determinants	52
3.2.1 Descriptive statistics	52
3.2.2 Estimation results.....	53
3.3 Digital transformation pathway	59

Chapter 4

Conclusions and recommendations	61
Public policy recommendations	65
Bibliographic references	67
Annexes	77
Annex 1. Correlation matrix in the STATA package	77
Annex 2. Model estimation in the STATA package.....	79
Annex 3. Variance Inflation Factor IVF in the STATA package	80
Annex 4. Heteroscedasticity test in the STATA package	80
Glossary	81
About the Authors	87
Peer Reviewers	89



Prólogo

Foreword

La obra titulada *Uso de TIC y sus determinantes en las microempresas de Colombia* es resultado de la investigación realizada por dos profesores, investigadores de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, quienes hacen parte de los grupos de investigación GISESA y GIDEEI de la Universidad Santiago de Cali.

El libro logra identificar algunos determinantes de la intensidad de uso de TIC en las microempresas de Colombia, como aproximación al proceso de transformación digital en este segmento empresarial, logrando aportar a la economía digital desde la gestión organizacional, la responsabilidad social empresarial, la economía espacial y el desarrollo regional.

Los investigadores plantean una ruta de transformación digital para las empresas en Colombia a partir de elementos concluyentes que fomenten dinámicas digitales estratégicas, como una propuesta de valor en la relación con los clientes, partiendo del fortalecimiento en la infraestructura, procesos, funciones y formación de capacidades y competencias en el talento humano de las organizaciones.

De esta manera, se resalta el esfuerzo conjunto entre la academia y el Consejo Profesional de Administración de Empresas en la búsqueda de apoyar al empresariado colombiano para que realice avances estratégicos en su transformación digital, entregando a partir de estudios científicos, factores que determinan la intensidad de uso de TIC en las microempresas colombianas; así como la magnitud en que

estos pueden afectarla. Alcanzando una mirada crítica sobre fallas, sesgos y confusiones en la mentalidad empresarial nacional para realizar una transformación digital efectiva en la ampliación de oportunidades para competir en mercados regionales, nacionales e internacionales.

Así es como, el Consejo Profesional de Administración de Empresas, reconoce la necesidad de fomentar la calidad académica y el desarrollo de investigaciones pertinentes con las áreas de formación en administración y el relacionamiento empresarial con las nuevas variantes de la era digital.

Olga Parra Villamil
Directora Ejecutiva CPAE



Resumen

El presente libro busca establecer los determinantes de la intensidad de uso de TIC en las microempresas de Colombia, como un aporte al análisis del proceso de transformación digital en este conglomerado económico. Con este propósito inicialmente se mide un índice sintético para establecer la intensidad en el uso. Específicamente, se realiza un cálculo del índice de distancia ponderada DP_2 , utilizando la información de la Encuesta de Micronegocios 2019 del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. Posteriormente, se evalúa a través de un modelo de regresión lineal, la incidencia de un conjunto de determinantes sobre la intensidad de uso, tomando como variable explicada el índice sintético y como explicativas las características de las unidades económicas y los aspectos sociodemográficos del propietario.

Los resultados señalan que un bajo porcentaje de unidades productivas son altamente intensivas en el uso TIC, y la mayoría restante tiende a ubicarse en una posición de menor uso. Además, en ciudades como Medellín, Bogotá, Villavicencio y Pasto, las microempresas presentan un mejor desempeño de uso digital. Del mismo modo, la intensidad de uso de estas tecnologías disminuye con la edad del propietario, y aumenta con el tamaño y la infraestructura informática del establecimiento. También, facetas menos abordadas en la literatura como la formalidad empresarial y el capital social influyen de manera positiva. Por lo tanto, los hacedores de la política deben diseñar mecanismos para incrementar la apropiación de herramientas tecnológicas, ya sea a través de capacitación con educación formal o no formal, o impulsando un emprendimiento con mayor disposición al empleo de las nuevas tecnologías.



Abstract

This study seeks to establish the determinants of the intensity of ICT use in microenterprises in Colombia, as a contribution to the analysis of the digital transformation process in this economic conglomerate. For this purpose, a synthetic index is initially measured to establish the intensity of use. Specifically, a calculation of the DP_2 distance index is made, using information from the 2019 National Administrative Department of Statistics DANE Microbusiness Survey. Subsequently, the incidence of a set of determinants on the intensity of use is evaluated through a linear regression model, taking as an explained variable the synthetic index and as explanatory the characteristics of the economic units and the sociodemographic aspects of the owner.

The results indicate that a low percentage of productive units are highly intensive in ICT use, and the remaining majority tend to be located in a position of less use. In addition, in cities such as Medellín, Bogotá, Villavicencio and Pasto, microenterprises present a better performance of digital use. Similarly, the intensity of use of these technologies decreases with the age of the owner, and increases with the size and IT infrastructure of the establishment. Also, facets less addressed in the literature such as business formality and social capital influence in a positive way. Therefore, policymakers must design mechanisms to increase the appropriation of technological tools, either through training with formal or non-formal education, or by promoting entrepreneurship with greater willingness to use new technologies.



Introducción

Introduction

Las condiciones y el contexto empresarial generalmente se caracterizan por mega tendencias mundiales, entre las que se puede destacar la digitalización de las actividades empresariales, que da cuenta del fortalecimiento de la industria 4.0, la globalización e interdependencia de los mercados y una economía basada en el conocimiento y la innovación.

Evidentemente las organizaciones enfrentan crisis y desafíos de un contexto dinámico, que supone la necesidad de contar con talento humano, capaz de adelantar procesos de vigilancia estratégica y prospectiva, de tal suerte que la gestión de los negocios se anticipe a los cambios y logre alcanzar ventajas competitivas.

Conforme a la Misión de Sabios definida por el Gobierno Nacional de Colombia (2019), se deben aunar esfuerzos entre los actores de la cuádruple hélice, en procura de avanzar en la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI). Para tal fin se consideran áreas o temáticas vitales para trazar una hoja de ruta, sobresaliendo las tecnologías convergentes, medio ambiente y bioeconomía entre otros aspectos, que se constituyen en ejes dinamizadores del desarrollo organizacional, marcando una tendencia en la gestión de las organizaciones del siglo XXI.

En ese sentido la actividad empresarial está condicionada por procesos innovadores que invitan a repensar o rediseñar los procesos, productos y servicios, como elementos claves de la tipología del Manual de Oslo. Entonces es clave comprender las expectativas e intereses

de los distintos agentes de interés, toda vez que desde una estrategia de co-creación, es imprescindible generar dinámicas colaborativas, que, en una suerte de gobernanza, retribuye en el favorecimiento de las relaciones y por ende en la reputación y legitimidad empresarial.

Las denominadas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) se han constituido en las últimas décadas en uno de los pilares fundamentales para el desarrollo de las economías nacionales como de las regionales, ya que son una vía para incrementar la productividad, la competitividad y la innovación en las firmas, (Hawash y Lang, 2020). Además, motivan la creación de nuevas actividades y sectores económicos, que a su vez se traduce en más empleos e ingresos para la economía (Hernández, 2020). Así, es un objetivo de los gobiernos el promover el acceso y uso de estas tecnologías tanto en los individuos como en las empresas, y ello implicará, por lo tanto, que deba ampliarse la infraestructura para lograr la conectividad universal para las sociedades, además, su modernización permanente, por ejemplo, en el momento presente se hace indispensable instaurar las redes quinta generación 5G, (eLAC, 2020).

Actualmente las empresas y en general la economía experimentan fuertes escenarios de competencia, caracterizados por la globalización y las nuevas tecnologías como las informáticas y de comunicaciones. Siendo de interés para la comunidad académica, tratar de medir el impacto de dichas tecnologías sobre la producción, encontrando importantes efectos ya sea a nivel macro de las economías o a nivel micro donde están las empresas individuales, (Giler et al., 2022; Brynjolfsson y Hitt, 2000). De esta forma, crece la urgencia de estudiar el fenómeno de la adopción y uso de estas tecnologías, en lo que se conoce como la “transformación digital”, debido a que estas se convierten en una herramienta necesaria para mejorar su desempeño y, lograr la supervivencia en el mercado.

Las TIC conducen a incrementar la productividad, a reducir los costos de operación y ayudan a facilitar la flexibilidad de los procesos generando vínculos más fuertes con los clientes, (Miró y Torrent, 2020;

Inzunza, 2018; Mithas et al., 2012), especialmente, cuando su utilización va acompañada de factores como la formación de los empleados y la madurez organizacional, (Díaz y Reyes, 2020). Adicionalmente, Galliano y Roux (2008) mencionan que las TIC son tecnologías genéricas que contribuyen ostensiblemente a disminuir los costos de comunicación, coordinación y procesamiento de la información, además, son aplicables en todos los sectores productivos (Inzunza, 2018; Bresnahan y Tratjenberg 1995), desde las industrias manufactureras hasta la rama turística (Bermúdez y Rubio, 2021).

En contraste, Lucchetti y Sterlacchini (2004) y Lira et al. (2022) identifican tres tipos de TIC, en primer lugar, las de uso general, que son aplicables a todos los sectores, por ejemplo, el internet. En segundo lugar, las integradoras de la producción, citando como caso, las tecnologías CAD-CAM (diseño asistido por computadora- fabricación asistida por computadora por sus siglas en inglés), los sistemas LAN (Red de área local por sus siglas en inglés) e Intranet y las máquinas de control numérico, las cuales requieren de la existencia de habilidades técnicas para su utilización en la firma. Finalmente, los autores mencionan las TIC orientadas al mercado, aquí es posible incluir las páginas web y las tiendas on-line, las cuales también requieren algún conocimiento especializado para su manejo.

Ahora bien, en cuanto al avance de Colombia, en esta materia, el estudio previo de Dobrota et al., (2012) mostraba que el país en cuanto a desarrollo de las TIC apenas obtenía el puesto 71 dentro un grupo de 111 naciones representativas. Por lo que se evidencia un rezago tecnológico que resta capacidad a la economía nacional para incrementar su competitividad. Esto es soportado por otros estudios como el de Ortega (2014) para quien “las nuevas TIC han sido poco adoptadas por la mayor parte de las empresas colombianas, y es crítico en el caso de las microempresas, lo cual se presenta como una debilidad dentro del nuevo marco competitivo que se impone”. (p. 31)

Dada la importancia que están jugando las TIC en la economía actual se hace necesario investigar un poco más sobre cómo está ocurrien-

do su apropiación en el país. De otro lado, la economía colombiana se compone en buena parte de microempresas, que desde el Decreto 957 de 2019 define los principios para la clasificación de las empresas conforme a los ingresos por actividades ordinarias. Es evidente que su relevancia está dada no solo por su representatividad en el tejido empresarial, sino también por su incidencia en el desarrollo económico y social del país, prueba de ello es que según Santamaria (2021)

En los países latinoamericanos coexiste un compromiso por los gobiernos, universidades y sector privado para fortalecer las microempresas, empresas familiares y pequeñas empresas, pues éstas constituyen más del 90% de la red organizacional. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), estas empresas hacen parte importante de todos los sectores empresariales de Latinoamérica, y en efecto, contribuyen con el 61% del empleo formal y con el 25% de la producción (p. 2).

En dichas organizaciones se presentan múltiples brechas asociadas a la adopción de las TIC, en tanto que se reconoce en la literatura que las microempresas están más expuestas al contexto, toda vez que no cuentan con la capacidad financiera, económica y tecnología suficiente para competir en el mercado. Ahora bien, es preciso señalar que el proceso de implementación y transferencia de las TIC en las organizaciones está condicionado por diversas variables que comprenden aspectos sociales, económicos, culturales, entre otros, que obligan a mapear de forma precisa sus condicionantes, en aras de establecer una hoja de ruta para solucionar los problemas de estas.

Como bien señala Alderete et al., (2014)

La adopción de las TIC en el ámbito de la empresa es un proceso complejo que involucra una multiplicidad de dimensiones. Se trata de un proceso evolutivo que requiere de ciertos umbrales mínimos de infraestructura tecnológica necesaria para avanzar hacia estados de mayor madurez (p.3)

La investigación tuvo como propósito establecer los determinantes de la intensidad de uso de TIC en las microempresas de Colombia, como aproximación al desempeño del proceso de transformación digital en ese segmento empresarial en el país, dando respuesta a los siguientes interrogantes: ¿Cuáles son los factores que determinan la intensidad de uso de TIC en las microempresas en Colombia? ¿En qué magnitud estos factores afectan la intensidad de uso de TIC? Con la realización del estudio se desea avanzar hacia la generación de conocimiento sobre el proceso del uso de las TIC en las empresas de menor tamaño en Colombia, por cuanto es frecuente que los estudios sobre adopción y uso de estas tecnologías se enfoquen en las empresas grandes y en sectores intensivos en conocimiento o que dichas investigaciones se direccionen hacia las economías desarrolladas. Por lo tanto, resulta importante comprender en qué medida un conjunto de factores característicos de las unidades económicas, incide en la utilización de herramientas tecnológicas; debido a que esto puede contribuir a establecer unas líneas de acción para la política pública de promoción de la transformación digital. Y más aún, al momento de impulsar el desarrollo de las microempresas en el país, como una alternativa de generación de empleo bajo un enfoque basado en las nuevas tecnologías y con los niveles de modernidad requeridos para sobrevivir en el actual contexto económico.

Adicionalmente, la investigación también pretende socializar los resultados ante empresarios de este segmento económico, de tal forma que se genere una dinámica de transferencia de conocimiento de la universidad hacia la empresa, que permita a estos actores entender mejor el comportamiento que están exhibiendo ante la transformación que exigen las TIC, y así concientizar acerca de la necesidad de incorporarlas en sus modelos de negocio, y que a través de esta vía se logren avances importantes en la productividad y competitividad. Asimismo, se pretende sugerir una hoja de ruta de transformación digital para un microempresario típico.

Así, a través del presente estudio se aborda el tema del uso de estas tecnologías en el segmento de las empresas de menor tamaño. Por

consiguiente, se consideró calcular un índice sobre la intensidad de uso de las TIC en las microempresas en Colombia. Para ello, se acudió al índice de distancia DP_2 aplicado inicialmente por Pena Traperero (1977) para examinar el bienestar social entre diversas comunidades sociales.

Seguidamente, se aborda un análisis sobre los factores que inciden en la intensidad de uso de las TIC en las microempresas en Colombia, y en consecuencia, el estudio de la problemática contribuirá a comprender algunas aristas sobre el proceso de transformación digital en Colombia y en un conglomerado como el de las microempresas; dado que es frecuente observar en la literatura internacional principalmente estudios sobre el desenvolvimiento de la adopción de TIC en empresas de gran tamaño o exclusivamente de base tecnológica.

Lo anterior es importante de reseñar, por cuanto la evidencia empírica señala que la transferencia y apropiación de las TIC constituyen un escenario virtuoso para las organizaciones, toda vez que fortalece el modelo de negocio, mediante la generación de valor agregado a través de la innovación en productos, procesos, mercadeo u organizacional, como bien señalan Baier, et al., (2021) “la adopción de tecnologías digitales en las empresas mejora su desempeño al facilitar y promover la innovación en sus modelos de negocios, mejorar la producción de sus productos y/o servicios, transformar y optimizar sus procesos y operaciones, entre otros” (p.21).

En la literatura del estudio de las TIC son variadas las causas o determinantes de su adopción y uso por parte de las empresas. Un primer conjunto de trabajos se enfoca en las características internas de la empresa como influenciadoras de la utilización de estas tecnologías, por ejemplo, la edad, el tamaño, la infraestructura física y/o informática, la dotación de mano de obra y el capital social, (Thong, 2015; Galliano y Roux, 2008; Tornatzky y Fleischer, 1990; Meyer, 2011). Un segundo grupo de estudios resalta los factores relacionados con el ambiente externo en que se desenvuelve la firma; así, se considera importante, aspectos como el nivel de competencia y el sector económico al que

pertenece, (Tornatzky y Fleischer,1990). Otras perspectivas incluyen los efectos de difusión, (Rogers, 2003), o los rasgos sociodemográficos y actitudinales del propietario de la firma (Chuang, et al., 2009).

Por lo tanto, se desea reducir brechas en cuanto al conocimiento sobre los factores que están influyendo en la actividad de uso de Tecnologías Informáticas y de Comunicaciones en empresas de menor tamaño, dado que en ellas se emplea una proporción importante de la población colombiana, permitiendo obtener luces para sugerir algunos lineamientos estratégicos sobre la aplicación de esta revolución tecnológica en las microempresas colombianas.

De otro lado, el análisis permitirá a los pequeños empresarios, gremios y público en general tener una mejor aproximación acerca del proceso de transformación digital en Colombia, y recibir algunas pautas sobre su adopción en la empresa. También, el estudio beneficia a las escuelas de administración en el sentido de que a partir de sus conclusiones es posible derivar algunas recomendaciones sobre los nuevos modelos gerenciales que se deben asumir para afrontar estas nuevas reglas de competitividad que trae consigo la llamada economía digital.

La propuesta sigue un enfoque explicativo, para lo cual se empleó la encuesta de micronegocios 2019 efectuada por el DANE. Para llevarla a cabo inicialmente se procesaron los datos y construyeron las variables de interés, entre ellas un índice de intensidad de uso de las TIC, que represente qué tanto se están empleando estas tecnologías en las pequeñas empresas.

Posteriormente, se efectuó una modelación econométrica para establecer qué factores inciden de forma significativa en la intensidad de uso; teniendo en cuenta desde aspectos relacionados con las características sociodemográficas del propietario, como la edad, hasta las características de la empresa como el tamaño, la dotación de infraestructura, el capital social y la formalidad empresarial. Lo anterior, permitió obtener conclusiones y lineamientos de política pública

para diseñar una hoja de ruta sobre cómo desarrollar el proceso de la transformación digital en la microempresa del país.

Los resultados indican que sólo una baja porción de las microempresas estaría exhibiendo una alta intensidad en el uso de las TIC, y las demás se ubican en una posición de bajo uso digital. Asimismo, en ciudades como Villavicencio, Medellín, Popayán y Bogotá se registran los mejores grados de intensidad. Mientras que poblaciones como Bucaramanga, Sincelejo, Barranquilla, San Andrés y Cúcuta manifiestan los peores desempeños. Además, la evaluación de los determinantes de la intensidad de uso arroja que variables como la edad del propietario, el tamaño de la empresa, la infraestructura, la práctica de la formalidad empresarial, el capital social y el sector económico al que se pertenece tienen efectos estadísticamente significativos.

La estructura del documento es la siguiente. Se parte de una introducción para brindar una visión panorámica de la investigación, seguidamente, se enuncian los enfoques teóricos que dominan el paradigma, así como las especificidades sobre el DP₂. Luego se relacionan los aspectos metodológicos del proyecto, fuentes de información y tratamiento de datos. Posteriormente se presentan los resultados del proyecto y su discusión, que incluye una hoja de ruta de la transformación digital. Finalmente se cierra con las conclusiones y recomendaciones.

Marco teórico y antecedentes

Theoretical framework and background

1.1 Aspectos teóricos de los determinantes de la intensidad de uso TIC

En un escenario altamente competitivo las organizaciones han desarrollado competencias en innovación que les ha permitido mejorar su capacidad de respuesta, mediante la progresiva adopción de TIC y otros procesos de digitalización que coadyuvan a reducir la incertidumbre de los mercados que cada vez resultan ser más exigentes (Jones, et al., 2016).

Sin embargo, la consolidación de un sistema de gestión tecnológica, que les permita realizar procesos de mejora continua en sus productos y que dinamice la capacidad de absorción de conocimiento y transferencia de tecnológicas, no es una actividad recurrente en las pequeñas y medianas empresas; de hecho la evidencia empírica, señala una asimetría en el desarrollo competitivo de estas, por cuenta de la baja apropiación de herramientas tecnológicas y de actividades de I+D+i, que incrementa la brecha respecto de las grandes empresas; quienes por tradición, han incorporado dentro del ADN de sus negocios, sistemas de innovación que generan incrementos en la productividad y en el valor agregado a sus productos, entre otras cosas. Como bien señala Ramos (2018) “se puede afirmar que la innovación tecnológica tiene un impacto positivo Importante en los resultados enfocados en la mejora continua” (p. 70), por lo que se presume que en la medida en que las organizaciones asuman dichas iniciativas, se fortalecerán los procesos claves del negocio.

En efecto con la gestión tecnológica “las empresas obtienen congruencia organizacional y método para los esfuerzos de desarrollo tecnológico, de incorporación de tecnologías distintivas, y de innovación tecnológica, que llevan a cabo en sus procesos de creación, transformación y entrega de valor a clientes y consumidores” (Medellín, 2010, p.60)

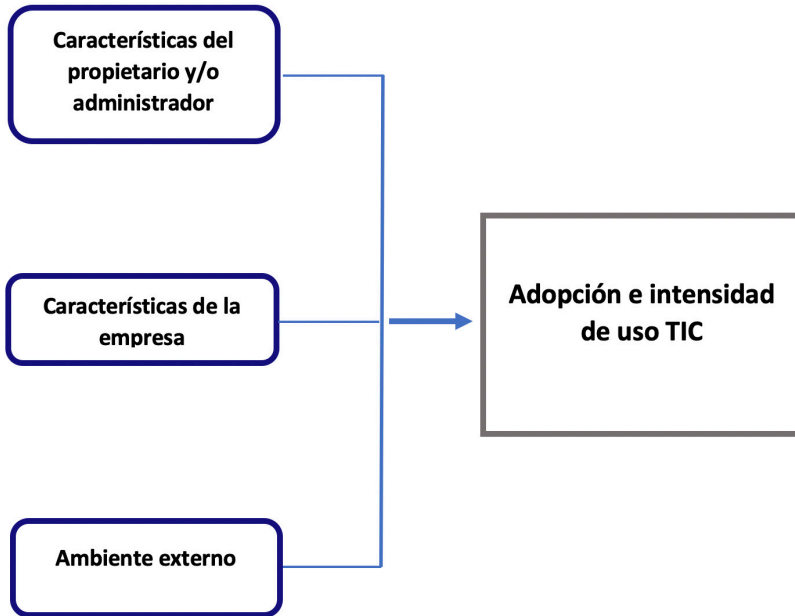
De modo que un sistema de gestión tecnológica debe propender por la adopción y ejecución de acciones asociadas a la creación, uso y transferencia de tecnología, principalmente entre las pequeñas empresas, buscando así cerrar brechas con las grandes empresas, quienes por su naturaleza dominan el mercado (Pillo y Bermúdez, 2018).

Así pues, la gestión tecnológica contempla diversas actividades como la prospectiva, ejercicios de prototipados, patentes, propiedad intelectual y proyectos de investigación y desarrollo, entre otros, que procuran dinamizar el desarrollo competitivo y mejorar el rendimiento de las organizaciones (Delgado et al., 2021).

La literatura destaca varias fuentes de determinantes de la adopción y uso de las TIC en las empresas. Un primer enfoque resalta las características propias de la firma, las cuales pueden ser referidas a las condiciones físicas como el tamaño, la edad de la empresa, la infraestructura, o a los modelos organizativos, a la aplicación de prácticas de formalidad empresarial y al capital social, (Justino et al, 2022; Chau et al., 2020; Kossai et al., 2020; Thong, 2015; Galliano y Roux, 2008; Tornatzky y Fleischer, 1990; Meyer, 2011). Un segundo frente son los factores relacionados con el ambiente (externo) en que se desenvuelve la unidad productiva como el nivel de competencia, la regulación, el sector económico al que pertenece, (Justino et al, 2022; Khalifa, 2016; Tornatzky y Fleischer, 1990). Tercero, el proceso de difusión o efectos “epidémicos”, (Rogers, 2003). Como una cuarta alternativa, se sugiere a las particularidades demográficas (sexo, edad y educación) y/o actitudinales del propietario (liderazgo, apertura al cambio), (Barzallo et al., 2021; Méndez et al., 2019; Rodríguez et al., 2020; Chuang, et al., 2009).

Dada la multiplicidad de causas que pueden intervenir en el proceso de adopción y de intensidad de uso, en el presente trabajo se incorporan aquellos factores que es viable incluir según la disponibilidad de información. Por consiguiente, el análisis se enfatizará en factores ligados a las características del propietario, de la empresa y del ambiente externo, ver figura 1.

Figura 1. Determinantes de la adopción e intensidad de uso TIC.



Fuente: elaborado por los autores.

Características del propietario

Sexo. Al respecto existe suficiente evidencia empírica sobre el impacto del género, como el trabajo de Viollaz (2018), entre otros, que sugieren que los hombres tendrían un mayor interés en la adopción de TIC, debido a que tienen mejor disposición en formarse en áreas relacionadas con la ingeniería y la informática, (Harrison y Rainer, 1992; Ilie, et al., 2005). No obstante, según el planteamiento de Wood

y Rhodes (1992) las mujeres están más inclinadas a las actividades de comunicación e interacción social, mientras que los hombres a las actividades dirigidas a tareas o rutinas; así, las mujeres podrían estar interesadas en ciertas TIC y los hombres en otras, por lo que el impacto sobre la adopción y uso puede ser ambiguo. También resulta complementario el análisis desarrollado en Sánchez (2020), sobre el papel de la segregación de género en las carreras de ingeniería asociadas a las TIC.

Edad. Los propietarios y administradores jóvenes son más propensos a la puesta en práctica de nuevas ideas y nuevos esquemas productivos, ya que están más dispuestos al riesgo que implica el cambio. Mientras que los de mayor edad, asumen una actitud más conservadora, y con aversión al riesgo por varias razones: revelan una falta de control o experticia sobre las nuevas tecnologías como las computadoras, el software o los sistemas digitales; consideran a las nuevas tecnologías como innecesarias o costosas en la sostenibilidad de la operación empresarial, al defender la creencia de que la empresa ha logrado mantenerse en el tiempo gracias a un modelo tradicional y estable, donde se privilegia la experiencia pasada por encima de los cambios actuales. También, las personas mayores presentan un menor interés por la adquisición de nuevos conocimientos, como fin para mejorar su nivel de vida, dado el agotamiento de su ciclo de vida y el cumplimiento de objetivos financieros personales, a diferencia de los jóvenes, por lo que desean con menor intensidad el aprendizaje de las tecnologías entrantes. (Hambrick y Mason, 1984; Czaja y Sharit, 1998; Awa, et al., 2011).

Características de la empresa

Edad de la empresa. La adopción y uso TIC aumenta con la edad o perdurabilidad de la firma, pues con la experiencia productiva que van adquiriendo asumen una actitud más consciente de la necesidad de incorporar las nuevas tecnologías, y más aún en contextos cada vez más dinámicos, como la economía actual, (Haller y Siedschlag, 2008; Khalifa, 2016). En un sentido contrario, Hollenstein (2004) menciona que para las empresas con antigüedad puede ser más costoso el cam-

bio hacia a las nuevas tecnologías en comparación con las empresas jóvenes, por lo que sería un obstáculo para adoptar las TIC.

Tamaño. Entre mayor sea el tamaño de la empresa más alta es su disposición al uso de TIC, debido a que posee mejor capacidad financiera para invertir en las tecnologías, una amplia diversidad de habilidades para implementarlas e idoneidad para generar rápidamente economías de escala y curvas de aprendizaje a partir de las tecnologías, (Geroski, 2000; Khalifa, 2016; Loukis, et al., 2017). De otro lado, entre menor sea el tamaño de una empresa, menores son los problemas de coordinación y comunicación, por lo que los pequeños negocios podrían no obtener los réditos deseados por adoptar las tecnologías. En contraste, las empresas con un alto número de departamentos o unidades de operación ven en las TIC una manera de resolver las dificultades por coordinación, y no solo al interior de la organización, sino que también facilita las interacciones con los usuarios externos o de diferentes áreas geográficas, por lo tanto, la posibilidad de adoptar crece con el tamaño. (Galliano y Roux, 2008; Fisher y Johansson, 1994).

Infraestructura para las TIC. La cantidad de equipos para el uso de TIC y su grado de sofisticación debe tener una relación positiva con la adopción, debido a que la firma cumpliría con uno de los requerimientos básicos para disponer de estas tecnologías y es poseer una infraestructura física para ello. Así mismo, al tener las empresas inversiones en infraestructura para TIC tendrían un menor costo marginal por adoptar y usar estas tecnologías, por ejemplo, se si tienen computadores, datáfonos o servicios de computación en la nube, sería más probable emplear este equipamiento en actividades de marketing digital, banca electrónica o comercio digital, (Loukis, et al., 2017). Por lo que, en principio, debería esperarse una relación positiva de este factor con la adopción.

Formalidad empresarial. Este factor ha sido menos abordado en la literatura de determinantes de adopción y uso tecnológico, pero el argumento debería ser que aquellas firmas que tienen prácticas dentro

de la formalidad empresarial tienen mayor propensión a utilizar las TIC. Desde el punto de vista de la OIT (2017), los requisitos esenciales para estar en la formalidad son: disponer de un registro ante las autoridades gubernamentales y sus agencias correspondientes; acceso a la seguridad social para el propietario de la empresa y sus empleados; cumplimiento del ordenamiento jurídico vigente, en materia de impuestos y de legislación laboral.

Ahora bien, es frecuente que las empresas informales al querer evitar las regulaciones gubernamentales también operen con escasa tecnología y con esquemas organizacionales y productivos muy elementales, siguiendo su lógica de no integrarse a la formalidad. En consecuencia, tampoco existe una intención de incorporar tecnologías en sus actividades, y el resultado es la obtención de una baja productividad y competitividad que les imposibilita crecer e incrementar su rentabilidad. A su vez, la poca productividad les impide tener una capacidad financiera para adquirir la infraestructura y realizar el cambio organizacional que implican las TIC, y caerían dentro de un círculo vicioso de estancamiento. (Salazar-Xirinachs y Chacaltana, 2018; Navarro-Viacava, et al., 2018; Torres y Márquez, 2021).

Capital Social. El llamado capital social se ha constituido en un elemento importante para el éxito de las empresas, que además genera beneficios a la sociedad como colectivo, (Putnam, 1995). Se puede considerar como el conjunto de recursos o medios inmersos y asequibles en una red de relaciones entre individuos u organizaciones, (Nahapiet y Ghoshal, 1998). Adicionalmente, Fukuyama (1995) y Putnam (1995) destacan la capacidad del capital social para crear vínculos de confianza y cooperación entre los agentes sociales.

En virtud de lo anterior, se genera la expectativa que a través de las interacciones y reciprocidad entre las firmas se pueda transmitir la información sobre la necesidad, costos y beneficios de emplear determinadas tecnologías. Por lo tanto, las empresas con mayor capital social tendrán acceso a mejor información que las llevará a implementar el uso de las tecnologías disponibles para sus unidades productivas.

Ambiente externo

Sector económico. Dado que algunos estudios muestran que la adopción de tecnologías varía entre los sectores económicos, se considera a este también como un elemento explicativo. En los trabajos de Haller y Siedschlag (2008), y Windrum y Berranger (2003) se concluye que aquellos sectores más intensivos en conocimiento son más propensos al uso de las TIC, en vista de que su actividad exige mayor utilización de capital humano y herramientas tecnológicas, y, por el contrario, las industrias con mano de obra poco calificada y en actividades intensivas en materias primas, son menos dispuestas a la adopción TIC, Gale (1997). Adicionalmente, Khalifa (2016) y Galliano y Roux (2008) plantean que, a mayor presión competitiva entre las empresas del sector, más alta es la probabilidad de emplear tecnologías y su intensidad de uso.

1.2 Antecedentes empíricos

En la tabla 1 se presentan algunos de los principales antecedentes sobre determinantes de adopción y uso TIC. Como se observa, una gran mayoría de los estudios empíricos se han concentrado en evaluar el impacto de factores relacionados con las características de la empresa, del sector económico al que se pertenece o a los principales rasgos sociodemográficos del propietario. Por ejemplo, el efecto de la edad del propietario o administrador es abordado en (Chuang, et al., 2009; Viollaz, 2018; Peltier, et al., 2012), encontrándose efectos negativos o no significativos, pero en ninguno de estos casos se halló relación positiva con la edad. Mientras que el género es testeado en el trabajo de Viollaz (2018), con el resultado de que la probabilidad de ser adoptante crece si se es hombre.

También, la edad de la empresa es explorada en estudios como (Meyer, 2011; Youssef, et al., 2010; Viollaz, 2018; Khalifa, 2016; Alderete, et al., 2014). Hallándose generalmente efectos positivos, y en pocos casos no significativos, por lo que existe una inclinación de la evidencia

a favor de un impacto positivo de la edad de la empresa en la adopción y uso TIC.

El efecto del tamaño de la organización es evaluado en investigaciones como Kossai, Lapa, et al., (2020); Galliano y Roux (2008); Oliveira, et al. (2014); Premkumar y Roberts (1999); Hollenstein (2004); Viollaz (2018); Peltier, et al., (2012); Loukis, et al., (2017); Battisti y Stoneman (2005); Lucchetti y Sterlacchini (2004); Meyer (2011); Alderete, et al. (2014), quienes asocian que a mayor tamaño, más propensión frente a la adopción de TIC. Igualmente, una mayoría de los resultados registran un impacto positivo, aunque, por ejemplo, en Lucchetti y Sterlacchini (2004) se obtuvo un impacto negativo. Adicionalmente, el efecto de la dotación y sofisticación de tecnología sobre la adopción es probada en Loukis, et al., (2017), hallando evidencia de un efecto positivo, siendo escasos los estudios de referencia sobre la influencia de esta variable en particular.

Respecto al capital social, es posible identificar trabajos donde esta variable ejerce un impacto positivo. A modo de ejemplo, en Forero, et al., (2013) se halla que algunos componentes de este factor influyen positivamente en la adopción de tecnologías de la ganadería en zonas altoandinas de Colombia. Mientras que Zarazúa, et al. (2012) partiendo de un análisis de redes sociales (ARS) sobre dos grupos de productores agrícolas en un distrito rural de México, evidencian que aquellos que tienen mejores lazos de confianza e interacción tienden a adoptar más las innovaciones disponibles.

En cuanto al sector económico se observa que el pertenecer a industrias manufactureras o intensivas en conocimiento incide favorablemente en la adopción TIC, (Lucchetti y Sterlacchini, 2004; Windrum y Berranger, 2003). Sin embargo, en el estudio de Khalifa (2016), no se muestra significancia estadística.

Tabla 1. Principales antecedentes de determinantes de uso TIC.

Estudios	VARIABLES explicativas de interés	Resultado
Kossai, et al., (2020)	Tamaño	(efecto +)
Galliano y Roux (2008)	Tamaño	(efecto +)
Lucchetti y Sterlacchini (2004)	Tamaño	(efecto -)
	Sector industrial	Mecánica avanzada (efecto +)
Meyer (2011)	Tamaño	(no es estadísticamente significativa)
	Edad de la firma	(efecto +)
Chuang, et al., (2009)	Edad del propietario	(efecto -)
Oliveira, et al., (2014)	Tamaño	(efecto +)
Premkumar y Roberts (1999)	Tamaño	(efecto +)
Khalifa (2016)	Edad de la empresa	(no es estadísticamente significativa)
	Tamaño	(efecto +)
	Infraestructura para la TIC	(efecto +)
	Sector industrial	(no es estadísticamente significativa)
Windrum y Berranger (2003)	Sector industrial	(servicios intensivos en conocimiento e industria manufacturera tienen efecto +)
Youssef, et al., (2010)	Edad firma	(efecto +)
Hollenstein (2004)	Tamaño	(efecto +)
Alderete, et al., (2014)	Edad de la empresa	(no es estadísticamente significativa)
	Tamaño	(no es estadísticamente significativa)

Estudios	VARIABLES explicativas de interés	Resultado
Viollaz, 2018	Edad administrador o propietario	(no es estadísticamente significativa)
	sexo administrador o propietario	(Hombre tiene efecto +)
	Edad de la empresa	(efecto +)
	Tamaño	(efecto +)
Peltier, et al., (2012)	Edad administrador o propietario	(no es estadísticamente significativa)
	Tamaño	(no es estadísticamente significativa)
Loukis, et al., (2017)	Infraestructura para la TIC	(efecto +)
	Tamaño	(no es estadísticamente significativa)
Battisti y Stoneman (2005)	Tamaño	(efecto +)

Fuente: Elaborado por los autores.

De otro lado, en la literatura es frecuente el uso de índices sintéticos como el DP_2 en aspectos de bienestar, desarrollo social, ambiental o de turismo. Por ejemplo, Castro (2004) emplea el índice para medir el desarrollo sostenible en áreas urbanas; mientras que Blancas, et al., (2008), miden el grado de sostenibilidad del turismo en varias regiones de España, que se complementa con el estudio de Juárez, et al., (2017), quienes usan el índice para la percepción de calidad de vida en municipalidades de México.

Por su parte Zarzosa (2009) realizó una estimación de la pobreza, a partir de la distancia DP_2 , que permitió analizar la importancia relativa de cada constructo frente al indicador sintético de pobreza, semejante al de Sánchez y Prada (2014) quienes evaluaron el desarrollo social en los países de la Unión Europea.

Un precedente de la construcción de un índice de desarrollo de TIC basado en la metodología de distancia es el trabajo de Dobrota, et al., (2012); quienes basados en tres pilares: acceso, uso y habilidades TIC efectúan una medición para una muestra de países a nivel mundial, encontrando que este índice tiene una elevada correlación con el Índice de Desarrollo de las TIC (ICT Development Index) el cual es aplicado por la International Telecommunication Union (2009, 2011) para monitorear el avance de estos medios tecnológicos. Por esta razón, los autores concluyen que la metodología basada en la distancia genera un índice que también es apropiado para esta problemática.

Es importante mencionar que el índice DP_2 ha sido usado también para calcular la competitividad de las regiones españolas, donde se establecen los parámetros que influyen y su distancia frente al escenario ideal (Sánchez de la Vega et al., 2019).

Mientras que Bolek et al., (2012) plantearon una propuesta de índice de avance para las TIC a nivel de las empresas, el cual pretende ser una herramienta para evaluar el grado de progreso de los establecimientos en el uso de las tecnologías informáticas y de comunicaciones. No obstante, su robustez no es validada a través de alguna aplicación concreta. También, en Idota et al., (2012) se construye un índice de avance TIC, en este caso, para pequeñas y medianas empresas japonesas, basándose en el uso de los sistemas de gestión de ventas, sistemas de administración del producto y del diseño, ERP (Enterprise Resource Planning), software colaborativo, e-mail, redes sociales y gestión de la cadena de suministro. Sus resultados muestran que el uso de TIC está altamente asociado a la innovación tanto en productos como en procesos.

Metodología

Methodology

La investigación es de carácter relacional y emplea el análisis de indicadores de distancia ponderada DP_2 , como un procedimiento matemático que ha sido utilizado para realizar mediciones de variables latentes con el propósito de establecer una relación entre ellas y su situación frente al parámetro analizado, con el ánimo de reconocer condiciones de bienestar, calidad, entre otras. En la primera parte de este capítulo se realiza una breve descripción de la fuente de información utilizada, posteriormente, se expone la metodología del índice DP_2 y del modelo de los determinantes de la intensidad de uso. Como se menciona a continuación, el índice se calculó a partir de un conjunto de datos obtenidos de una entidad gubernamental, por lo que no conllevó a la aplicación de fuentes primarias en el estudio.

2.1 Datos

En la presente investigación se usa la base de datos de la Encuesta de Micronegocios 2019, efectuada por el Departamento Administrativo de Estadística – DANE, en consecuencia, se utiliza una fuente de información secundaria, que será analizada a través del DP_2 . El instrumento empleado recolecta información sobre las microempresas, donde se pregunta sobre los diversos aspectos económicos de estas unidades productivas, las características demográficas del propietario, formalidad empresarial, emprendimiento, uso de TIC, capital social y personal ocupado, además, sobre el acceso y uso de las TIC. Por consiguiente, se filtró a las que tienen acceso a las TIC, obviamen-

te, a través de la utilización de dispositivos como computadores de escritorio o portátil, tableta, teléfono inteligente y otros, y que también tengan disponibilidad de conexión a internet ya sea fijo o móvil. En la tabla 2 se presentan los elementos técnicos de la encuesta.

Tabla 2. Elementos técnicos de la encuesta.

Nombre de la encuesta	Encuesta de Micronegocios 2019
Diseño muestral	diseño muestral probabilístico, estratificado, de conglomerados y multietápico.
Unidad observacional	Establecimientos económicos con menos de 10 empleados en los sectores de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca; minería; industrias manufactureras, construcción, comercio y demás servicios
Tamaño de la muestra	86969 unidades observacionales
Cobertura de la encuesta	13 grandes ciudades con sus áreas metropolitanas (Bogotá, Medellín - Valle de Aburrá, Cali - Yumbo, Barranquilla - Soledad, Bucaramanga - Floridablanca - Girón - Piedecuesta, Manizales - Villamaría, Pasto, Pereira - Dosquebradas - La Virginia, Ibagué, Cúcuta - Villa del Rosario - Los Patios - El Zulia, Villavicencio, Montería, Cartagena) y 11 ciudades intermedias (Tunja, Florencia, Popayán, Valledupar, Quibdó, Neiva, Riohacha, Santa Marta, Armenia, Sincelejo, San Andrés)
Entidad productora y financiadora	Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE

Fuente: tomado de www.dane.gov.co

2.2 El índice

El índice sintético DP_2 planteado por Pena Trapero (1977) está basado en la distancia, y es una variación de la distancia de Ivanovic (1974), especificándose con la siguiente formulación:

$$DP_2 = \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\sigma_j} (1 - R_{j,j-1,j-2,\dots,1}^2) \quad (1)$$

con $R_1^2 = 0$

Siendo:

d_j = distancia de la variable j entre la unidad de análisis y un valor de referencia que puede ser un máximo o un mínimo.

σ_j = desviación típica de la variable j .

$R_{j,j-1,j-2,\dots,1}^2$ = Coeficiente de determinación en la regresión de la variable X_j sobre $X_{j-1}, X_{j-2}, \dots, X_1$

El término de R^2 actúa como un ponderador entre las diferencias de las variables y sus valores de referencia, evitando así establecer ponderaciones arbitrarias o a priori. Además, esta técnica permite incorporar variables con diferentes escalas de medición, pues al dividir la distancia de la variable j (d_j) entre su desviación estándar se contrarresta la presencia de heterogeneidad que pueda existir por el hecho de emplear diferentes escalas en las variables. Por consiguiente, se facilita la agregación y también el efectuar comparaciones entre unidades espaciales o temporales, (Somarriba y Pena, 2008; Marquina-Benítez, et al., 2015).

La ecuación (1) se calcula para cada unidad observacional, y si el valor de referencia es un máximo (mayor valor que toma la variable en la muestra de unidades observadas) entonces la distancia reflejará el grado de alejamiento respecto a ese valor ideal, entre más alto sea el valor del índice mayor es su alejamiento respecto al ideal, y estaría reflejando la brecha de uso TIC. Así, en el ejercicio aquí desarrollado se estima el índice para cada microempresa, y las variables j son las esbozadas en la tabla 3.

Tabla 3. Variables para el cálculo del índice.

Variable	Valores que toma
Tiene página web o presencia en un sitio web	1= sí 0 =no
¿Tiene presencia en redes sociales (Facebook, twitter, etc.)?	1= sí 0 =no
Realiza búsqueda de información de dependencias oficiales a través de internet	1= sí 0 =no
Emplea la banca electrónica y otros servicios financieros	1= sí 0 =no
Realiza transacciones con organismos gubernamentales a través de internet	1= sí 0 =no
Realiza servicio al cliente a través de internet	1= sí 0 =no
Entrega de productos en forma digitalizada a través de internet	1= sí 0 =no
Comprar a proveedores por internet mediante una plataforma electrónica	1= sí 0 =no
Usa aplicaciones móviles	1= sí 0 =no
Envía o recibe correo electrónico	1= sí 0 =no
Realiza búsqueda de información sobre bienes y servicios	1= sí 0 =no
Realiza llamadas telefónicas por internet/VoIP o uso de videoconferencias (Skype, etc.)	1= sí 0 =no
Realiza capacitación del personal a través de internet	1= sí 0 =no
Usa mensajería instantánea o chat (por ej. WhatsApp, Messenger, Line, etc.)	1= sí 0 =no

Fuente: Elaborado por los autores.

La totalidad de las variables son de naturaleza dicotómica, es decir, toman el valor de uno si la respuesta fue afirmativa, y cero si es negativa.

Es importante aclarar que el índice es desarrollado por los autores a partir de la información reportada por el DANE.

2.3 Modelo

En el modelo que se desea aplicar la variable dependiente es el valor del índice DP_2 expuesto líneas arriba, donde se emplea un conjunto de variables de uso de las TIC para su construcción; por ejemplo, se incluyen actividades como el uso de banca electrónica, correo electrónico, página web, presencia en redes sociales, comercio digital, transacciones digitales, aplicaciones móviles, servicio al cliente a través de internet, entre otras. En consecuencia, se estimará un modelo lineal por mínimos cuadrados ordinarios donde las variables explicativas son el sexo y edad del propietario, la edad de la empresa (se incorpora a través de variables categóricas donde menor a un año es la base), el número de empleados, el número de equipos para las TIC, la formalidad empresarial, si está vinculada a alguna institución gremial (está asociada), si está afiliada a alguna cooperativa. También, se incluyen variables categóricas para los sectores económicos (siendo la agricultura y transporte las categorías de base) y para las principales ciudades de Colombia (Bogotá, Medellín y Cali), en este caso el resto de las ciudades es la base referencial. Seguidamente, En la tabla 4 se describen las variables a incluir en la modelación.

Tabla 4. Descripción de variables.

Variable	Definición	Medida	Signo esperado
Índice de intensidad de adopción de TIC	Índice DP_{2t} , a menor valor del índice mayor intensidad de adopción.	Variable numérica	
Sexo	Variable que toma el valor 1 si el dueño de la empresa es hombre	1= hombre; 0 = mujer	Indeterminado
Edad del propietario	Años del propietario de la empresa	Variable numérica	(+)
Tiene de 1 a menos de 3 años	Variable que toma el valor 1 si la empresa tiene de 1 a menos de 3 años	1= sí; 0 = otro caso	(-)
Tiene de 3 a menos de 5 años	Variable que toma el valor 1 si la empresa tiene de 3 a menos de 5 años	1= sí; 0 = otro caso	(-)
Tiene de 5 a menos de 10 años	Variable que toma el valor 1 si la empresa tiene de 5 a menos de 10 años	1= sí; 0 = otro caso	(-)
Tiene 10 y más años	Variable que toma el valor 1 si la empresa tiene 10 años ó más	1= sí; 0 = otro caso	(-)
Número de empleados	Número de empleados	Variable numérica	(-)
Número de equipos para TIC	Cantidad de equipos como: PC, laptop, tableta, smartphome, teléfono, otros	Variable numérica	(-)
Formalidad empresarial	Variable que toma el valor 1 si la empresa esta formalizada	1= sí; 0 = otro caso	(-)
Está asociada	Variable que toma el valor 1 si la empresa está asociada a gremios económicos	1= sí; 0 = no	(-)

Variable	Definición	Medida	Signo esperado
Afiliada a cooperativa	Variable que toma el valor 1 si la empresa está afiliada a una cooperativa	1= sí; 0 = no	(-)
Agricultura Industria Construcción Comercio Transporte Alojamiento y servicios de comida Información y comunicaciones Actividades inmobiliarias y profesionales Educación Actividades de la salud Actividades artísticas y entretenimiento	Cada una de estas categorías es una variable que toma el valor 1 si la empresa pertenece a ese sector.	1= sí; 0 = no	Indeterminado
Bogotá	Variable que toma el valor 1 si la empresa está ubicada en Bogotá	1= sí; 0 = no	-
Medellín	Variable que toma el valor 1 si la empresa está ubicada en Medellín	1= sí; 0 = no	-
Cali	Variable categórica que toma el valor 1 si la empresa está ubicada en Cali	1= sí; 0 = no	-

Fuente: Elaborado por los autores.

La especificación matemática es la siguiente:

$$I_i = \alpha_1 + \alpha_2 \text{Sexo}_i + \alpha_3 \text{Edad prop}_i + \gamma_j \sum_{j=1}^J \text{Edad empresa}_{ji} + \alpha_4 \text{N_empleados}_i \\ + \alpha_5 \text{N_equipos}_i + \alpha_6 \text{Formalidad}_i + \alpha_7 \text{Asociada}_i + \alpha_8 \text{Afiliada coop}_i \\ + \theta_k \sum_{k=1}^K \text{Sector}_{ki} + \delta_r \sum_{r=1}^R \text{Ciudad}_{ri} + \mu_i$$

Donde i representa la microempresa y μ es el error estocástico.

Resultados y discusión

Results and discussion

3.1 Índice sintético DP2

3.1.1 Generalidades sobre el índice

Las estadísticas descriptivas del índice son presentadas en la tabla 5, allí se muestra que adopta valores entre 0 y 43.94 y su valor medio es de 34.89. Así pues, al visualizar los cuartiles se tiene que el primer 25% va de 0 hasta 31.75, y el 75% restante parte de ese valor hasta 43.94. Por consiguiente, la mayoría de las microempresas se sitúan por encima del valor 31.75, situación que también se ve reflejada en la figura 2 con el histograma.

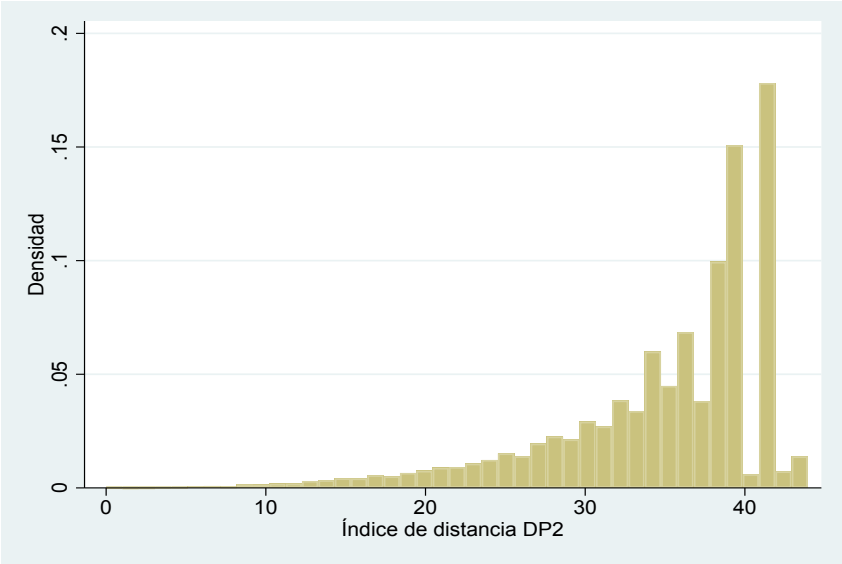
Tabla 5. Estadísticas descriptivas del DP₂

Media	34.89
Desviación std.	6.92
Mínimo	0.00
Máximo	43.94
Cuartil 25%	31.75
Cuartil 50%	37.14
Cuartil 99%	43.89
No. de Obs.	23759

Fuente: Elaborado por los autores.

Lo anterior, indica que sólo una baja porción de las microempresas estaría exhibiendo una alta intensidad en el uso de las TIC, también, el histograma muestra que el crecimiento del índice es gradual, pero la mayoría de las firmas se aglomera en los tres últimos cuartiles. Es importante recordar que entre más alto el valor del DP_2 más distanciamiento tendrá del valor ideal del uso de las tecnologías, y los establecimientos con altos valores estarían empleando con menor fuerza las TIC. Complementariamente, entre menor sea el valor del DP_2 , menor es su distancia al ideal, y estas unidades productivas son más intensas en la utilización de las tecnologías.

Figura 2. Histograma de los valores del índice DP_2



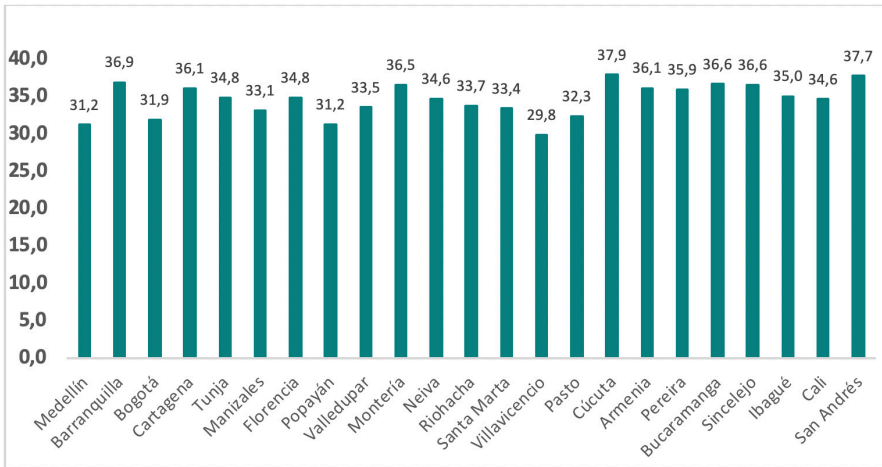
Fuente: Elaborado por los autores.

3.1.2 Índice por ciudades

A continuación, en la figura 3 y la tabla 6 se considera la media del índice por ciudades, obteniendo que en localidades como Villavicencio, Medellín, Popayán y Bogotá se registran los mejores grados de inten-

sidad. Mientras que poblaciones como Bucaramanga, Sincelejo, Barranquilla, San Andrés y Cúcuta manifiestan los peores desempeños.

Figura 3. Valores del índice DP2 por ciudades



Fuente: Elaborado por los autores.

Es de resaltar que ciudades de un tamaño intermedio en el contexto nacional, como Villavicencio, Popayán y Pasto estén dentro del grupo de mejor desempeño en la apropiación de las TIC, pues no resulta sorprendente que Bogotá y Medellín se incluyan en este conglomerado, debido a la vanguardia en innovación y formación de capital humano en estas urbes. Mientras que, Cali, Ibagué y Pereira podrían ubicarse en un lugar intermedio, y Bucaramanga, Barranquilla y Cúcuta que son ciudades de alta importancia están en el grupo de más bajo uso de las TIC.

Este resultado revela que el proceso de la transformación digital en cuanto al grado de uso de estas tecnologías en el segmento microempresarial no es uniforme en las regiones del país. Existen grandes ciudades dentro del mejor desempeño como Bogotá y Medellín, pero también importantes ciudades con un bajo nivel de uso tecnológico

como Bucaramanga, Barranquilla y Cúcuta, y localidades de tamaño menor con mejores resultados en la apropiación digital.

Tabla 6. Ranking del DP_2 por ciudades

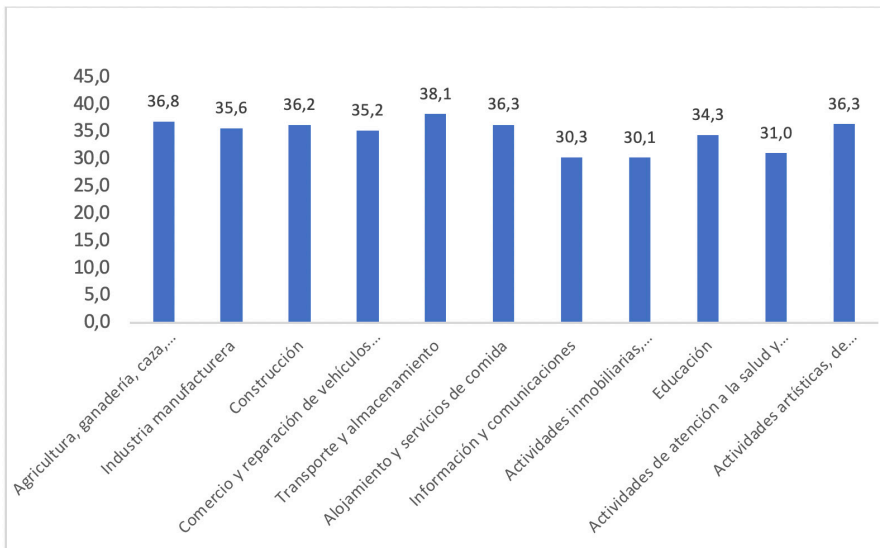
Ciudad	Ranking	Índice DP_2
Villavicencio	1	29,8
Popayán	2	31,2
Medellín	3	31,2
Bogotá	4	31,9
Pasto	5	32,3
Manizales	6	33,1
Santa Marta	7	33,4
Valledupar	8	33,5
Riohacha	9	33,7
Cali	10	34,6
Neiva	11	34,6
Florencia	12	34,8
Tunja	13	34,8
Ibagué	14	35,0
Pereira	15	35,9
Armenia	16	36,1
Cartagena	17	36,1
Montería	18	36,5
Bucaramanga	19	36,6
Sincelejo	20	36,6
Barranquilla	21	36,9
San Andrés	22	37,7
Cúcuta	23	37,9

Fuente: Elaborado por los autores.

3.1.3 Índice por sectores económicos

En la figura 4 se muestra la media del DP_2 por sectores económicos. El mejor desempeño es para las unidades dentro de las actividades inmobiliarias, profesionales y servicios administrativos, información y comunicaciones, actividades de atención a la salud y educación (ver tabla 7). Este resultado se explica por el hecho de que en estos sectores es alta la participación de profesionales o personas con formación, por lo que interviene personal con mayor dotación de capital humano, con respecto a otros segmentos microempresariales. Los sectores de Alojamiento, servicios de comida, agricultura, transporte y almacenamiento registran el más bajo desempeño. Y un sector como el manufacturero presenta un comportamiento intermedio. Este resultado es coherente con Haller y Siedschlag (2008) quienes concluyen que en las actividades más intensivas en conocimiento, se observa mayor adopción de las TIC.

Figura 4. Valores del índice DP_2 por sectores económicos



Fuente: Elaborado por los autores.

Lo anterior, hace necesario promover el uso de las Tecnologías informáticas y de comunicaciones en sectores claves de la economía por su capacidad de generar empleo y eslabonamientos productivos, como son la industria manufacturera o la construcción, aún en la escala microempresarial, con miras a elevar la productividad y la eficiencia.

Tabla 7. Ranking del DP_2 por sectores

Sector económico	Ranking	Índice DP_2
Actividades inmobiliarias, profesionales y servicios administrativos	1	30,1
Información y comunicaciones	2	30,3
Actividades de atención a la salud y de asistencia social	3	31,0
Educación	4	34,3
Comercio y reparación de vehículos automotores y motocicletas	5	35,2
Industria manufacturera	6	35,6
Construcción	7	36,2
Actividades artísticas, de entretenimiento, de recreación y otras	8	36,3
Alojamiento y servicios de comida	9	36,3
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	10	36,8
Transporte y almacenamiento	11	38,1

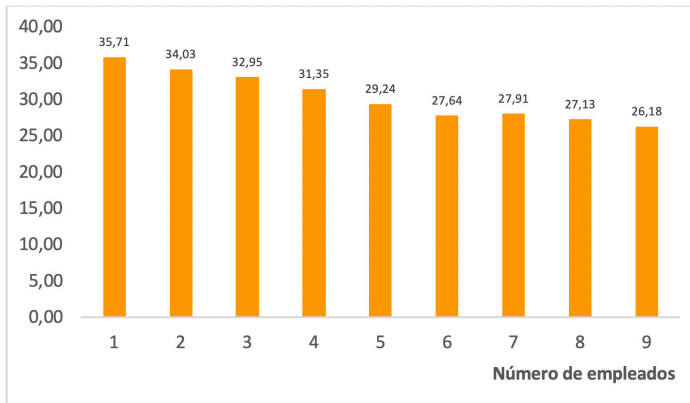
Fuente: Elaborado por los autores.

3.1.4 Índice por tamaño de las microempresas

El índice tiende a reducirse con el tamaño de la unidad como lo muestran la figura 5 y la tabla 8. Indica que en la medida que crece el tamaño, tomado a través del número de empleados, es mayor la intensidad de uso de TIC. En el conglomerado de las microempresas en Colombia una importante mayoría solo tienen un empleado que es a su vez el propietario o administrador, por lo que una vez la unidad producti-

va crece hace necesario el mayor uso de las nuevas tecnologías. En esa vía, Giuri, et al., (2005) confirman que el nivel de inversiones en TIC aumenta con el tamaño de las empresas, debido a que poseen acceso a mayores recursos financieros e ingresos para financiar las tecnologías.

Figura 5. Valores del índice DP2 por tamaño (número de empleados)



Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 8. Ranking del DP₂ por tamaño

Número de empleados	Ranking	Índice DP ₂
9	1	26,18
8	2	27,13
6	3	27,64
7	4	27,91
5	5	29,24
4	6	31,35
3	7	32,95
2	8	34,03
1	9	35,71

Fuente: Elaborado por los autores.

3.2 Modelo de los determinantes

3.2.1 Estadísticas descriptivas

Inicialmente se presentan algunas estadísticas descriptivas sobre las variables de interés, ver tabla 9. Las cifras revelan que el 55% de los propietarios de los negocios son hombres, y en promedio se tiene 41.4 años. Respecto a la edad de la empresa, el 13.3% tiene menos de un año y un 35.5% diez años o más. El número de empleados por establecimiento es de tan solo 1.5, dado que se trata de las empresas más pequeñas, y una importante fracción son empresas donde únicamente se cuenta con un empleado. También, la cantidad de equipos informáticos por negocio es relativamente baja (0.9), por lo que es prioritario mejorar la dotación de equipos en este segmento económico. La formalización en esta muestra alcanza el 24%, la cual es baja, evidenciando la ausencia de políticas efectivas para mejorar este panorama. De igual forma, la asociatividad gremial y la afiliación a cooperativas registra porcentajes mínimos de 1.7 y 1.5% respectivamente. El 55% de los negocios pertenecen al sector de servicios y un 31% al comercio. Finalmente, cerca del 14% son unidades ubicadas en las tres principales ciudades del país, el resto corresponde a otras urbes capitales de departamento.

Tabla 9. Media o proporción de las variables

Variables	Media o proporción
Índice DP ₂	34.89
Sexo	55%
Edad del propietario	41.4
Edad de la empresa	
Menos de 1 año	13.3%
de 1 a menos de 3 años	20.8%
de 3 a menos de 5 años	13.1%
de 5 a menos de 10 años	17.3%
10 y más años	35.5%

Variables	Media o proporción
Número de empleados	1.5
Número de equipos TIC	0.9
Está formalizada	24%
Está asociada	1.7%
Afiliada a cooperativa	1.5%
Sectores económicos	
Agricultura	2%
Industria	12%
Comercio	31%
Servicios	55%
Ciudades principales	
Bogotá	3.4%
Medellín	4.5%
Cali	6%
Resto ciudades	86.1%
No. de Obs.	23,759

Fuente: Elaborado por los autores.

3.2.2 Resultados de la estimación

Inicialmente, la evaluación del indicador Factor de Inflación de Varianza (FIV) sobre el modelo no evidencia problemas de multicolinealidad ya que exhibe valores muy por debajo de 10, ver tabla 10. Adicionalmente, la prueba de heteroscedasticidad (Breusch-Pagan, tabla 11) muestra presencia de dicha problemática, por lo tanto, como medida correctiva, los errores estándar de los coeficientes se calcularon aplicando la *corrección de White*, lo que permite obtener unos estimadores que conservan la propiedad de la eficiencia.

Tabla 10. Factor de inflación de varianza (FIV)

Variables independientes	FIV
Sexo	1.22
Edad del propietario	1.35
Edad de la empresa	
de 1 a menos de 3 años	2.07
de 3 a menos de 5 años	1.77
de 5 a menos de 10 años	2.03
10 y más años	3.01
Número de empleados	1.31
Número de equipos para TIC	1.51
Formalidad empresarial	1.31
Está asociado	1.02
Afiliado a alguna cooperativa	1.04
Sectores económicos	
Industria	2.33
Construcción	1.58
Comercio	3.52
Alojamiento y serv. de comida	1.71
Información y comunicaciones	1.41
Activ. inmobiliarias y profesional	2.54
Educación	1.29
Activ. de la salud	1.24
Activ. artísticas y entretenimiento	2.63
Ciudades principales	
Bogotá	1.01
Medellín	1.01
Cali	1.01

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 11. Test de Heteroscedasticidad

Breusch-Pagan	
Chi ²	5050.9
Prob	0.0000

Fuente: Elaborado por los autores.

En la tabla 12 se exponen los resultados de la estimación. El R² obtenido es del 35%, lo que indica que el modelo explicó el 35% de las variaciones de la variable dependiente, el cual es relativamente satisfactorio dado que se trata de una muestra de datos de corte transversal. Además, se observa que la mayoría de las variables son estadísticamente significativas, con excepción del sexo, y las categóricas de edad de la empresa: de 1 a menor de 3 años, de 5 a menos de 10 años y 10 y más años. En general, los efectos que arrojaron los coeficientes de las variables explicativas son consistentes con los planteamientos expresados en el marco teórico.

Tabla 12. Resultados del modelo de intensidad de uso de TIC

Variables independientes	Coefficiente	Error estándar robusto
Constante	37.45561***	0.191715
Sexo	-0.131628	0.083984
Edad del propietario	0.054825***	0.003307
Edad de la empresa		
de 1 a menos de 3 años	-0.170832	0.125881
de 3 a menos de 5 años	-0.4504412***	0.144325
de 5 a menos de 10 años	-0.0690919	0.132963
10 y más años	-0.055632	0.126361
Número de empleados	-0.4255236***	0.044385
Número de equipos para TIC	-1.956787***	0.054903

Variables independientes	Coefficiente	Error estándar robusto
Formalidad empresarial	-2.073169***	0.115672
Está asociado	-1.497143***	0.350004
Afiliado a alguna cooperativa	-1.200516***	0.321511
Sectores económicos		
Industria	-4.624761***	0.504007
Construcción	-2.274277***	0.744398
Comercio	-4.926055***	0.444562
Alojamiento y serv. de comida	-2.591279**	1.130864
Información y comunicaciones	-4.301899***	0.547567
Activ. inmobiliarias y profesional	-4.847539***	0.249978
Educación	-0.887391**	0.426068
Activ. de la salud	-5.398233***	0.596544
Activ. artísticas y entretenimiento	-1.986159***	0.321187
Ciudades principales		
Bogotá	-1.836351***	0.228395
Medellín	-3.274809***	0.195524
Cali	-0.990931***	0.159520
R ²	35%	
No. observaciones	23,759	

Fuente: Elaborado por los autores.

Nota: ***significativa al 1%, **significativa al 5%.

Referente a las características del propietario, el sexo no obtiene significancia estadística mientras que la edad sí lo es, y arroja un signo positivo. Por consiguiente, con cada año adicional el valor del índice aumenta en 0.054 y el propietario tendría un menor uso TIC, ya que se incrementa la brecha o distancia con respecto al valor ideal de intensidad de uso. En vista de este resultado, es posible afirmar que en el grupo de establecimientos analizados el sexo del propietario no afecta la magnitud de uso, mientras que, por ejem-

plo, en Viollaz (2018) cuando el sexo del propietario es masculino, se incrementa la probabilidad de adoptar las TIC. Respecto a la edad, la estimación va acorde con el trabajo de Chuang et al., (2009), donde el propietario o administrador es menos propenso a las TIC si tiene mayor edad. Sin embargo, en Viollaz (2018) y Peltier et al., (2012), la variable edad no es estadísticamente significativa.

Para la edad de la empresa la tabla 4 indica que solo la variable categórica de 3 a menos de 5 años es significativa, y con un signo negativo. Así, las empresas que pertenecen a ese rango de edad son las que más hacen uso de las TIC, según el parámetro, estar en este segmento reduce en 0.45 el índice. Lo anterior, lleva a plantear que no son las microempresas más jóvenes ni las más viejas las que están más alienadas con el empleo de estas tecnologías, sino las que tienen un lugar intermedio. En la literatura sobre determinantes de la adopción TIC algunos estudios han encontrado impacto positivo de la edad de la empresa, (Meyer, 2011; Youssef et al., 2010, Viollaz, 2018). Sin embargo, otra serie de autores hallaron que no tiene significancia, (Alderete, et al., 2014; Khalifa, 2016).

La incidencia del tamaño de la empresa es contrastada a través del número de empleados, y se tiene que muestra un signo negativo, por lo que entre mayor sea la cantidad de trabajadores menor es la brecha de la intensidad de uso respecto al ideal, y las empresas serían más usuarias de las TIC. El parámetro revela que por cada trabajador adicional el índice disminuye 0.43. En este sentido, trabajos como (Kosai, et al., 2020; Oliveira, et al., 2014; Premkumar y Roberts, 1999; Hollenstein, 2004; Viollaz, 2018; Battisti y Stoneman, 2005) evidencian una asociación positiva entre el tamaño de la firma y la decisión de adoptar estas tecnologías. Aunque en Khalifa, (2016); Meyer, (2011); Alderete, et al., (2014) no se exhibieron efectos significativos.

La infraestructura física para usar las TIC es analizada por medio de la cantidad de equipos informáticos del establecimiento. El resultado obtenido muestra un coeficiente de -1.95, por lo que con cada artefacto (PC, laptop, smartphone, datáfono, etc.) adicional el índice disminuye en 1.95, valor que es de una magnitud importante, ya que

con solo incrementar algunos equipos la intensidad de uso mejoraría ostensiblemente. Así, se demuestra que el equipamiento de la firma es imprescindible para la adopción y uso de la TIC, argumento que es apoyado por los trabajos de Khalifa (2016) y Loukis, et al., (2017).

En cuanto a la formalidad empresarial, se obtiene un parámetro de -2.07, indicando que si la empresa esta formalizada entonces el índice se reduce en esa magnitud. En consecuencia, si la empresa acoge prácticas como estar registrada en la Cámara de Comercio y tener el registro único tributario (RUT) ante la DIAN, es posible que también use con más intensidad las tecnologías en cuestión. Es de considerar que en la literatura internacional no se identificó alguna investigación de referencia sobre el rol que juega la formalidad en la adopción y uso de TIC.

El capital social abordado a través de las variables de asociado y afiliado a cooperativa muestra efectos negativos de los coeficientes, con -1.49 y -1.20 respectivamente. Estar asociado a algún gremio económico reduce el índice en 1.49 y estar afiliado a cooperativa en 1.20. Lo anterior señala, que el tener estas vinculaciones sociales permite a la firma integrarse a circuitos de información que pueden influir positivamente en la decisión de usar las TIC. Asimismo, el papel del capital social como determinante de la apropiación de este tipo de tecnologías ha sido menos considerado en los estudios previos, no obstante, podría al menos nombrarse algunos estudios que también demuestran la incidencia positiva del capital social en el uso de tecnologías, por ejemplo, Argüelles (2013) y Almaguer y Rendón (2012) para el caso de tecnologías agropecuarias.

En el análisis del impacto de los sectores económicos, se evidencia que todos arrojan efectos negativos, por lo tanto, reducen el valor del índice, el formar parte de estos sectores lleva a practicar un mayor uso de TIC con respecto a los sectores de referencia: agricultura y transporte. Empero, las magnitudes de los coeficientes son diferentes; los sectores de menor valor del índice (y mayor uso TIC) son actividades de la salud (-5.39), comercio (-4.92), actividades inmobiliarias y profesionales (-4.84), industria (-4.62) e información y comunicaciones (-4.30). Por consiguiente, es de destacar que en este grupo de

desempeño superior se encuentren los relacionados con actividades de salud, de inmobiliarias y profesionales, los cuales podrían catalogarse como provistos de mayor formación o capital humano. Lo anterior, en concordancia con algunos hallazgos previos (Haller y Siedschlag, 2008; Windrum y Berranger, 2003). Y respecto a los sectores de comercio, industria e información y comunicaciones, es posible que su desempeño se deba al elevado grado de competencia en esas áreas, que los obliga a emplear con mayor intensidad las tecnologías disponibles, tal como se sugiere en Khalifa (2016) y Galliano y Roux (2008).

Finalmente, las variables categóricas de las tres principales ciudades presentan signos negativos, por lo que los establecimientos ubicados en estas urbes son más intensos en el uso TIC respecto al resto de ciudades. Se destaca también, que sea Medellín la ciudad con el mejor desempeño seguida de Bogotá y luego Cali.

3.3 Ruta de transformación digital

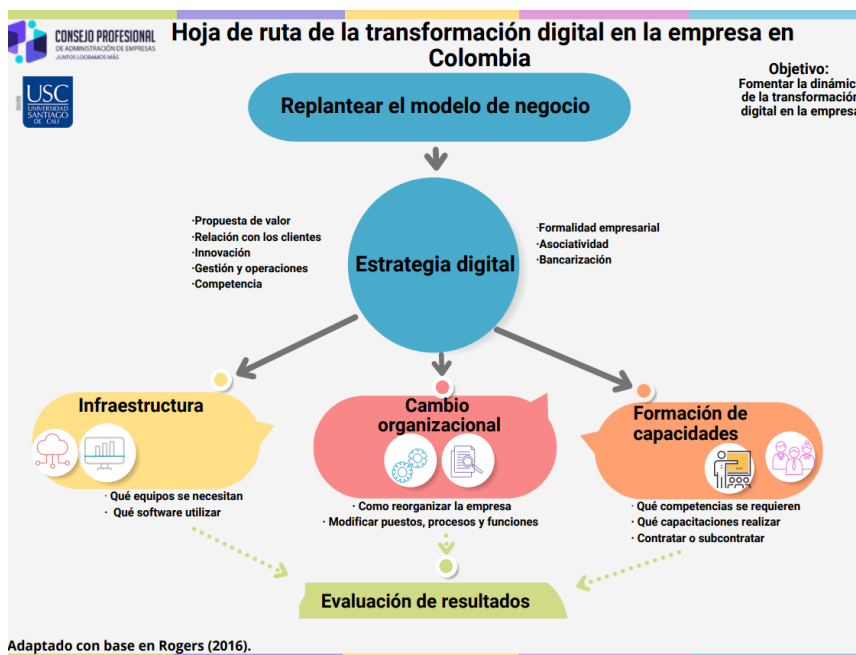
La transformación digital se entiende como la adaptación de las organizaciones a nuevas tendencias digitales en aras de brindar un servicio, con productos de valor agregado y altamente innovador (Ramírez-Montoya, 2020); ello ocasiona en muchos casos que las organizaciones, principalmente las pymes deban replantear su modelo de negocio desde una orientación estratégica que articule la propuesta de valor, que se debe fundamentar en un ajuste institucional desde la infraestructura y actividades de soporte, que acompañada por procesos de formación del talento humano, en competencias que favorezcan la migración digital, como por ejemplo la educación STEM (Ciencias-Tecnología-Ingeniería-Matemáticas) constituyen procesos claves para el aprendizaje en las organizaciones modernas (Fernández, 2020).

Se considera entonces que ambos pilares dinamicen la gestión del cambio organizacional, que como proceso continuo debe facilitar la adopción de nuevas formas de entender el mercado y ajustar las particularidades del negocio, lo cual involucra no solo actividades de in-

teligencia de mercado, sino que además, implica romper esquemas empresariales anquilosados, dando paso al uso de herramientas y programas que vayan de la mano con tecnologías de punta, donde la generación de valor agregado y la innovación sean un eje dinamizador de competitividad.

La figura 6 presenta una ruta de transformación digital, como una propuesta donde las organizaciones logren identificar los macroprocesos a intervenir en aras de fijar una estrategia digital, que en todo caso debe ir acompañada de un proceso de formalidad empresarial, para acceder a los beneficios que se tienen desde el gobierno y otros actores, pero también incentivando el trabajo de cocreación y articulación entre los diferentes actores de la cadena productiva, e incluso su vinculación con los actores de la cuádruple hélice, que bajo modelos colaborativos y de enfoque en clústers logren consolidar redes eficientes que retribuyan en valor para los diferentes interesados.

Figura 6. Infografía transformación digital



Fuente: Elaborado por los autores.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusions and recommendations

Las organizaciones modernas han comprendido la importancia de adoptar prácticas novedosas que incorporen las tecnologías de la información y las comunicaciones que, de forma transversal, apoyen las diversas áreas de negocio.

En ese sentido las organizaciones se han preocupado por avanzar en el desarrollo de iniciativas de investigación y desarrollo, en complemento con acciones de vigilancia estratégica e inteligencia de mercados, redundan en la tecnificación de procesos, agregación de valor, entre otras actividades que potencian las ventajas competitivas como herramienta para el posicionamiento de mercado.

En la última década, el proceso de internacionalización de las pequeñas y medianas empresas (pymes) ha estado influenciado por diversos factores, entre los que sobresale la digitalización, que ha cambiado los modelos de negocios, favoreciendo la capacidad de respuesta a los cambios del entorno, facilidad de penetración en mercados, entre otras ventajas competitivas que se han acelerado por cuenta de la pandemia del COVID-19 y que hacen fundamental la transversalización de la tecnología digital en los procesos de negocio, motivando a las empresas con ciertos rezagos a que avancen de forma expedita en los procesos de transformación digital.

En efecto, la transformación digital es considerada como un motor de competitividad organizacional y son las pymes aquellas con mayores brechas, por lo que resulta fundamental estudiar a fondo las implica-

ciones y posibles alternativas que dinamicen su transferencia. Para ello se hace necesario, en primer lugar, identificar las variables que influyen en la tendencia de uso de las tecnologías de información y de las comunicaciones (TIC), que asociadas con aspectos demográficos, económicos y culturales, permitan mapear el perfil de las empresas y de sus gerentes, en aras de que el estado y demás agentes interesados actúen en consonancia, garantizando un ecosistema virtuoso que dinamice los factores determinantes.

Una vez se tenga parametrizada la información al respecto, será posible realizar diversos estudios, como por ejemplo de carácter econométrico, que permitan identificar relaciones de causalidad y fijar patrones que influyen en la intensidad de uso de TIC en las organizaciones, con esto se podría impactar sensiblemente a las pymes, mediante la formulación de alternativas de solución y demás herramientas, dentro de las que cabe resaltar una posible ruta de transformación digital estratégica para un empresario del país.

Respecto a los resultados alcanzados por cuenta de la investigación; la medición del índice revela que una baja proporción de unidades productivas es altamente intensiva en el uso TIC, el rango del primer cuartil es amplio (de 0 a 31.75), y este sería el grupo de mejor desempeño. Posteriormente, está el 75% restante que se ubica entre 31.76 a 43.94, que es un rango de valores más estrecho. Por lo que se aprecia un pequeño grupo más intensivo y un agregado de firmas menos intensivas.

Del ejercicio también se infiere que el proceso de la transformación digital en lo referente al uso de estas tecnologías en el segmento microempresarial no es uniforme en las regiones del país. Existen importantes ciudades con una alta brecha, como Bucaramanga o Barranquilla, y ciudades pequeñas con mejor desempeño, como Pasto y Villavicencio. Asimismo, los resultados por sectores económicos muestran que el uso de TIC es mayor en aquellos que son intensivos en conocimiento, y donde participa una mano de obra con formación técnica o profesional, por ejemplo, las actividades inmobiliarias, profesionales y servicios administrativos. Y respecto al tamaño, de

la evidencia obtenida se concluye que la cantidad de uso tecnológico está asociada positivamente con el número de empleados.

La evaluación de los determinantes de la intensidad de uso TIC prueba que son variadas las causas que influyen en esta práctica de las firmas. Por un lado, están las particularidades demográficas del propietario del negocio, y por lo menos la edad resulta significativa y exhibiendo un impacto inverso, es decir, que a mayor edad del propietario disminuye la intensidad de uso.

También, se demuestra que características de la empresa, tradicionalmente testeadas, como la edad, el tamaño y la infraestructura influyen en un mayor uso de TIC. En el caso de la edad o años de vida de la firma, el estudio indica que en el rango de 3 a 5 años es donde se obtiene una asociación con más uso de estas tecnologías. El tamaño tomado a través del número de trabajadores y la cantidad de equipos o artefactos influyen a favor de más utilización digital.

Complementariamente, otros rasgos de las empresas que han sido menos estudiados en la literatura internacional, como la formalidad empresarial y el capital social, arrojan efectos favorables al uso TIC. Existe la tendencia a que las firmas que están en formalidad o que tienen lazos de interacción con otras organizaciones como los gremios empresariales o las cooperativas también se sirvan más de estas tecnologías en sus actividades.

Finalmente, la modelación desarrollada señala que en sectores económicos donde es importante la dotación de capital humano como las actividades de salud, inmobiliarias o de profesionales se realiza un mayor uso TIC. También, en sectores económicos de alta competencia como el comercio, la industria o las actividades de información y comunicaciones se presenta un mejor desempeño de utilización digital.

En cuanto a las sugerencias para futuras investigaciones, se recomienda tener presente otras variables del problema de la adopción y que no son consideradas aquí debido a que no fueron capturadas

en el instrumento de recolección aplicado por el DANE. Por ejemplo, el nivel de formación del propietario o de los empleados, en Haller y Siedschlag (2008) se utiliza el porcentaje de trabajadores calificados dentro del total de empleados; el grado de competencia en el sector económico al que pertenece y las características actitudinales del administrador o propietario. También sería deseable ahondar un poco más en las relaciones entre las variables, y establecer si es posible la construcción de un modelo de ecuaciones estructurales (SEM) donde se analicen relaciones de interacción entre la intensidad de uso, la práctica de la formalidad y el tamaño.

De otro lado, al emprender esta problemática de investigación se aspira a generar algunas líneas de debate o de profundización en los profesionales en administración. Por ejemplo, dados los resultados obtenidos resulta conveniente explorar un poco más sobre:

- La relación entre la edad y sexo del empresario con la intensidad de uso digital. Respecto a la edad, ahí se están reflejando los esquemas gerenciales que aplica cada generación, en consecuencia, debe indagarse sobre por qué una generación es menos o más propensa a las nuevas tecnologías. Y con relación al género, identificar las razones de por qué en un entorno como el colombiano las mujeres u hombres se identifican más con las TIC.
- El impacto de las prácticas de formalidad empresarial y del capital social en la modernización de las unidades productivas a través de las TIC. Examinar de qué manera se pueden promover de forma conjunta estas acciones en la empresa del país.
- El desarrollo de un modelo de transformación digital para las empresas más chicas y acorde a nuestro contexto económico y social, pues se torna en un fin altamente significativo en las escuelas de administración de nuestro país. De este modo, se busca animar la controversia investigativa y profesional en el área de la administración de tal forma que aumenten los aportes orientados a elevar los niveles competitividad de la empresa colombiana.



Recomendaciones de política pública

Public policy recommendations

En vista de los resultados obtenidos es factible sugerir algunos lineamientos de política pública con el fin de perfeccionar el desempeño de las empresas en materia de uso TIC, y que repercuta en una mayor productividad y competitividad.

Dada la evidencia de que un agregado importante de unidades presenta una baja utilización de las TIC, se convierte en un objetivo para los responsables de la política el diseño de mecanismos para ampliar el uso y apropiación de dichas tecnologías en un universo más extenso de esta categoría de establecimientos. Obviamente, acompañado de otras estrategias de acción, como acrecentar el emprendimiento en profesionales o técnicos, ya que se observa una asociación con el uso de las tecnologías. O programas de educación no formal para capacitar a los microempresarios con ausencia de formación.

Adicionalmente, facilitar el acceso a los equipos informáticos resulta relevante, el estudio indica que la dotación que posee el establecimiento es un factor crítico, pues ampliar el equipamiento permite de manera importante aumentar la utilización TIC. Por lo tanto, un programa de subsidios para la adquisición de elementos informáticos dirigida a las microempresas resulta apropiado en este contexto.



Referencias bibliográficas

Bibliographic references

Alderete, M.V., Jones, C. y Morero, H.A. (2014). Factores explicativos de la adopción de las TIC en las tramas productivas automotriz y siderúrgica de Argentina. *Pensamiento & Gestión*, 37, 1-40.

Awa, H.O., Eze, S.C., Urieto, J.E., y Inyang, B.J. (2011). Upper echelon theory (UET): A major determinant of information technology (IT) adoption by SMEs in Nigeria. *Journal of Systems and Information Technology* 13, 144-162.

Baier, H., Walsh, D. y Mulder, N. (2021). La transformación digital de las pymes exportadoras desde una perspectiva teórica y práctica. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Publicación de las Naciones Unidas. Chile.

Barzallo, N., Bustamante, J. y Mora, N. (2021). La administración gerencial y su influencia al adoptar el comercio electrónico en las PYMES comerciales. *593 Digital Publisher CEIT* 6(5), 295-307. <https://doi.org/10.33386/593dp.2021.5.698>

Battisti, G. y Stoneman, P. (2005). The Intra firm Diffusion of New Process Technologies. *International Journal of Industrial Organisation*, 23, 1-22.

Bermúdez, J. y Rubio, M. (2021). Nuevas profesiones y Tics en las organizaciones turísticas: Ocupaciones, perfiles y competencias. *Sociología y tecnociencia*, 11 (Extra_1), 188-208.

- Blancas, F.J., González, M. y Pérez, F. (2008). Indicadores sintéticos de turismo sostenible a nivel local, Congreso Nacional del Medio Ambiente. Cumbre del Desarrollo Sostenible, 1-5 de diciembre de 2008, (informe técnico, 27 pp.)
- Bolek, C., Grudzińska, A. y Papińska, J. (2012). ICT advancement index for enterprise evaluation. *Information Systems in Management*, 1(2), 87-99.
- Bresnahan, T. y Trajtenberg, M. (1995) General purpose technologies: 'engines of growth'? *Journal of Econometrics*, 65(1), 83-108.
- Brynjolfsson, E. y Hitt, L.M. (2000), Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance, *Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 23-48.
- Castro, J.M. (2004). *Indicadores de desarrollo sostenible urbano. Una aplicación para Andalucía*. Instituto de Estadística de Andalucía. Consejería de Economía Hacienda.
- Chau, N., Deng, H. y Tay, R. (2020). Critical determinants for mobile commerce adoption in Vietnamese small and medium-sized enterprises. *Journal of Marketing Management*, 36(5-6), 456-487. DOI: 10.1080/0267257X.2020.1719187
- Chuang, T., Nakatani, K. y Zhou, D. (2009). An exploratory Study of the Extent of Information Technology Adoption in SMEs: An Application of Upper Echelon Theory, *Journal of Enterprise Information Management*, 22 (1-2), 183-196. doi:10.1108/17410390910932821
- Czaja, S.J., y Sharit, J. (1998). Age differences in attitudes toward computers. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences* 53, 329-340.
- Decreto 957 de 2019. Por el cual se adiciona el capítulo 13 al Título 1 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1074 de 2015, Decreto Único del Sector Comercio, Industria y Turismo y se reglamenta el artícu-

lo 2º de la Ley 590 de 2000, modificado por el artículo 43 de la Ley 1450 de 2011. 5 de junio de 2019.

Delgado-Cruz, A., Vargas-Martínez, E. E., & Montes-Hincapié, J. M. (2021). Impacto de la gestión tecnológica sobre la capacidad de innovación en el sector restauranero de Medellín. *Dirección y Organización*, (73), 80-95.

Díaz, H. y Reyes, F. (2020). Determinantes de la productividad laboral en México: una aproximación desde la teoría del crecimiento endógeno con redes neuronales artificiales. *Revista de la Cepal*, 130, 159-178.

Dobrota, M., Jeremic, V. y Markovic, A. (2012). A new perspective on the ICT Development Index. *Information Development*, 28(4), 271- 280.

eLAC (2020). Agenda Digital para América Latina y el Caribe eLAC 2020 en: Séptima Conferencia Ministerial sobre la Sociedad de la Información de América Latina y el Caribe, Reunión virtual, 23 a 26 de noviembre de 2020. Colombia: CEPAL.

Fernández, T. D. (2020). Taxonomía de transformación digital. *Revista Cubana de Transformación Digital*, 1(1), 4-23.

Fischer, M.M. y Johansson, B. (1994). Networks for process innovation by firms: conjectures from observations in three countries. In: Johansson B, Karlsson C, Westin L (eds). *Patterns of a network economy*, Springer, Heidelberg, 261-272.

Forero, C. A., Rojas, G. y Argüelles, J. (2013). Capital social y capital financiero en la adopción de tecnologías ganaderas en zonas rurales altoandinas de Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 14(2), 149-163. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012287062013000200004&lng=en&tlng=es.

Fukuyama, F. (1995). *Trust: The social virtues and the creation of prosperity*. United Kingdom, London: Hamish Hamilton.

- Gale, F.H. (1997). Is there a rural–urban technology gap? Results of the ERS rural manufacturing survey. *Agriculture information bulletin*, Number 736–01, United States Department of Agriculture, USA.
- Galliano, D. y Roux, P. (2008). Organisational motives and spatial effects in Internet adoption and intensity of use: evidence from French industrial firms. *Ann Reg Sci*, 42, 425–448 (2008). <https://doi.org/10.1007/s00168-007-0157-z>
- Geroski, P.A. (2000). Models of Technology Diffusion. *Research Policy*, 29(4-5), 603-625.
- Giler, G., Melo, G. y Quimi, W. (2022). Efecto de las Tics sobre el desarrollo económico. *RECIAMUC*, 6(1), 159-172. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(1\).enero.2022.159-172](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(1).enero.2022.159-172).
- Giuri, P., Torrisci, S. y Zinovyeva, N. (2005). ICT, Skills, and Organisational Change: Evidence from a Panel of Italian Manufacturing Firms. *Laboratory of Economics and Management Sant’Anna School of Advanced Studies*.
- Gobierno Nacional de Colombia (2019). *Misión de Sabios Colombia – 2019. Informe técnico*, Bogotá D.C.
- Haller, S. y Siedschlag, I. (2008). Determinants of ICT Adoption: Evidence from Firm-Level Data. *DYNREG*, Working Paper, 2008-29.
- Hambrick, D.C. y Mason, P.A. (1984). Upper echelons: the organization as a reflection of its top managers. *Academy of Management Review*, 9(2), 193-206.
- Harrison, A.W. y Rainer, R.K. (1992). The influence of individual differences on skill in end-user computing. *Journal of Management Information Systems*, 9(1), 93-111.
- Hawash, R., y Lang, G. (2020). Does the digital gap matter? Estimating the impact of ICT on productivity in developing countries. *Eurasian Economic Review*, 10(2), 189-209.

- Hernández, L. (2020). Análisis sobre el impacto de la economía digital en Colombia, basado en las perspectivas globales 2015 – 2020: nuevos desafíos. Descargado de <https://ciencia.lasalle.edu.co/economia/1689>
- Hollenstein, H. (2004). Determinants of the Adoption of Information and Communication Technologies, an Empirical Analysis Based on Firm-Level Data for the Swiss Business Sector. *Structural Change and Economic Dynamic*, 15(3), 315-342.
- Idota, H., Bunno, T. y Tsuji, M. (2012): Empirical study on ICT use and business strategy for innovation among Japanese SMEs, 19th Biennial Conference of the International Telecommunications Society (ITS): “Moving Forward with Future Technologies: Opening a Platform for All”, Bangkok, Thailand, 18th-21th November 2012, International Telecommunications Society (ITS), Calgary.
- Ilie, V., Slyke, C., Green, G. y Lou, H. (2005). Gender differences and use of communication technologies. A diffusion of innovation approach. *Information, Management Resource Journal* 18(3):13-31
- International Telecommunication Union (2009). Measuring the Information Society–The ICT Development Index 2009, ITU, Geneva.
- International Telecommunication Union (2011) Measuring the Information Society 2011. Available at: <http://www.itu.int/ITU-D/ict/publications/idi/2011/>
- Inzunza, P. (2018). Amenazas y oportunidades de la economía de la economía digital en México. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: investigación y Reflexión* 26(2), 45-60.
- Ivanovic, B. (1974). Comment établir une liste de indicateurs de développement. *Revue de Statistique Appliquée* 22 (2), 37-50
- Jones, C., Motta, J., y Alderete, M.V. (2016). Gestión estratégica de tecnologías de información y comunicación y adopción del co-

mercio electrónico en Mipymes de Córdoba, Argentina. *Estudios Gerenciales*, 32(138), 4-13.

Juárez, O., Cañedo, R. y Barragán, M. (2017). Medición de la calidad de vida mediante índices sintéticos en localidades del municipio de Acapulco, Guerrero, México. *Población y Salud en Mesoamérica* 14(2), 40-59

Justino, M., Khan, R. y Twum-Darko, R. (2022). A Revised Technology–Organisation– Environment Framework for Brick-and-Mortar Retailers Adopting M-Commerce. *Journal of Risk and Financial Management* 15(289), 1-18. <https://doi.org/10.3390/jrfm15070289>

Khalifa, A.B. (2016). Determinants of information and communication technologies adoption by Tunisian firms. *Journal of Innovation Economics, De Boeck Université*, 0(2), 151-177.

Kossai, M., Lapa, L.M., Ben Zaied, Y. y Nguyen, P. (2020). Determinants of the Adoption of Information and Communication Technologies (ICTs): the Case of Tunisian Electrical and Electronics Sector. *Journal of the Knowledge Economy*, 11(3), 845-864.

Lira, I., Ramírez, R. y Barrientos, F. (2022). Uso de las CAX en el diseño-ingeniería industrial y su impacto en la industria 4.0 Use of CAX in industrial design-engineering and its impact on industry 4.0. *Publicación Semestral Pädi* 9(18), 35-39.

Loukis, E., Arvanitis, S. y Kyriakou, N. (2017). An empirical investigation of the effects of firm characteristics on the propensity to adopt cloud computing. *Information Systems and e-Business Management*, 15(4), 963-988.

Lucchetti, R. y Sterlacchini, A. (2004). “The Adoption of ICT among SMEs: Evidence from an Italian Survey,” *Small Business Economics*, 23(2), 151-168.

- Navarro-Viacava, M.A., Blanco-Jiménez, M., Saenz-Lopez, K.A., Alarcón-Martínez, G. (2018). Factores que limitan la formalización de las micro y pequeñas del sector manufacturero en Perú. *Perspectiva teórica, Vinculatégica EFAN* 4(3). 10-20. Recuperado a partir de <http://www.web.facpya.uanl.mx/vinculategica/edan.aspx>
- Marquina-Benítez, S., Castells-Gil, E., & Juárez-Romero, O. (2015). Indicadores sintéticos de bienestar social: una aplicación para los municipios del estado de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1, 293-305. Recuperado a partir de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263139243039>
- Medellín, E. A. (2010). Gestión tecnológica en empresas innovadoras mexicanas. *RAI-Revista de Administração e Inovação*, 7(3), 58-78.
- Méndez, E., De Dios, A. y Méndez, E. (2019). Propuesta metodológica para determinar competencias gerenciales en condiciones de comercio electrónico en México. *Retos de la Dirección* 13(2), 20-41. descargado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-91552019000200020
- Meyer, J. (2011). Workforce age and technology adoption in small and medium-sized service firms. *Small Business Economics*, 37, 305-324. <https://doi.org/10.1007/s11187-009-9246-y>
- Mithas, S., Tafti, A. R., Bardhan, I. y Goh, J. M. (2012). Information technology and firm profitability: mechanisms and empirical evidence. *MIS Quarterly*, 36(1), 205-224.
- Miró, A. y Torrent, J. (2020). Transformación digital y productividad total de los factores (PTF) en las empresas españolas del sector oleícola: Una aproximación regional. *Revista de estudios regionales*, 118, 77-113.
- Nahapiet, J., y Ghoshal, S. (1998). Social capital, intellectual capital, and the organizational advantage. *Academy of Management Review*, 23(2), 242-266.

- OIT (2017). World Employment and Social Outlook 2017: Sustainable enterprises and jobs: Formal enterprises and decent work, Ginebra: OIT.
- Oliveira, T., Thomas, M. y Espadanal, M. (2014). Assessing the determinants of cloud computing adoption: An analysis of the manufacturing and services sectors, *Information & Management*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.im.2014.03.006>
- Peltier, J.W., Zhao, Y. y Schibrowsky, J.A. (2012). Technology adoption by small businesses: An exploratory study of the interrelationships of owner and environmental factors. *International Small Business Journal*, 30, 406-431. DOI: 10.1177/0266242610365512eri
- Pillo, D. M., & Bermúdez, L. A. (2018). Estudio de innovación tecnológica aplicada en procesos formativos con sistemas de gestión de aprendizaje (LMS) en la educación universitaria del Ecuador. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E15), 256-270.
- Premkumar, G. y Roberts, M. (1999). Adoption of new information technologies in rural small businesses. *Omega International Journal of Management Science*, 27, 467-484.
- Pena Traperero, J.B. (1977). *Problemas de medición del Bienestar y Conceptos Afines (Una Aplicación al Caso Español)*. INE, Madrid, 1977.
- Putnam, R. (1995). Tuning in, tuning out: The strange disappearance of social capital in America. *Political Science and Politics. American Political Science Association*, 28(4), 664-683.
- Ramírez-Montoya, M. S. (2020). Transformación digital e innovación educativa en Latinoamérica en el marco del CoVid-19. *Campus Virtuales*, 9(2), 123-139.
- Ramos, J. C. (2018). Influencia del sistema de calidad e innovación tecnológica en los resultados enfocados en la mejora continua

- en la manufactura de transformadores de distribución y potencia. *Industrial Data*, 21(1), 63-71.
- Rogers, E. (2003). *Diffusion of Innovation*, 5th ed., Free Press, New York, NY.
- Rodríguez, K., Ortiz, O., Quiroz, A., y Parrales, M. (2020). El e-commerce y las Mipymes en tiempos de Covid-19. *Espacios* 41 (42), 100-118. Recuperado de <https://www.revistaespacios.com/a20v41n42/a20v41n42p09.pdf>
- Ruiz, C. A. O. (2014). Inclusión de las TIC en la empresa colombiana. *Suma de negocios*, 5(10), 29-33.
- Salazar-Xirinachs, J. M., y Chacaltana, J. (Eds.) (2018). *Políticas de Formalización en América Latina: Avances y Desafíos*. Lima: OIT, Oficina Regional para América Latina y el Caribe, FORLAC.
- Sánchez, M. (2020). Segregación de género en los estudios de ingenierías relacionadas con las TIC. [Tesis Doctoral inédita, UNED]. http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:ED-Pg-AnaPro-SocMpsanchez/SANCHEZ_HERNANDEZ_M_PILAR_Tesis.pdf
- Sánchez, J.C., Buendía, J.D., Calvo, A. y Yago, M. (2019). A new measure of regional competitiveness. *Applied Economic Analysis* 27(80), pp. 108-126. <https://doi.org/10.1108/AEA-07-2019-0010>.
- Sánchez, P. y Prada, A. (2014). Del concepto de crecimiento económico al de desarrollo y bienestar de las naciones: una aplicación a la Unión Europea. *Revista de Economía Mundial*, 40, 221-252.
- Santamaria, J. (2021). Determinantes de la competitividad y su incidencia en las agencias de turismo en la ciudad de Santiago de Cali. *Revista Eficiencia*, 3(3). 1-12.
- Somarrriba, N., y Pena, B. (2008). aproximación a un indicador regional y nacional de los objetivos de Lisboa a partir de la medida de

- distancia p2. *Estudios Económicos de Desarrollo Internacional* 8-2. 83-94.
- Torres-Medina, F., y Márquez, F. J. (2021). Sector mipyme en Colombia: entre la informalidad y la formalización. *Revista de economía & administración* 17(2). 37-59.
- Thong, J. (2015). An integrated model of information systems adoption in small businesses. *Journal of Management Information Systems*, 15(4), 187-214.
- Tornatzky, L. G. y Fleischer, M. (1990). *The Processes of Technological Innovation*. Lexington: Lexington Books.
- Viollaz, M. (2018). ICT Adoption in Micro and Small Firms: Can Internet Access Improve Labor Productivity? Working paper 223 March, 2018 ISSN 1853-0168. CEDLAS. Argentina
- Windrum, P., & de Berranger, P. (2003). Factors affecting the adoption of intranets and extranets by SMEs: a UK study. MERIT, Maastricht Economic, Research Institute on Innovation and Technology. MERIT-Infonomics, Research Memorandum Series, 023. <https://doi.org/10.26481/umamer.2003023>
- Wood, W. y Rhodes, N.D. (1992). Sex differences in interaction style in task groups. In C. Ridgeway (Ed.), *Gender, interaction, and inequality* (pp. 97- 121). New York: Springer Verlag.
- Youssef, A., Hadhri, W. y Hatem, M. (2010). Intra-Firm Diffusion of Innovation: Evidence from Tunisian SME's in Matters of Information and Communication Technologies. *Economic Research Forum, Working Papers*.
- Zarzosa, P. (2009). Estimación de la pobreza en las comunidades autónomas españolas, mediante la distancia DP2 de Pena. *Estudios de economía aplicada*, 27(2), 397-415.



Anexos

Annexes

Anexo 1. Matriz de correlaciones en el paquete STATA

```
      | sex edad_p-i de_1_a~s de_3_a~s de_5_a~s de_10_~s n_empl~s to-
tal_~s  s3  s4  s5  s7  s8  s9  s10  s11  s12 bogota
```

```
-----+-----
sex | 1.0000
edad_propi | 0.0302 1.0000
de_1_a_3años | -0.0914 -0.1930 1.0000
de_3_a_5años | -0.0333 -0.0988 -0.1671 1.0000
de_5_a_10a~s | -0.0021 -0.0620 -0.2003 -0.1518 1.0000
de_10_ymas | 0.1728 0.3967 -0.4063 -0.3080 -0.3691 1.0000
n_empleados | 0.0928 0.0266 -0.0382 -0.0136 0.0053 0.0744 1.0000
total_equi~s | 0.0328 -0.0988 0.0110 0.0257 0.0253 -0.0337 0.2367
1.0000
      s3 | -0.1138 0.0722 -0.0239 -0.0189 -0.0152 0.0549 0.0200 -0.0340
1.0000
      s4 | 0.2178 -0.0018 -0.0708 -0.0345 -0.0073 0.1231 0.0429 -0.0281
-0.1019 1.0000
      s5 | -0.1208 0.0184 0.0357 0.0158 0.0060 -0.0790 -0.0377 -0.0437
-0.2553 -0.1798 1.0000
      s7 | -0.2015 0.0169 0.0553 -0.0012 -0.0144 -0.1035 0.0829 -0.0664
-0.1244 -0.0876 -0.2194 1.0000
      s8 | -0.0306 -0.0481 0.0293 0.0105 0.0164 -0.0554 -0.0061 0.1611
-0.0442 -0.0311 -0.0779 -0.0379 1.0000
      s9 | 0.0385 -0.0276 0.0069 0.0152 0.0072 -0.0113 0.0083 0.3803
-0.0860 -0.0606 -0.1517 -0.0739 -0.0262 1.0000
      s10 | -0.0432 -0.0462 0.0174 0.0107 -0.0031 -0.0337 0.0165 0.1001
```

Uso de TIC y sus determinantes en las microempresas de Colombia

```

-0.0356 -0.0250 -0.0627 -0.0305 -0.0108 -0.0211 1.0000
  s11 | -0.0384 -0.0043 -0.0039 -0.0055 0.0006 0.0108 0.0107 0.1023
-0.0337 -0.0238 -0.0595 -0.0290 -0.0103 -0.0200 -0.0083 1.0000
  s12 | -0.1074 -0.0927 -0.0042 0.0136 0.0178 0.0019 -0.0840 -0.0094
-0.1340 -0.0944 -0.2365 -0.1152 -0.0409 -0.0796 -0.0329 -0.0312 1.0000
 bogota | 0.0105 0.0006 0.0089 -0.0022 -0.0002 -0.0071 0.0059 0.0549
0.0016 0.0081 0.0195 -0.0027 0.0032 0.0272 -0.0002 0.0148 0.0086
1.0000
 medellin | -0.0038 -0.0123 0.0179 0.0072 0.0068 -0.0344 0.0041 0.0333
0.0232 -0.0006 0.0125 -0.0081 -0.0009 0.0226 0.0034 0.0062 0.0188
-0.0334
  cali | -0.0150 0.0068 -0.0040 0.0102 -0.0060 -0.0043 0.0004 0.0335
0.0082 0.0073 0.0163 -0.0070 -0.0034 0.0114 0.0022 0.0115 0.0238
-0.0315
 formal2 | 0.0185 0.0102 -0.0303 0.0079 0.0411 0.0348 0.3024 0.2799
0.0044 -0.0600 0.1589 0.0216 0.0217 0.0423 -0.0047 0.0251 -0.0254
0.0412
 asociado | 0.0416 0.0325 -0.0274 -0.0123 -0.0017 0.0544 0.0785 0.0183
-0.0293 -0.0259 -0.0115 -0.0221 -0.0067 -0.0052 -0.0084 0.0025 -0.0292
-0.0036
afiliado_c~p | 0.0640 0.0374 -0.0313 -0.0130 0.0003 0.0552 0.0400
0.0071 -0.0359 -0.0303 -0.0445 -0.0311 -0.0093 -0.0004 -0.0064 0.0118
-0.0345 -0.0032

```

```

      | medellin  cali formal2 asociado afilia~p
-----+-----
medellin | 1.0000
  cali | -0.0361 1.0000
 formal2 | 0.0005 0.0046 1.0000
 asociado | -0.0125 -0.0032 0.0249 1.0000
afiliado_c~p | -0.0069 -0.0019 -0.0011 0.0317 1.0000

```

Anexo 2. Estimación del modelo en paquete STATA

Linear regression Number of obs = 23,759
 F(23, 23735) = 302.32
 Prob > F = 0.0000
 R-squared = 0.3495
 Root MSE = 5.5902

```

-----+-----
            |       Robust
p2distanceG |   Coef. Std. Err.  t  P>|t|  [95% Conf. Interval]
-----+-----
sex | -.1316283 .0839848  -1.57  0.117  -.2962439  .0329874
edad_propi | .0548252 .0033072  16.58  0.000  .0483428  .0613076
de_1_a_3años | -.1708325 .1258819  -1.36  0.175  -.4175691  .0759041
de_3_a_5años | -.4504412 .1443256  -3.12  0.002  -.7333286  -.1675539
de_5_a_10años | -.0690919 .1329631  -0.52  0.603  -.3297081  .1915243
de_10_yamas | -.0556325 .1263619  -0.44  0.660  -.3033098  .1920449
n_empleados | -.4255236 .0443859  -9.59  0.000  -.5125229  -.3385244
totalequipos | -1.956787 .054903  -35.64  0.000  -2.064401  -1.849174
s3 | -4.624761 .5040075  -9.18  0.000  -5.612648  -3.636874
s4 | -2.274277 .7443982  -3.06  0.002  -3.733345  -.8152085
s5 | -4.926055 .444562  -11.08  0.000  -5.797426  -4.054685
s7 | -2.591279 1.130864  -2.29  0.022  -4.807844  -.3747132
s8 | -4.301899 .5475673  -7.86  0.000  -5.375166  -3.228633
s9 | -4.847539 .2499789  -19.39  0.000  -5.337514  -4.357565
s10 | -.8873911 .4260687  -2.08  0.037  -1.722513  -.0522692
s11 | -5.398233 .5965446  -9.05  0.000  -6.567498  -4.228967
s12 | -1.986159 .3211878  -6.18  0.000  -2.615707  -1.35661
bogota | -1.836351 .228395  -8.04  0.000  -2.28402  -1.388682
medellin | -3.274809 .1955248  -16.75  0.000  -3.65805  -2.891568
cali | -.9909318 .1595204  -6.21  0.000  -1.303602  -.6782617
formal2 | -2.073169 .1156727  -17.92  0.000  -2.299895  -1.846443
asociado | -1.497143 .3500048  -4.28  0.000  -2.183175  -.8111111
afiliado_coop | -1.200516 .3215119  -3.73  0.000  -1.8307  -.5703325
_cons | 37.45561 .1917153  195.37  0.000  37.07984  37.83138
    
```

Anexo 3. Factor de Inflación de varianza FIV en el paquete STATA

Variable	VIF	1/VIF
s5	3.52	0.283945
de_10_ymas	3.01	0.332746
s12	2.63	0.380021
s9	2.54	0.393377
s3	2.33	0.429897
de_1_a_3años	2.07	0.483983
de_5_a_10a~s	2.03	0.493478
de_3_a_5años	1.77	0.564025
s7	1.71	0.586095
s4	1.58	0.634036
total_equi~s	1.51	0.663777
s8	1.41	0.709223
edad_propi	1.35	0.738583
formal2	1.31	0.764430
n_empleados	1.31	0.764984
s10	1.29	0.772255
s11	1.24	0.805418
sex	1.22	0.819825
afiliado_c~p	1.04	0.962104
asociado	1.02	0.984388
bogota	1.01	0.987488
cali	1.01	0.990327
medellin	1.01	0.990554
Mean VIF	1.69	

Anexo 4. Prueba de heterocedasticidad en el paquete STATA

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: fitted values of p2distanceG

chi2(1) = 5050.90

Prob > chi2 = 0.0000



Glosario

Glossary

CAD/CAM: Software para el diseño y manufactura asistida por computador. Permite diseñar y producir prototipos.

DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística

DIAN: Dirección de impuestos y aduanas nacionales

ERP: Planificación de recursos empresariales. Software para administrar las diferentes actividades y recursos en una empresa.

Error aleatorio: Componente aleatorio en un modelo de regresión que permite capturar factores explicativos no incluidos.

Heterocedasticidad: Incumplimiento del supuesto de que varianza del error aleatorio es constante a lo largo de una muestra.

LAN: red de área local. Red de computadores para transmitir datos y comunicaciones entre dispositivos con un alcance corto.

Multicolinealidad: Exceso de relación lineal entre las variables explicativas en un modelo de regresión.

OIT: Organización internacional del trabajo

TIC: Tecnologías de la información y las comunicaciones

Índice de tablas

Tabla 1. Principales antecedentes de determinantes de uso TIC	33
Tabla 2. Elementos técnicos de la encuesta.....	38
Tabla 3. Variables para el cálculo del índice.....	40
Tabla 4. Descripción de variables.....	42
Tabla 5. Estadísticas descriptivas del DP2.....	45
Tabla 6. Ranking del DP2 por ciudades	48
Tabla 7. Ranking del DP2 por sectores	50
Tabla 8. Ranking del DP2 por tamaño	51
Tabla 9. Media o proporción de las variables	52
Tabla 10. Factor de inflación de varianza (FIV).....	54
Tabla 11. Test de Heteroscedasticidad.....	55
Tabla 12. Resultados del modelo de intensidad de uso de TIC	55

Index of tables

Table 1. Main antecedents of determinants of ICT use	33
Table 2. Technical elements of the survey	38
Table 3. Variables for the calculation of the index	40
Table 4. Description of variables	42
Table 5. Descriptive statistics of the DP2	45
Table 6. Ranking of DP2 by cities	48
Table 7. DP2 ranking by sector	50
Table 8. DP2 ranking by size	51
Table 9. Mean or proportion of variables	52
Table 10. Variance Inflation Factor (VIF)	54
Table 11. Heteroscedasticity test	55
Table 12. Results of the ICT intensity of use model	55

Índice de figuras

Figura 1. Determinantes de la adopción e intensidad de uso TIC	27
Figura 2. Histograma de los valores del índice DP2.....	46
Figura 3. Valores del índice DP2 por ciudades.....	47
Figura 4. Valores del índice DP2 por sectores económicos	49
Figura 5. Valores del índice DP2 por tamaño (número de empleados)	51
Figura 6. Infografía transformación digital	60

Index of figures

Figure 1. Determinants of ICT adoption and intensity of use	27
Figure 2. Histogram of DP2 index values	46
Figure 3. DP2 index values by city	47
Figure 4. DP2 index values by economic sector	49
Figure 5. DP2 index values by size (number of employees).....	51
Figure 6. Digital transformation infographic	60



Acerca de los autores

About the authors

Julián Durán Peralta

© <http://orcid.org/0000-0002-8252-729X> / ✉ julian.duran02@usc.edu.co

Economista. Magister en Economía Aplicada. Docente investigador de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales USC. Líder del grupo de investigación en desarrollo económico y Economía Internacional GIDEEI. Investigador en temas de desarrollo económico, economía regional, economía del autoempleo.

José Fabián Ríos Obando

© <https://orcid.org/0000-0003-3846-2983> / ✉ jose.rios00@usc.edu.co

Administrador de Empresas, Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Doctor en Administración. Investigador Asociado. Docente investigador de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales USC. Miembro del grupo de investigación GISESA.



Pares Evaluadores

Peer Reviewers

Margaret Mejía Genez

Universidad de Guanajuato

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5142-5813>

Jean Jader Orejarena Torres

Universidad Autónoma de Occidente

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0401-3143>

Alexander Luna Nieto

Fundación Universitaria de Popayán

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9297-8043>

Willian Fredy Palta Velasco

Universidad de San Buenaventura

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1888-0416>

Pedro Antonio Calero

Investigador Asociado (IA)

Docente Universitario en Fundación Universitaria María Cano

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9978-7944>

Esperanza Gómez Ramírez

Investigador Sénior (IS)

Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7610-244X>

Lucely Obando Cabezas

Investigador Junior (IJ)

Universidad Libre

<https://orcid.org/0000-0002-8770-2966>

Maria Alejandra Ceballos

Fundación Universitaria de Popayán

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0640-4287>

Marco Alexis Salcedo Serna

Investigador junior (IJ)

Universidad Nacional de Colombia

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0444-703X>

María Ceila Galeano Bautista

Universidad Libre

<https://orcid.org/0000-0002-6679-4259>

Carol Andrea Bernal-Castro

Universidad Del Rosario

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8284-0633>

Mauricio Jiménez

Universidad Autónoma Latinoamericana

<https://orcid.org/0000-0003-4811-2514>



Distribución y Comercialización

Distribution and Marketing

Universidad Santiago de Cali

Publicaciones / Editorial USC

Bloque 7 - Piso 5

Calle 5 No. 62 - 00

Tel: (57+) (2+) 518 3000

Ext. 323 - 324 - 414

✉ editor@usc.edu.co

✉ publica@usc.edu.co

Cali, Valle del Cauca

Colombia

Diagramación

Design & Layout by

Juan Diego Tovar Cardenas

✉ librosusc@usc.edu.co

Cel. 301 439 7925

Diseño de Carátula

Cover Design

Diego Pablo Guerra Gonzalez

✉ diagramacioneditorialusc@usc.edu.co

Cel. 318 722 5351

Este libro fue diagramado utilizando fuentes tipográficas Literata en sus respectivas variaciones a 11 puntos en el contenido y Fira Sans para capitulares a 17 puntos.

Diseñado en el mes de noviembre de 2022,

Fue publicado por la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad Santiago de Cali.



CONSEJO PROFESIONAL
DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
JUNTOS LOGRAMOS MÁS

VIGILADA
MINEDUCACIÓN



EDITORIAL