

Acceso A Las Tecnologías De La Información Y La Comunicación (TIC) En Los Hogares De Colombia: de 2019 a 2022.

Santiago Cardona Pineda^{1(*)}, Jaime Andrés Gutiérrez Monsalve²

¹Especialización en Analítica y BigData,, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias – IUDigital , Medellín, Colombia (ORCID-ID: <https://orcid.org/0009-0009-8505-7789>)

²Grupo de Investigación en Innovación Digital y Desarrollo Social (INDDDES) – IUDigital de Antioquia (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3118-6824>)

Resumen: Se explora el acceso a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en Colombia entre 2019 y 2022, con un enfoque en las disparidades socioeconómicas, geográficas y culturales que perpetúan la brecha digital. Las TIC son esenciales para el desarrollo social y económico, pero su adopción está marcada por barreras particularmente en regiones rurales y comunidades de bajos ingresos. A partir de datos publicados por el DANE y empleando metodologías estadísticas y de ciencia de datos, se plantean análisis descriptivos y multivariados, para examinar la penetración de bienes y servicios TIC en diferentes regiones y áreas geográficas. Además, se contrastan periodos pre y post pandemia para identificar cambios en patrones de uso. Los resultados revelan un acceso desigual: mientras las regiones Andina y Pacífica muestran mayor penetración tecnológica (más del 50% de los hogares con internet fijo en 2022), las regiones Amazonía y Orinoquía presentan las tasas más bajas (menos del 20%). En áreas rurales, la falta de infraestructura y los altos costos limitan el acceso a internet, agravando las desigualdades. Temporalmente, se observa un aumento del 15% en el acceso a internet móvil, consolidándolo como el principal medio de conexión, aunque persisten rezagos significativos en zonas rurales. Los resultados destacan la influencia de factores como el nivel de ingresos, la urbanización, la educación y las políticas públicas. También se observa cómo la pandemia aceleró la digitalización, subrayando la urgencia de estrategias inclusivas. En conclusión, se propone invertir en infraestructura de banda ancha, implementar subsidios y diseñar programas educativos que fomenten la alfabetización digital, con el fin de cerrar la brecha digital en Colombia. Los esfuerzos coordinados entre gobiernos, empresas y comunidades, adaptando soluciones tecnológicas a las necesidades locales son fundamentales para garantizar el desarrollo equitativo y sostenible.

Palabras clave: Barreras tecnológicas, brecha digital, tecnología de la información, tecnología de la comunicación, acceso a la información.

Recibido: 21 de enero de 2025. Aceptado: 25 de febrero de 2025

Received: January 21st, 2025. Accepted: February 25th, 2025

Access to Information and Communication Technologies (ICT) in Colombian Households: 2019–2022

Abstract: This study examines access to Information and Communication Technologies (ICT) in Colombia from 2019 to 2022, highlighting the socioeconomic, geographic, and cultural disparities that contribute to the digital divide. ICTs are vital for development, yet their adoption is hindered, particularly in rural and low-income areas. Using data from the Colombian National Statistics Department (DANE), the research analyzes ICT penetration across different regions. The findings reveal significant disparities: over 50% of households in the Andean and Pacific regions have fixed internet, while the Amazon and Orinoquía regions have less than 20%. Rural areas face additional challenges, including poor infrastructure and high costs. Despite a 15% increase in mobile internet access, gaps persist. The study emphasizes the impact of income, urbanization, education, and public policy on digital access, and it notes that the pandemic accelerated digitalization. Recommendations include investing in broadband infrastructure, providing subsidies, and enhancing digital literacy programs. Collaborative efforts among governments, businesses, and communities are essential to bridging the digital divide and fostering sustainable development in Colombia.

Keywords: Technological barriers. Digital gap. Information technology. Communication technology. Access to information.

1. INTRODUCCIÓN

Las barreras en la usabilidad de la tecnología se pueden considerar desde dos enfoques: por un lado, surge desde las limitaciones inherentes a la tecnología, las cuales exigen un conocimiento básico e incluso, en algunos casos, requiere de una cualificación superior, especialmente cuando se trata de emplear información digital y aplicaciones electrónicas de hardware y software. Por otro lado, se encuentran las barreras originadas desde el acceso a la tenencia de los bienes y servicios vinculados a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), estas barreras pueden originar desigualdades socioculturales y limitaciones en el desarrollo económico entre las regiones de un país (Hernández & Morán, 2023).

Este último enfoque, motiva el desarrollo de un análisis exploratorio sobre la evolución de la tenencia de los bienes y servicios de las TIC en Colombia. Para ello, se realiza un análisis de corto plazo en el cual se contrastan las evidencias nacionales sobre la accesibilidad a las TIC de los hogares colombianos durante el periodo pre-pandemia (2019) y post-pandemia (2022). Este análisis utilizó la base de datos 'Indicadores básicos de TIC en Hogares' del Departamento Nacional de Estadística (DANE), y se analizó la tenencia de bienes y servicios TIC en los hogares de Colombia para el año 2019 y 2022.

La Figura 1 brinda las primeras evidencias de la carencia en la tenencia de bienes y servicios TIC en el país, para el año 2019, de la población encuestada, en promedio el 90% de los hogares cuenta con al menos un televisor, sin embargo, se evidencia que sólo el 25% tienen internet fijo y menos del 17% tienen computador de escritorio. En el caso del 2022, a pesar que en valores absolutos el comportamiento mejora, estas tienen una leve tendencia a disminuir, excepto en el caso de internet fijo y móvil, donde el porcentaje de hogares aumentaron la tenencia de este recurso. De allí, se comienza a dar indicios sobre la posible presencia de diferentes tipos de barreras para acceder a recursos tecnológicos que son fundamentales para la comunicación en el contexto actual.

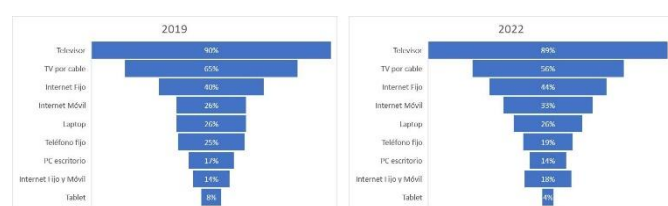


Figura 1. Promedio de hogares con tenencia de bienes y servicios TIC en Colombia (2019 y 2022)

Fuente: Elaboración propia con datos tomados del DANE

El acceso a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) es un factor determinante en el desarrollo socioeconómico de cualquier país. En el contexto colombiano, el acceso a estas tecnologías ha sido uno de los principales retos en los últimos años, principalmente por la magnitud y la diversidad de sus diferentes regiones (Hernández & Morán,

2017). Por tanto, resulta imperativo analizar y comprender la situación del acceso a las TIC en los hogares colombianos.

Uno de los propósitos fundamentales de esta investigación es presentar con base en modelos multivariados, los importantes avances en los siguientes entornos:

Transformación Tecnológica: Durante el periodo comprendido entre 2019 - 2022, Colombia ha experimentado avances significativos en infraestructura de telecomunicaciones, así como en la adopción de tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (IoT), la Inteligencia Artificial (IA) y el big data. Es esencial comprender cómo estos avances han impactado en el acceso a las TIC en los hogares colombianos y cómo estas tecnologías se han integrado, o no, en la vida cotidiana de la población (Hernández & Morán, 2017).

Brecha Digital: A pesar de los avances, persisten desafíos relacionados con la brecha digital, tanto en términos de acceso a la conectividad como en la habilidad para utilizar eficientemente las tecnologías disponibles (López Becerra, 2021). Es necesario investigar las disparidades en el acceso a las TIC entre áreas urbanas y rurales, así como entre diferentes regiones del país, con el fin de identificar posibles inequidades que permitan diseñar políticas públicas que promuevan la inclusión digital.

Impacto en la Educación y el Empleo: El acceso a las TIC tiene un impacto directo en este aspecto (López Becerra, 2021). Este estudio dará información pertinente que permitirá entender cómo la disponibilidad de tecnología en los hogares colombianos ha afectado el acceso a la educación en línea, la capacitación laboral y la búsqueda de empleo. Esto es especialmente relevante en el contexto de la pandemia de COVID-19, que ha acelerado la digitalización de la educación y el trabajo.

Políticas Pública: a partir del desarrollo de este trabajo se proporcionará información valiosa para la formulación, implementación y evaluación de políticas públicas relacionadas con el acceso a las TIC en Colombia. Esto incluye la identificación de áreas prioritarias de intervención, la asignación de recursos y la evaluación de los resultados de las políticas implementadas durante el periodo de estudio (Murillo Gualteros, 2013).

Contexto social: la adopción de Tecnología de la Información y la Comunicación en Colombia tienen un aporte importante en la cultura y el contexto de los hogares en Colombia (Vásquez-Pajuelo et al., 2020). Especialmente este estudio pretende comparar los efectos del COVID-19 y establecer el tipo de relación entre el contexto histórico con el acceso a la tecnología en Colombia.

Fuentes de información: los resultados aquí presentados brindan un panorama en cuanto a los bienes y servicios con mayor tenencia en los hogares de Colombia a partir de análisis estadísticos y modelos de visualización de datos, los cuales podrán ser de uso público.

Se pueden encontrar algunas investigaciones desarrolladas previamente sobre las TIC en Colombia; Valencia-Tello (2015) realiza una aproximación en su artículo de la manera en la que se ha desarrollado la implementación de las TIC en Colombia desde el año 2000 a través de los diferentes gobiernos y administraciones (Tello, 2015). Desde el sector empresarial, Ortega Ruiz (2014) realiza una descripción estadística de la adopción de las TIC en las empresas colombianas en su artículo ‘Inclusión de las TIC en la empresa colombiana’ (Ruiz, 2014). Desde el ámbito educativo, Cipagauta Moyano (2013), en su artículo ‘TIC en el aula: caso de estudio Colombia’, hace una revisión del panorama de los docentes en el uso de tecnología dentro de las aulas de clase, tanto en educación primaria, secundaria y universitaria (Moyano, 2023).

Con un enfoque diferente a los anteriormente mencionados, se hallan dos artículos referentes a la adopción de las TIC en las zonas rurales de Colombia. En el primero de ellos, ‘Inclusión Digital de comunidades rurales colombianas’ - Vega, O. (2015), aborda temas relacionados con la brecha e inclusión digital, universalización del acceso a las TIC, y obsolescencia tecnológica; todo esto considerando los contextos geográficos de las personas (Vega, 2014). Un segundo artículo que aborda una temática similar es ‘Uso, posesión y conocimiento de las TIC en jóvenes campesinos (Boyacá, Colombia).’ de los autores Acosta-Silva & Ávila. (2022), en donde se aborda la problemática de la brecha digital, desde uno de los departamentos con mayor ruralidad en Colombia, Boyacá, enfocándose principalmente en la frecuencia de uso de la tecnología en esta población (Acosta-Silva & Garzón, 2022).

En este sentido, este artículo pretende aborar la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las características del acceso a las Tecnologías de la información y comunicación (TIC) en los hogares de Colombia entre 2019 y 2022?.

Para responder a esta pregunta, se propone, explicar el acceso a bienes y servicios de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) de los hogares de Colombia en el periodo comprendido entre 2019 y 2022. De esta manera se describirá el acceso y la tenencia de bienes y servicios TIC a partir de factores geográficos. En segundo lugar, se validará estadísticamente el modelo propuesto relacionado con el acceso a las TIC en los periodos prepandemia y post pandemia. Por último se propone un tablero de visualización de los datos obtenidos sobre el acceso y la tenencia de bienes y servicios TIC bajo entorno Web.

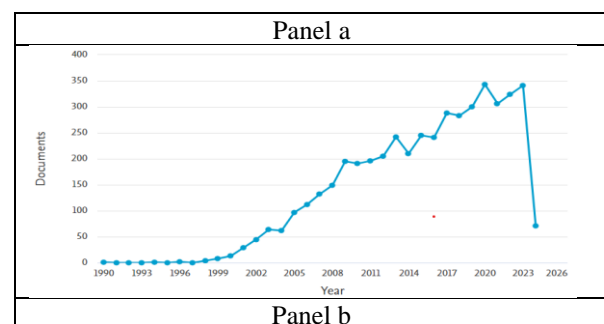
2. MARCO TEÓRICO

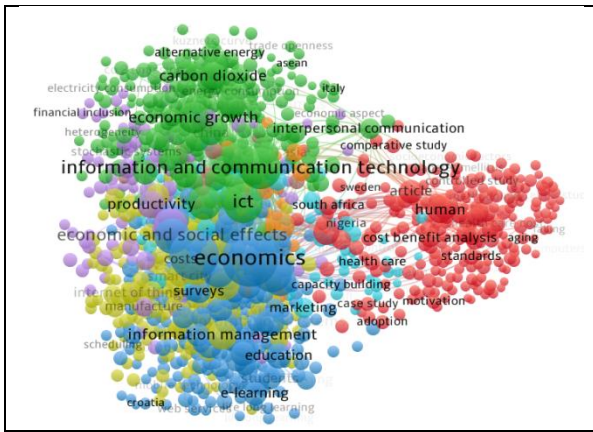
El estudio de los aspectos que determinan el desarrollo económico ha ocupado un puesto importante en la literatura científica, ya que, el objetivo final de las empresas y de las naciones es la generación continua de riqueza. De allí que, los cambios tecnológicos se establecen como un componente esencial para explicar los ciclos de los negocios y de las economías, pues conducen a nuevos métodos de producción y a diferencias competitivas. Por ende, el estudio de este aspecto es de suma importancia para los tomadores de decisiones y para los reguladores.

Las bases teóricas que consideran la tecnología y su incidencia en la economía tienen sus bases en las propuestas de los *neoschumpeterianos* al explicar el cambio técnico y su efecto en la innovación comercial y corporativa. Los seguidores de Joseph Schumpeter (1939), sugieren que la invención es la fase en la que la ciencia y la tecnología dan origen a un nuevo producto viable para su comercialización. En consecuencia, los desarrollos tecnológicos se transforman en una variable dependiente de la conducta previa (*path dependent*), de tal manera que, la incorporación del cambio técnico requiere conjugar una base de conocimientos explícitos y tácitos previos con diversas fuentes de experiencia práctica (Pérez, 2005).

Sumado a lo anterior, la apropiación de nuevo conocimiento que conduce a la innovación requiere transformaciones en la educación, dado que el capital humano es el pilar fundamental para el crecimiento económico. Este enfoque ha sido considerado en la literatura por diversos autores como Romer (1990), Aghion y Howitt (1992), los cuales consideran el cambio tecnológico como resultado de la inversión en investigación y desarrollo, del capital humano, y de la educación. Desde esta óptica el acceso a las TIC está sujeto a las estrategias que las naciones apliquen para combatir las barreras en la educación (Aghion, 1990; Change, 1990).

El estudio del acceso a las TIC ha tenido un interés incremental a nivel internacional, en especial a partir del 2005, el análisis arrojado por *scopus* evidencia 4700 documentos que se han publicado entre los años 1990 y 2024 (ver Figura 2 panel a). La caída en el 2024 de las publicaciones en este ámbito se debe a que solo se reflejan los resultados hasta marzo de dicho año. El campo de análisis es amplio, ya que, al utilizar el software *Vosviewer* se identifica un fuerte relacionamiento con diferentes áreas de conocimiento entre las que destaca crecimiento económico, administración de la información y educación, entre otras áreas de interés (ver Figura 2 panel b). Esta evidencia marca la relevancia del objeto de estudio del presente trabajo.





Fuente: elaboración propia

Algunas investigaciones teóricas y empíricas han ampliado este enfoque, evidenciando las brechas entre las naciones y las empresas. Según Antonelli & Feder (2020) el surgimiento de las nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) han hecho del conocimiento el factor más relevante en los países industrializados. Las grandes brechas entre los países avanzados y los países en vías de industrialización en la dotación de conocimiento han generado cambios en las decisiones de inversión de las empresas hacia un mayor uso de activos intangibles (Antonelli & Feder, 2020).

En la misma línea, pero, dando prioridad a la conducta empresarial se encuentran las propuestas de Bessen (2020) y Forman & Goldfarb (2022) quienes concuerdan que, los recursos ofrecidos por las TIC incrementan la cuota de participación de las empresas que los poseen, generando una elevada concentración en la estructura de mercado, dominado por pocas empresas, cuya ventaja competitiva sostenida se basa en las externalidades de la red y los mercados digitales (Bessen, 2020; Forman & Goldfarb, 2020). Kemp (2022) sostiene que la mayoría de las contribuciones, alrededor del impacto que tiene el cambio tecnológico sobre la evolución económica, se han centrado en las complejidades de los procesos superpuestos de descubrimiento, innovación y difusión tecnológica (Kemp-Benedict, 2022). La coexistencia de varios sectores económicos implica el uso de diversas tecnologías, lo cual exige una gama de habilidades que complejizan la apropiación del conocimiento sobre estas, ya que, en muchos casos requiere de un conocimiento especializado. De allí que las TIC han surgido y proliferado rápidamente en las últimas décadas y han sido reconocidas como facilitadoras del desarrollo sostenible (Ndoya et al., 2023).

Según algunas investigaciones, las empresas que dependen en gran medida de las TIC pueden alcanzar altos niveles de producción. Sumado a esto, en palabras de Ahmad (2023) las TIC han contribuido significativamente al crecimiento económico tanto de los países en desarrollo como en vía de desarrollado, impactando directamente en la demanda de energía, la producción y la eficacia de los recursos energéticos (Ahmad et al., 2023).

En el caso de Colombia, se reconoce la importancia de esta línea de trabajo al definir desde la regulación el marco jurídico que lo soporta. La normatividad colombiana define las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (en adelante TIC) “como el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como voz, datos, texto, video e imágenes” como se plantea en el Art. 6 Ley 1341 de 2009 (Camargo, 2009). En el Título IV de esta misma jurisprudencia define los lineamientos relacionados con la promoción al acceso y uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones, en el cual establece un Fondo Único de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, que tiene entre sus funciones “financiar planes, programas y proyectos para promover prioritariamente el acceso universal a servicios TIC comunitarios en zonas rurales y urbanas, que priorice la población pobre y vulnerable” como se plantea en el Art. 35 Ley 1341 de 2009 (Camargo, 2009).

A pesar de los esfuerzos por fomentar la cultura de las TIC en Colombia, este espectro resulta aún retador para los gobiernos desde su base, especialmente en las zonas rurales. De acuerdo con Gallardo Cabrera y colaboradores, (2024): ‘Un alto porcentaje de persona en áreas rurales no puede definir o ejemplificar el término "ciencia", lo que sugiere que este concepto no está presente en su vida cotidiana.’ (Cabrera et al., 2024).

La ampliación del concepto tanto en Colombia como a nivel internacional complejiza el análisis e incentiva el desarrollo de investigaciones con el fin de proponer soluciones sostenibles y eficientes. Las investigaciones en este campo se han dado desde varias aristas: desde el ámbito jurídico los estudios se han concentrado en mostrar la necesidad de contar con un marco normativo que proteja a los agentes de mercado, desarrollando una línea de estudio desde la ciberseguridad. En este campo se encuentran propuestas que consideran el acceso a las TIC como un derecho, tal como Bonilla (2016), al asumir el acceso a internet como un derecho social que debe ser satisfecho con prestaciones públicas. Para ello, el autor toma el marco jurídico de Costa Rica realizando un llamado a la búsqueda de soluciones que permitan disminuir las barreras de acceso a estos recursos (Bonilla, 2016). En la misma línea se encuentran otros autores, que incluyen no sólo el internet, sino todas las componentes de las TIC, como es el caso de Pocaterra (2019), en su trabajo titulado: “El derecho humano al acceso y uso de las TIC como derecho habilitante”. Este estudio fundamenta su discusión en la necesidad que tienen las poblaciones para acceder a las TIC, debido a su papel fundamental en el desarrollo de las sociedades (Pocaterra, 2019).

La misión de la Unesco está alineada con el fomento del acceso universal a la información y el conocimiento mediante las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Alcanzar dicho objetivo brinda una ampliación al conocimiento, al desarrollo económico y social equitativo. En este marco, este organismo publicó un documento, titulado: “Directrices para políticas de desarrollo y promoción del acceso abierto” (Miao et al., 2023) con la intención de ofrecer

una ruta que asesora a los decisores y legisladores, a nivel nacional e internacional para el diseño de estrategias orientadas a políticas, basadas en la promoción y el desarrollo de infraestructuras.

Según datos de la CEPAL (2020), en 2019 un tercio de la población de América latina y el Caribe tiene acceso limitado o no cuenta con tecnologías digitales. En contraste un 66,7% cuenta con este recurso, el dato diferencial es causado por diversas condiciones, entre las que se destacan: aspectos económicos y sociales, la edad y la ubicación geográfica.

Las diferencias de acceso en las zonas geográficas marcan de manera significativa la brecha y los retos que deben cubrir los gobiernos. En la región analizada por la CEPAL en las zonas rurales, solo el 23% de ellos están conectados a internet, mientras que la cobertura en las zonas rurales alcanza dos tercios de la población. A este contexto se suma la baja velocidad en la que los gobiernos cubren las necesidades de conexión, promoviendo la exclusión de un amplio número de hogares e inhabilitando el uso de soluciones digitales de teletrabajo y educación en línea.

La conexión a internet móvil y fijo es uno de los indicadores en los que han puesto su atención las instituciones internacionales. La CEPAL, en su informe considera importante “Universalizar el acceso a las tecnologías digitales para enfrentar los efectos del COVID-19”. Para ello se hace un diagnóstico sobre la asequibilidad de Internet fija y móvil por quintil de ingreso, para el año 2019. El estudio cubre 11 países de América Latina donde el costo de la Banda Ancha para el Desarrollo Sostenible se identifica como variable referente para clasificar un servicio de Internet como asequible (ver Figura 3). En la mayoría de los casos el internet móvil tiene un costo superior al fijo, Colombia se encuentra entre los países con esta característica, lo cual implica una barrera adicional, en especial por la gran funcionalidad que permite la usabilidad de internet móvil en el ámbito laboral.

Con el objetivo de disminuir las brechas entre los grupos afectados por las barreras de acceso la CEPAL (2020) propone cinco líneas de acción:

1. Universalizar el acceso para una sociedad digital inclusiva
2. Impulsar la transformación productiva
3. Promover confianza y seguridad digital
4. Fortalecer la cooperación digital regional (eLAC)
5. Un nuevo modelo de gobernanza

En este contexto, el acceso exige tanto una buena infraestructura digital, la obtención de la tecnología y el conocimiento de la manera como se puede aplicar, de allí que la formación en la usabilidad de las tecnologías digitales que promuevan la innovación, el fortalecimiento empresarial y del crecimiento privado (CEPAL, 2020).

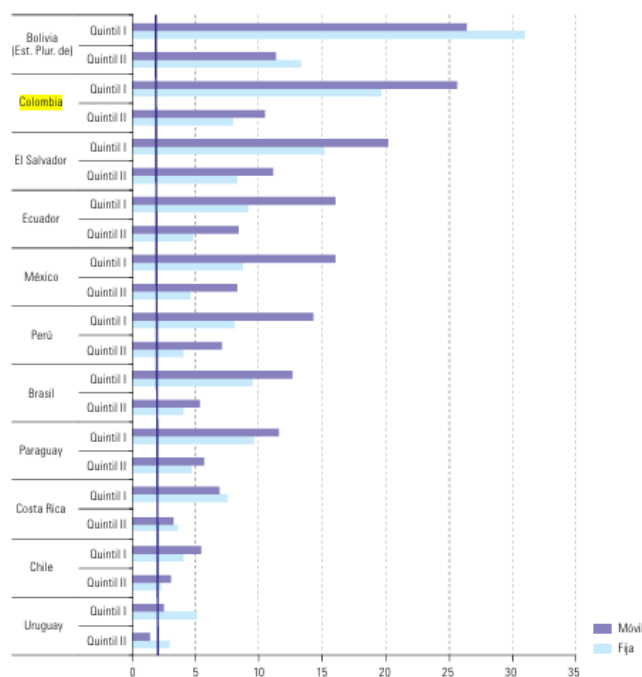


Figura 3. América Latina (11 países): asequibilidad de Internet fija y móvil por quintil de ingreso, 2019 (En porcentajes del ingreso de los hogares)

Fuente: Tomado de (CEPAL, 2020)

Todo el proceso exige la participación activa de los diferentes agentes de la economía: gobierno, como líder de los procesos de transformación en infraestructura y marca la ruta jurídica que brinde protección a la información de los diferentes participantes del mercado; las empresas que a través de inversiones en Innovación, Investigación y Desarrollo proponen nuevos cambios en los ecosistemas digitales y de las estrategias de gobernanza; y las familias que deben adquirir el compromiso por tener una inserción activa en el uso de los componentes que conforman las TIC (CEPAL, 2020).

Estas líneas de trabajo incentivan un mayor acceso de los hogares en términos de conectividad en la tecnología de la información y la comunicación. Entre los campos de acción se destaca la ampliación de la cobertura de banda ancha fija, lo cual está alineado con la universalidad del acceso a los recursos digitales. De igual manera, busca que los gobiernos aporten en mejorar la velocidad de conexión en banda ancha móvil, con el objetivo de mejorar las eficiencias en comunicación, en especial a nivel corporativo.

3. METODOLOGÍA

La investigación sigue un enfoque cuantitativo con un diseño observacional de fuentes secundarias tomadas de la encuesta de hogares realizada por el DANE, para los periodos 2019, 2022. En esta base se identificaron variables que sirven como herramientas para describir el comportamiento del acceso a las TIC en Colombia, como se indica en la Tabla 1, las variables consideradas son de tipo cuantitativo y cualitativo. En ella se identificaron equipos tecnológicos y tipo de comunicación que apoyan el acceso a la información.

Tabla 1. Variables de análisis en el acceso a las TIC en Colombia

| Variable | Tipo de variable | Factores |
|-----------------------|------------------|-------------------|
| Departamento | Cualitativa | sociodemográficas |
| Área | Cualitativa | sociodemográficas |
| Total hogares | Cuantitativa | sociodemográficas |
| Televisor | Cuantitativa | Tecnología |
| TV por cable | Cuantitativa | Comunicación |
| PC escritorio | Cuantitativa | Tecnología |
| Laptop | Cuantitativa | Tecnología |
| Tablet | Cuantitativa | Tecnología |
| Teléfono fijo | Cuantitativa | Comunicación |
| Internet Fijo | Cuantitativa | Comunicación |
| Internet Móvil | Cuantitativa | Comunicación |
| Internet Fijo y Móvil | Cuantitativa | Comunicación |

El desarrollo de la investigación constó de las siguientes fases:

Fase I

Se realizó un acercamiento a la información, donde en primer lugar, se hizo limpieza de la base de datos, con el objetivo de depurar la información. Se identificó si era necesario adicionar nuevas variables que permitiera dar respuesta al objetivo planteado.

En segundo lugar, una vez se identificaron las variables y se contó con la base integrada, se abordó un análisis de estadística descriptiva que permitió describir el acceso y la tenencia de bienes y servicios TIC a partir de factores geográficos. En esta fase, el análisis se realizó a las variables individuales y se hizo una identificación preliminar de las relaciones entre las variables.

Fase II

En esta fase se abordó el análisis explicativo entre las variables. Para ello se planteó un diagrama que describe el acceso a las TIC en función de tres factores: características sociodemográficas, tipos de tecnologías y herramientas de comunicación.

Se evaluaron diferentes modelos explicativos y predictivos basados en machine learning:

Selección de la variable dependiente: se selecciona una variable que representa el nivel de acceso a las TIC, como "Porcentaje de hogares con acceso a Internet" o "Porcentaje de hogares con al menos una computadora".

Selección de las variables independientes:

Departamento: Se codifican los diferentes departamentos como variables dummy. Esto te permite observar cómo el departamento afecta al acceso a las TIC en comparación con un departamento de referencia.

Área: Mediante una variable binaria para representar si un hogar está en un área urbana o rural.

Total de hogares: Se espera que, a mayor número de hogares, mayor acceso a las TIC.

Variables predictoras de acceso a las TIC: Televisor, TV por cable, PC de escritorio, Laptop, Tablet, Teléfono fijo, Internet fijo, Internet móvil, Internet fijo y móvil.

Una vez que se ha estimado el modelo, se evaluó la bondad de ajuste y la significancia de los coeficientes. Para ello se utilizaron pruebas estadísticas como el coeficiente de determinación, las pruebas F y pruebas *chi-cuadrado* para evaluar la importancia de las variables predictoras. En la comparación entre los modelos se utilizó el criterio de Akaike para identificar aquél de mayor ajuste y los indicadores de sensibilidad, especificidad y precisión.

Fase III

En la fase final se realizó un dashboard, para lo cual se consideraron los siguientes aspectos:

Se escogió Tableau plataforma para desarrollar el Dashboard. Con el objetivo de que la visualización sea entendible y de fácil usabilidad se diseñó la estructura del dashboard.

Se realizaron pruebas que evidencien la funcionalidad del dashboard.

4. RESULTADOS

Se identificó que la base de datos está bien parametrizada y las variables son adecuadas por lo que se procedió con una estrategia de análisis descriptivo y multivariado, para este fin se utilizaron las herramientas Jamovi y RStudio.

Se analizaron las tres variables: año, región y área. No se trabajó con la media ya que son valores no paramétricos. Se utilizarán diagramas de barras para mostrar los resultados de este análisis. En la Tabla 2 se presenta el Análisis de Varianza ANOVA utilizando un test no paramétrico de *Kruskall-Wallis* que relaciona el grado de uso de herramientas tecnológicas

TIC en función de las diferentes regiones. La representación gráfica de esta Tabla ANOVA se presenta en la Figura 4.

Tabla 2: representación tabular del análisis de varianza a través de test de *Kruskal-Wallis*.

ANOVA de un factor

Kruskal-Wallis

| | χ^2 | gl | p |
|-----------------------|----------|----|--------|
| Televisor | 59.34 | 4 | < .001 |
| TV por cable | 6.30 | 4 | 0.178 |
| PC escritorio | 23.12 | 4 | < .001 |
| Laptop | 14.77 | 4 | 0.005 |
| Tablet | 21.54 | 4 | < .001 |
| Teléfono fijo | 28.38 | 4 | < .001 |
| Internet Fijo | 33.03 | 4 | < .001 |
| Internet Móvil | 9.73 | 4 | 0.045 |
| Internet Fijo y Móvil | 29.51 | 4 | < .001 |

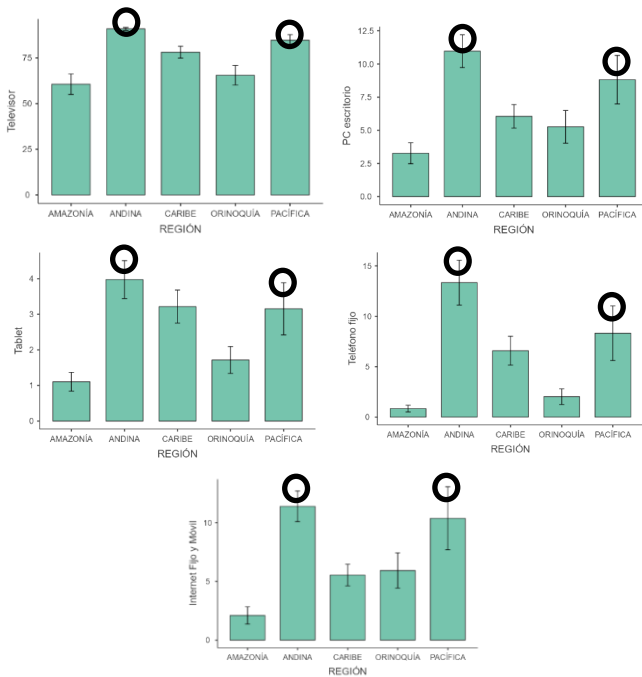


Figura 4: representación gráfica de la apropiación de los diferentes artefactos tecnológicos TIC en función de los departamentos de Colombia.

De acuerdo a la Figura 4, La mayoría de las variables muestran diferencias estadísticamente significativas entre las regiones ($p\text{-value} < 0.05$). Esto indica que el uso de estas tecnologías varía significativamente de una región a otra. Exceptuando TV por cable, todas las demás variables presentan diferencias significativas. Esto sugiere que el acceso y uso de otras tecnologías, como internet y dispositivos móviles, es más heterogéneo entre las regiones.

El análisis descriptivo revela marcadas diferencias en el acceso a bienes y servicios TIC entre las diversas regiones de Colombia. Las regiones Andina y Pacífica mostraron mayores

tasas de penetración tecnológica, destacándose en el acceso a internet fijo y móvil, así como en la tenencia de laptops.

Por el contrario, las regiones Amazonía y Orinoquía presentaron las tasas más bajas en casi todos los indicadores analizados, reflejando una disparidad significativa.

En cuanto a las áreas geográficas, los hogares ubicados en cabeceras municipales evidenciaron un mayor acceso a todos los bienes y servicios TIC analizados en comparación con los de zonas rurales. Esta disparidad fue particularmente notable en el caso de internet fijo, cuya penetración en áreas rurales sigue siendo limitada. En todos los resultados la región Andina y Pacífica siempre tuvieron mayores tasas de uso y penetración de las TIC's respecto a las otras zonas de Amazonía, Caribe y Orinoquía. Es importante aclarar que la región Andina concentra todas las principales ciudades del eje cafetero, Bogotá, Medellín, entre otras. Por su parte la región pacífica concentra a ciudades como Calí, Pasto y Popayán. Todos los resultados presentaron diferencias estadísticas significativas.

Análisis Multivariado:

Se realiza un análisis de componentes principales canónicas (CPCA), una técnica estadística multivariada utilizada para analizar la relación entre dos conjuntos de variables.

Se contrastan los datos de dos años (2019 y 2022) en relación con el uso de diferentes tecnologías (televisor, TV por cable, PC, laptop, tablet, teléfono fijo, internet fijo y móvil). En la Figura 5 se presenta el resultado obtenido del discriminante canónico relacionando la comparación entre los años 2019 y 2022.

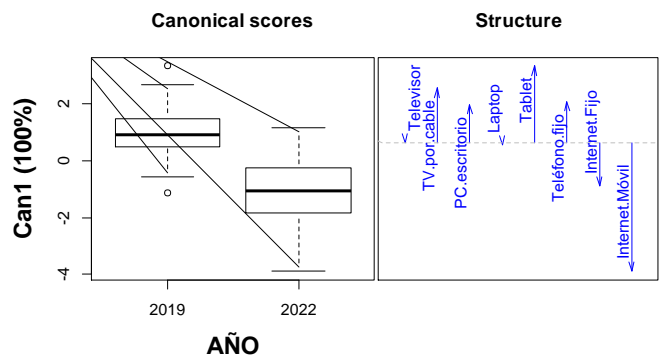


Figura 5: discriminante canónico que relaciona la apropiación de diferentes dispositivos TIC respecto a los años en los que se hace el análisis.

El modelo fue capaz de identificar correctamente el 95.38% de los datos correspondientes al 2019 y al 2022.

La Figura 5 indica un cambio en los patrones de uso, las variables que apuntan en la misma dirección de la puntuación canónica tienen una asociación positiva con ella, es decir, que en 2019 se tenía un mayor uso de TV por cable, PC de escritorio, Tablet y teléfono fijo. Mientras que las que apuntan en direcciones opuestas tienen una asociación negativa. Esto indica que el uso de Televisor, Laptop, y, en mayor medida, internet fijo y móvil están más asociados con el 2022.

La comparación temporal indica un crecimiento moderado en la tenencia de dispositivos como laptops e internet móvil entre 2019 y 2022. En particular, el acceso a internet móvil creció un 15%, consolidándose como el medio de conexión predominante. Sin embargo, este crecimiento no se refleja uniformemente en todo el territorio nacional, ya que las áreas rurales continúan rezagadas.

La tenencia de televisores y televisión por cable no registró variaciones significativas, lo que sugiere que estos bienes han alcanzado un nivel de saturación en los hogares colombianos.

En general, el análisis de componentes principales de la Figura 5 (ACP) evidenció que las variables asociadas al acceso a internet fijo y móvil contribuyeron significativamente a explicar las diferencias entre los patrones de uso de TIC en los periodos analizados. Además, el ACP confirmó que el acceso a tecnologías emergentes como laptops y tablets está más relacionado con el año 2022, mientras que dispositivos como televisores y PCs de escritorio se asocian más con 2019.

Al igual que para la diferenciación en años, en la Figura 6 se presenta el discriminante canónico considerando las diferentes regiones analizadas (Amazonía, Andina, Caribe, Orinoquía y Pacífico).

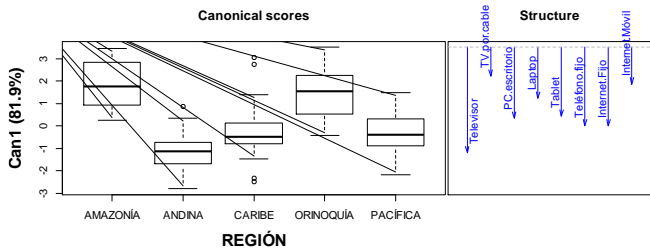


Figura 6: discriminante canónico que relaciona la apropiación de diferentes dispositivos TIC respecto a las regiones en Colombia en los que se hace el análisis.

El modelo fue capaz de identificar correctamente el 56.15% de los datos correspondientes a las diferentes regiones.

El hecho de que los *boxplots* para cada región estén separados sugiere que existe una diferencia significativa en el uso de tecnologías entre estas regiones (Figura 6 – Canonical Score). Cada región presenta un patrón distintivo en el uso de tecnologías, reflejado en sus puntuaciones canónicas. Por último en la Figura 7 se presenta el discriminante canónico pero considerando si los hogares se encuentran en la cabecera o los centros poblados

En la Figura 7 se presenta el discriminante canónico considerando variables geográficas: cabeceras, y centros poblados y rural disperso.

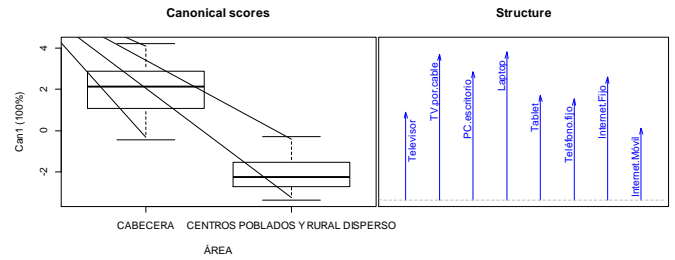


Figura 6: discriminante canónico que relaciona la apropiación de diferentes dispositivos TIC respecto a las regiones en Colombia en los que se hace el análisis.

El modelo fue capaz de identificar correctamente el 95.38% de los datos correspondientes a las diferentes áreas.

En la Figura 7 se puede evidenciar también la existencia de una gran heterogeneidad en el uso de tecnologías entre las diferentes áreas. Si bien todas las variables están mayormente asociadas a Cabecera, lo que indica que en esta área hay mayor tenencia de todos los bienes y servicios analizados, algunos como TV por cable y laptop tienen una asociación mucho mayor con las Cabeceras, mientras que Televisor e Internet móvil muestran una menor asociación al área geográfica.

A nivel regional, las puntuaciones canónicas muestran que las regiones urbanas tienen un perfil tecnológico más diversificado, mientras que las regiones rurales mantienen patrones más tradicionales de uso, con menor integración de tecnologías digitales avanzadas.

Los resultados sugieren que las brechas tecnológicas entre regiones y áreas geográficas persisten debido a factores socioeconómicos, como la desigualdad de ingresos, y geográficos, como la dificultad de implementar infraestructura en zonas remotas. Estos hallazgos subrayan la necesidad de políticas públicas enfocadas en la equidad digital.

Visualización Interactiva:

Para visualizar los resultados de una manera más gráfica, se realizó un *dashboard* utilizando la herramienta en línea Tableau, este permite evidenciar igualmente la brecha en el acceso a los bienes y servicios TIC ya descritos anteriormente entre las diferentes regiones de Colombia, como también la tendencia entre los dos años evaluados (2019 y 2022). Una visualización del cuadro de mando se presenta en la Figura 8, sin embargo el link de consulta se presenta al pie de página de la Figura 8.

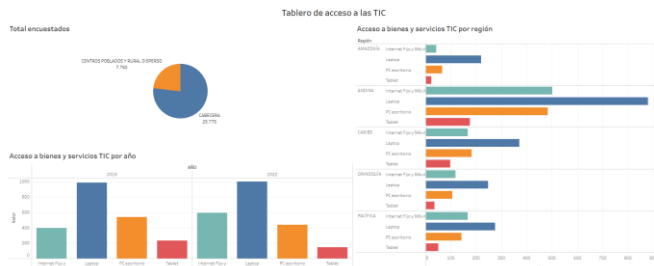


Figura 8: visualización del cuadro de mando o *dashboard* sobre la apropiación de las TICs.

Enlace al *dashboard*:

<https://public.tableau.com/app/profile/santiago.cardona.pineda/viz/TablerodeaccesoalasTIC/Dashboard1#1>

5. DISCUSIÓN

El análisis descriptivo revela marcadas diferencias en el acceso a bienes y servicios TIC entre las diversas regiones de Colombia. Las regiones Andina y Pacífica mostraron mayores tasas de penetración tecnológica, destacándose en el acceso a internet fijo y móvil, así como en la tenencia de laptops. Por ejemplo, en estas regiones, más del 50% de los hogares reportaron acceso a internet fijo en 2022, en contraste con menos del 20% en la Amazonía y Orinoquía (CEPAL, 2020). Esta disparidad refleja tanto barreras de infraestructura como desigualdades socioeconómicas persistentes.

En cuanto a las áreas geográficas, los hogares ubicados en cabeceras municipales evidenciaron un mayor acceso a todos los bienes y servicios TIC analizados en comparación con los de zonas rurales. Esta disparidad fue particularmente notable en el caso de internet fijo, cuya penetración en áreas rurales sigue siendo limitada, con solo un 10% de hogares conectados, frente al 45% en cabeceras, según lo reportado por la UNESCO en el 2023.

La comparación temporal indica un crecimiento moderado en la tenencia de dispositivos como laptops e internet móvil entre 2019 y 2022. En particular, el acceso a internet móvil creció un 15%, consolidándose como el medio de conexión predominante (CEPAL, 2020). Este incremento estuvo impulsado por iniciativas gubernamentales de subsidios al acceso móvil en zonas vulnerables (Cabrera et al., 2024).

La tenencia de televisores y televisión por cable no registró variaciones significativas, lo que sugiere que estos bienes han alcanzado un nivel de saturación en los hogares colombianos. Esto se alinea con las tendencias observadas en otros países de América Latina, donde los servicios de streaming han comenzado a reemplazar a la televisión por cable (Bessen, 2020).

El análisis de componentes principales (ACP) evidenció que las variables asociadas al acceso a internet fijo y móvil contribuyeron significativamente a explicar las diferencias entre los patrones de uso de TIC en los periodos analizados. Además, el ACP confirmó que el acceso a tecnologías emergentes como laptops y tablets está más relacionado con el

año 2022, mientras que dispositivos como televisores y PCs de escritorio se asocian más con 2019. Esto indica un cambio en las preferencias tecnológicas, posiblemente acelerado por la pandemia de COVID-19 (Ahmad et al., 2023).

Los resultados sugieren que las brechas tecnológicas entre regiones y áreas geográficas persisten debido a factores socioeconómicos, como la desigualdad de ingresos, y geográficos, como la dificultad de implementar infraestructura en zonas remotas. En las regiones rurales, la geografía juega un rol crucial al dificultar la instalación de redes de telecomunicaciones debido a la topografía accidentada y la baja densidad poblacional. Estos factores incrementan los costos de implementación y reducen los incentivos económicos para las empresas proveedoras de servicios. Además, la limitada disponibilidad de energía eléctrica y carreteras en ciertas zonas exacerba las dificultades, restringiendo el acceso a tecnologías básicas como internet fijo y dispositivos electrónicos. En particular, el costo promedio del internet móvil en zonas rurales es un 25% mayor que en las áreas urbanas, lo que limita su asequibilidad (CEPAL, 2020). Estos hallazgos subrayan la necesidad de políticas públicas enfocadas en la equidad digital, como la expansión de la infraestructura de banda ancha.

El nivel de ingresos desempeña un papel fundamental en la penetración tecnológica y la adopción temprana de innovaciones. Las regiones con mayores ingresos per cápita suelen mostrar un acceso robusto a las tecnologías digitales, permitiendo a los individuos integrar estas herramientas en su vida diaria (Van Dijk, 2006). Por el contrario, la desigualdad económica exacerba la brecha digital, ya que las disparidades en la riqueza restringen el acceso tecnológico para las poblaciones de menores ingresos. El desarrollo económico amplifica estos patrones: las áreas con economías más desarrolladas no solo cuentan con una mejor infraestructura tecnológica, sino que también generan una mayor demanda de servicios digitales (Bessen, 2020).

La urbanización influye significativamente en el acceso a las telecomunicaciones y la adopción de tecnologías. Las áreas urbanas tienden a ofrecer una mayor disponibilidad de redes de internet y móviles debido a la concentración poblacional y las actividades económicas (Ndoya et al., 2023). En contraste, la calidad y disponibilidad de la infraestructura, como las redes de banda ancha, impactan directamente en las zonas rurales. Los desafíos geográficos, como los terrenos montañosos, incrementan los costos y la complejidad de implementar infraestructura digital en localidades remotas, dejando a estas regiones desatendidas tecnológicamente (Mendoza & Briones, 2023).

La educación está estrechamente vinculada con la alfabetización digital y la disposición para adoptar nuevas tecnologías. Las poblaciones con mayores niveles educativos tienen más probabilidades de utilizar herramientas digitales de manera efectiva (Levy-Leboyer & Prieto, 1997). Las normas culturales y los valores también influyen en la percepción y el uso de tecnologías. Por ejemplo, mientras que en algunas sociedades el uso de dispositivos móviles se considera indispensable, en otras se percibe como intrusivo. Además, los

hábitos de consumo, particularmente en entretenimiento y medios, moldean las preferencias por tecnologías específicas, con variaciones regionales significativas.

Las regulaciones gubernamentales y las políticas públicas son fundamentales para cerrar la brecha digital. Los subsidios para el acceso a internet y dispositivos accesibles pueden empoderar a los grupos económicamente desfavorecidos, fomentando una mayor inclusión. La inversión en infraestructura digital, particularmente en regiones rurales y desatendidas, es vital para garantizar un acceso tecnológico equitativo (CEPAL, 2020).

Las crisis globales, como pandemias, también pueden acelerar o dificultar la adopción tecnológica. La pandemia de COVID-19, por ejemplo, destacó la necesidad de herramientas digitales para la educación y el trabajo, catalizando cambios rápidos en el uso de tecnologías a nivel mundial (Ahmad et al., 2023).

6. CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio destacan que el acceso a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en Colombia sigue marcado por profundas desigualdades socioeconómicas, geográficas y culturales. Estas desigualdades limitan las oportunidades de inclusión digital en regiones rurales y poblaciones de bajos ingresos, perpetuando la brecha digital. Aunque se han observado avances en el acceso a internet móvil y en la tenencia de dispositivos digitales entre 2019 y 2022, las disparidades persisten, especialmente en regiones remotas y comunidades vulnerables.

Abordar estas brechas requiere un enfoque integral que combine políticas públicas inclusivas, inversión en infraestructura tecnológica y programas educativos que fomenten la alfabetización digital. La implementación de estrategias como subsidios al acceso a internet, desarrollo de redes de banda ancha en áreas rurales y la promoción de dispositivos asequibles podría cerrar estas brechas y garantizar una conectividad equitativa. Además, es crucial que los gobiernos consideren las particularidades culturales y sociales de cada región, adaptando las soluciones tecnológicas a las necesidades locales.

Este estudio subraya la importancia de la cooperación entre gobiernos, sector privado y comunidades para superar los obstáculos que limitan el acceso a las TIC. Solo a través de esfuerzos coordinados se podrá garantizar que los beneficios de la tecnología lleguen a todos los sectores de la población, impulsando un desarrollo social y económico más equitativo en Colombia.

7. REFERENCIAS

- Acosta-Silva, D. A., & Garzón, L. I. Á. (2022). Uso, posesión y conocimiento de las TIC en jóvenes campesinos (Boyacá, Colombia). *Estudios Rurales. Publicación Del Centro de Estudios de La Argentina Rural*, 12(26).
- Aghion, P. (1990). *A model of growth through creative destruction*.
- Ahmad, M., Kuldashaeva, Z., Nasriddinov, F., Balbaa, M. E., & Fahlevi, M. (2023). Is achieving environmental sustainability dependent on information communication technology and globalization? Evidence from selected OECD countries. *Environmental Technology & Innovation*, 31, 103178.
- Antonelli, C., & Feder, C. (2020). The new direction of technological change in the global economy. *Structural Change and Economic Dynamics*, 52, 1–12.
- Bessen, J. (2020). Industry concentration and information technology. *The Journal of Law and Economics*, 63(3), 531–555.
- Bonilla, H. M. (2016). El acceso a Internet como derecho fundamental. *Revista Jurídica IUS Doctrina*, 9(15).
- Cabrera, C. G., Castaño, M. M., Quintero, D. J. G., Rivera, M. A. Q., & Posada, L. M. C. (2024). Percepciones de Ciencia, Tecnología e Innovación en la Ruralidad: Comparación de la III Encuesta Nacional con una Encuesta Piloto Realizada en una Comunidad Caficultora de Ituango. *Revista Innovación Digital y Desarrollo Sostenible-IDS*, 5(1), 87–96.
- Camargo, S. R. M. (2009). Ley de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones-TIC. *Diálogos de Saberes: Investigaciones y Ciencias Sociales*, 31, 49–72.
- CEPAL, N. U. (2020). *Universalizar el acceso a las tecnologías digitales para enfrentar los efectos del COVID-19*.
- Change, E. T. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 2.
- Forman, C., & Goldfarb, A. (2020). *Concentration and agglomeration of IT innovation and entrepreneurship: Evidence from patenting*. National Bureau of Economic Research.
- Hernández, R., & Morán, J. (2017). Acceso a las TIC en Colombia y su contexto global. *Ingeniería y Desarrollo*, 35(1), 1–4. https://scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-34612017000100001&script=sci_arttext
- Hernández, R., & Morán, J. (2023). Barriers to digital inclusion: Challenges of access and usability in information technologies. *IEEE Technology and Society Magazine*, 42(1), 34–45. <https://doi.org/10.1109/teem.2023.123456>
- Kemp-Benedict, E. (2022). A classical-evolutionary model of technological change. *Journal of Evolutionary Economics*, 32(4), 1303–1343.
- Levy-Leboyer, C., & Prieto, J. M. (1997). *Gestión de las competencias*. Gestión Barcelona.
- López Becerra, Y. A. (2021). La brecha digital en la educación en zonas rurales. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)*. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/63132/yalopezb.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

Mendoza, C. E. P., & Briones, L. A. A. (2023). Estándares de la UNESCO en el uso de las TIC en los docentes de la Unidad Educativa Atahualpa. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(5), 507–519.

Miao, F., Hinostroza, J. E., Lee, M., Isaacs, S., Orr, D., Senne, F., Martínez, A.-L., Song, K.-S., Uvarov, A., & Holmes, W. (2023). *Directrices para la formulación de políticas y planes maestros de TIC en educación*.

Moyano, M. E. C. (2023). Las TIC en el aula: caso de estudio Colombia. *TECHNO REVIEW. International Technology, Science and Society Review/Revista Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad*, 13(1), 27–47.

Murillo Gualteros, C. M. (2013). *Análisis de la política pública de TIC de Colombia y su incidencia en la educación*. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/15325>

Ndoya, H., Okere, D., laure Belomo, M., & Atangana, M. (2023). Does ICTs decrease the spread of informal economy in Africa? *Telecommunications Policy*, 47(2), 102485.

Pérez, C. (2005). Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecnoeconómicos. *Tecnología y Construcción*, 21(1).

Pocaterra, M. M. (2019). El derecho humano al acceso y uso de las TIC como derecho habilitante. *Revista de La Facultad de Derecho de México*, 69(274), 550.

Ruiz, C. A. O. (2014). Suma de Negocios. *Suma de Negocios*, 5(10), 29–33.

Tello, D. C. V. (2015). Implementación de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en Colombia. *Revista de Derecho, Comunicaciones y Nuevas Tecnologías*, 14, 5.

Van Dijk, J. A. G. M. (2006). Digital divide research, achievements and shortcomings. *Poetics*, 34(4–5), 221–235.

Vásquez-Pajuelo, L., Vila-Gómez, D. A., & Tuesta-Vila, J. A. (2020). Habilidades blandas y el impacto de la covid-19 en la educación superior. *Review of Global Management*, 6(1), 41–49.

Vega, O. A. (2014). Inclusión digital de comunidades rurales colombianas. *Madrid, Universidad Pontificia de Salamanca, Facultad de Informática, Doctorado En Ingeniería Informática: Sociedad de La Información y El Conocimiento*, 158, 29–45.