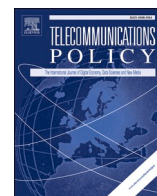




Listas de contenidos disponibles en [Ciencia Directa](#)

Política de Telecomunicaciones

revista Página de inicio: www.elsevier.com/locate/telpol



La brecha digital entre estudiantes de secundaria en Colombia

Federico Andrés Mendoza Lozano^{a,*}, José Wilmar Quintero Peña^b,
José Félix García-Rodríguez^c

^aDepartamento de Ciencias Básicas, Institución Universitaria Politécnica Grancolombiano, Bogotá, Colombia

^bDepartamento de Negocios y Desarrollo Internacional, Institución Universitaria Politécnica Grancolombiano, Bogotá, Colombia

^cDivisión Académica de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Ciudad de México, México

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Palabras clave:

Divisoria digital
Colombia
prueba de secundaria
Escuela secundaria

ABSTRACTO

A partir de la extracción de información de las Pruebas Saber 11 realizadas por estudiantes de secundaria próximos a finalizar ese período educativo en Colombia, se analiza la evolución de la brecha digital en el tiempo y sus determinantes mediante un modelo probabilístico y el cálculo de índices de concentración georreferenciados. El tema es relevante ya que estudios anteriores han demostrado una relación positiva entre el acceso a las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), el rendimiento educativo y el crecimiento económico. Se concluye que la brecha digital persiste en el tiempo y se acentúa en las zonas rurales. Además, los determinantes del acceso son variables ya que están fuera del control de los estudiantes. Por tanto, este estudio aborda la inequidad social en torno al acceso que tienen los estudiantes, dependiendo de su ubicación geográfica, a escenarios digitales que les permitan incrementar su capital intelectual en el contexto de la cognición situada.

1. Introducción

El nuevo Plan Nacional de Desarrollo (PND) de Colombia, denominado “Acuerdo por Colombia, Acuerdo por la Equidad”, muestra un problema en la documentación de respaldo y motivación asociado al acceso limitado a las TIC por debajo del promedio de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) países. Con base en la gestión del nuevo gobierno se propone reducir la brecha como estrategia de crecimiento económico y fortalecer los programas educativos. Alternativamente, los gobiernos anteriores también abordaron el problema y desarrollaron, desde 2002, un ambicioso programa de acceso a la tecnología en la educación media, con especial énfasis en las zonas rurales, denominado “Computadores para educar” (CPE). La evaluación del impacto de este programa ha revelado que el acceso a herramientas TIC reduce la probabilidad de deserción escolar en 5,9 puntos porcentuales; además, favorece la probabilidad de acceso a la educación superior (Rodríguez et al., 2011). En cambio, en la evaluación del mismo programa, Barrera-Osorio y Linden (2009) encontraron otros resultados, en el sentido de que, si bien ha aumentado la disponibilidad de recursos TIC en los establecimientos educativos, los efectos en las relaciones con los compañeros, la percepción y el rendimiento escolar fueron nulos.

El informe de evaluación del Grupo de Investigación en Tecnología para la Educación y la Innovación (GITEI), por su parte, encontró evidencia de un impacto positivo en el rendimiento escolar, con diferencias significativas entre escuelas rurales y urbanas (Universidad Nacional de Colombia, 2018). Este programa también demostró que sus efectos son notables a largo plazo; específicamente, influye positivamente en el rendimiento académico medido en pruebas estandarizadas (Rodríguez et al., 2015) y aparentemente, tecnologías

* Autor correspondiente.

Correos electrónicos: famandozal23@gmail.com, famandoza@poligran.edu.co (FA Mendoza-Lozano), jquinterop@poligran.edu.co (JW Quintero Peña), jfgr55@hotmail.com (JF García-Rodríguez).

<https://doi.org/10.1016/j.telpol.2021.102226>

Recibido el 12 de octubre de 2020; Recibido en forma revisada el 27 de julio de 2021; Aceptado el 28 de julio de 2021

Disponible en línea el 8 de agosto de 2021

0308-5961/© 2021 Elsevier Ltd. Todos los derechos reservados.

Facilitar espacios académicos para el trabajo en grupo, ya que simplifican y precisan la evaluación y la interacción alumno-profesor (CARO & Rodríguez, 2018). En gran medida, motivado por los resultados del plan CPE, en 2010 el gobierno nacional lanzó el Plan Vive digital; estrategia que, en cuatro años, logró incrementar de 200 a 1078 el número de municipios con acceso a al menos un punto de conexión del municipio a la fibra óptica, lo que representa una cobertura del 96%. (Valencia-Tello, 2016).

Por otro lado, la literatura especializada en educación, y específicamente en didáctica, encontró que el uso de las TIC acerca el conocimiento a los intereses de ocio de los jóvenes aunque no está exento de riesgos asociados a una mala alfabetización para el uso académico de la tecnología (Duarte et al., 2016). Con un proceso de alfabetización de docentes y estudiantes, el acceso a las TIC se convierte en una estrategia para superar las dificultades de acceso a la educación superior, así como las dificultades de aprendizaje a través de herramientas didácticas que se combinan con los métodos clásicos de aula (Báez et al., 2012). Además, esta modalidad de estudio exige una gran autonomía, lo que implica la adquisición de habilidades asociadas a competencias genéricas, tales como: comprensión lectora, razonamiento cuantitativo y escritura; También es fundamental aprender a interactuar en redes de conocimiento (Mesquita et al., 2016).

Finalmente, se debe tomar en consideración que la crisis provocada por la pandemia de COVID-19, obligó al cierre de establecimientos educativos en el país y, como alternativa, el gobierno nacional propuso la continuación de las actividades académicas utilizando internet. En este sentido, este estudio contribuye a la caracterización de las limitaciones para la implementación de esta estrategia.

Los estudios sobre la brecha digital, escasos en el contexto colombiano, pueden constituir una dimensión analítica para medir la pobreza. En este sentido, el índice multidimensional que se aplica en Colombia y que refleja la reducción de la pobreza en el tiempo, según Ángel et al. (2016) aún no contempla la dimensión del acceso a las TIC.

Este artículo se presenta de la siguiente manera: primero, se presenta el panorama de inequidad en la educación superior en Colombia a partir de estudios sobre el tema. Posteriormente, se desarrolla la revisión de la literatura sobre la brecha digital con estudios de alcance internacional. Luego, en la sección de metodología se describen los datos utilizados para este trabajo, la estrategia de modelación econométrica y el método de medición del índice de concentración. Los análisis se presentarán de forma diferenciada para acceso a internet y computadora. Finalmente, se presenta la discusión y las conclusiones con algunas recomendaciones de política pública ante la propagación del COVID-19.

1.1. Revisión de literatura

La inequidad en la sociedad colombiana es notable y existe evidencia específica sobre el logro educativo. El indicador que mide cuánta variabilidad de las pruebas estandarizadas se explica por variables fuera de control para los estudiantes, se cuadruplicó entre 2000 y 2007 (Sarmiento Espinel et al., 2019). La inequidad del logro educativo implica que los resultados de las pruebas estandarizadas de educación superior se correlacionan con variables de los estudiantes que están fuera de su control, como el nivel de educación de los padres o el ingreso de la familia (Cuenca, 2016; Lozano et al., 2021). En este sentido, los casos de inequidad se dan principalmente en el grupo de mayores ingresos y mayor nivel de educación (Medina y Suárez, 2010). Además, en Colombia las inequidades educativas también están asociadas a cuestiones geográficas (Monsalve, 2021).

Las TIC podrían afectar el valor agregado en la educación, de la misma manera que si se utilizan correctamente para el desarrollo escolar, podrían impactar positivamente el rendimiento académico. De esta manera, son una fuente de promoción de la igualdad educativa, teniendo en cuenta que las diferencias de calidad son heredadas de la educación secundaria (Camacho et al., 2016). Por otro lado, la pandemia de COVID-19 puede profundizar las desigualdades educativas en la medida en que sus efectos sobre los ingresos sean más notables en los niveles de ingresos medios (Lustig y otros, 2020). En consecuencia, una vez que los efectos económicos se hagan más notorios, es posible que se reflejen en menores niveles de acceso a las TIC, a menos que los programas estatales de asistencia social logren corregirlos.

Algunos autores clasifican la brecha digital en horizontal y vertical (Sedimo et al., 2011; Wei y Hindman, 2011). En el primero se refieren al acceso a las TIC, mientras que el segundo se centra en el uso. En el mismo sentido, el trabajo de Merritt (2011) expone resultados diferenciados entre países desarrollados y en desarrollo. Los aspectos analizados son el acceso a internet, electricidad, líneas telefónicas, computadoras personales, proveedores de servicios de internet, etc. Alternativamente, los factores que afectan a los países desarrollados los clasifican como secundarios. Estos están relacionados con variables como ingresos, origen étnico, ubicación geográfica, educación, edad y género. En línea con el estudio de los efectos de las TIC en los logros de aprendizaje, existen investigaciones enfocadas en el análisis de la brecha digital, concepto que viene ganando la atención de investigadores y formuladores de políticas públicas. El OCDE (2001) define la brecha digital como "la brecha entre individuos, hogares, empresas y áreas geográficas en diferentes niveles socioeconómicos con respecto tanto a sus oportunidades de acceder a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como a su uso de Internet para una amplia variedad de fines". actividades". (pág.5). Sin embargo, esta definición sólo cubre algunos de los determinantes de la brecha digital, como De Haan (2004) Como sostiene, las investigaciones son generalmente descriptivas ya que sólo se centran en el acceso a Internet pero no en sus múltiples causas.

En esta línea de exploración sobre los diferentes enfoques para investigar la brecha digital, Toudert (2014) propone estudiar el fenómeno desde la perspectiva macro del acceso, con análisis detallado de la calidad y eficiencia de los usos de la tecnología. Para lograrlo, los microdatos de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDITUH) de México de 2010 definen un perfil entre quienes no tienen acceso y quienes sí lo tienen. En este, la mayor parte de la población (alrededor del 60 %) encuestada se encuentra en el primer caso (sin acceso o acceso marginal), y la descripción de perfiles muestra que en este grupo la mayoría son mujeres y, en general, la brecha es caracterizado por la falta de recursos y el desinterés en el uso de la tecnología. Por otro lado, el grupo de acceso es predominantemente masculino, con mayores niveles educativos y acceso a internet, primero en casa y luego desde el trabajo.

El presente trabajo se guía por la definición de Merritt (2011) en el que la brecha digital tiene tres etapas: 1) primer contacto, 2) familiaridad y 3) superioridad. Por lo tanto, con los datos disponibles y el alcance de nuestra investigación, nos limitaremos a presentar un análisis cuantitativo asociado a la etapa 1. Así, la brecha se mide mediante la encuesta Prueba Saber 11: específicamente, preguntas sobre el uso de computadora e internet. acceso.

En un estudio comparativo entre Colombia, México y Perú, (Gutiérrez y Gamboa, 2010), se encuentra que el principal determinante del acceso a las TIC es la falta de educación en la población de bajos ingresos. Sin embargo, parece que hay evidencia de un cierre de la brecha digital y educativa en el mundo como resultado de una tasa de acceso a las TIC, aumentando principalmente en la población de menores ingresos (Hoffman y Novak, 2012). De la misma manera comparativa entre varios países de la región, Barandilla (2017) recoge un buen número de experiencias exitosas de educadores que mejoran los resultados de los procesos educativos en la escuela mediante el uso de tecnologías móviles simples e innovadoras en regiones remotas. Incluso se han explorado alternativas para acercar tecnologías de segunda mano, como la viabilidad a las restricciones presupuestarias ante la dimensión de la brecha en Colombia (Streicher-Porte et al., 2009). En el nivel de educación superior, el problema se centra en el uso y explotación académica de las TIC en un escenario de acceso total (Berrio-Zapata & Rojas, 2014).

El estudio por Nishijima et al. (2017) analiza la brecha digital en Brasil a través del cálculo de un índice de concentración explicado por variables étnicas, niveles educativos, tamaño del hogar y ubicación en un área urbana. Estas variables, al incorporarse a un modelo logístico, aumentan la probabilidad de acceso a Internet. El impacto de estas variables y el tamaño de la brecha digital se reduce sustancialmente en el período analizado (2005-2013). Además, en los resultados sobre las capacidades para el uso de las TIC (alfabetización digital), encontraron que los problemas de acceso por baja alfabetización corresponden a la carencia educativa de la población medida en número de años de educación formal.

Los estudios sobre acceso a las TIC apuntan a encontrar una manera de cerrar la brecha, ya que existe evidencia sólida sobre los beneficios económicos y educativos asociados, aunque esto depende de factores culturales relacionados con la apropiación social de la tecnología y el acceso en el hogar o en lugares públicos. (Barón y Gómez, 2012). Las implicaciones del uso de la tecnología abordan muchas áreas del comportamiento social; En este sentido, dependiendo de la escuela sociológica que se tome como base, el acceso a las TIC es un componente esencial en la explicación de las relaciones de dominación entre clases sociales; forma parte de una nueva forma de hacer y relacionarse en política o favorecen una cultura racionalizada que supere las dificultades del tiempo y el espacio (DiMaggio y otros, 2004, págs. 355-400). Además, en el ámbito jurídico, se ha estudiado en la jurisprudencia constitucional la factibilidad de incorporar la inclusión digital como un derecho fundamental en Colombia (Chacón-Penagos et al., 2017).

Por otro lado, para medir la brecha digital se utilizan los índices de Gini y los coeficientes de concentración. Este es el caso particular de Wang y Liu (2004) quienes utilizan el índice de Gini para medir las brechas digitales en China, mostrando marcadas diferencias en las tres regiones analizadas: central, occidental y oriental. El estudio también mostró la relación entre el número de usuarios de Internet, los niveles de ingresos y la educación entre las diferentes regiones de China. Encontraron una correlación entre la educación y el acceso a Internet, posiblemente explicada por mejoras en las habilidades de lectura y escritura. Finalmente, hicieron recomendaciones de políticas públicas, entre ellas: la reducción de costos y la cooperación entre la comunidad, las empresas y el gobierno en regiones con menor acceso a internet.

En el presente estudio nos referimos a la división vertical o primer nivel de integración de las TIC al sistema escolar definido anteriormente, dadas las limitaciones de la información de las Pruebas Saber 11, ya que estas se centran en la posesión de computadoras y el acceso a internet en el hogar. Así, este estudio muestra los determinantes y diferencias de los municipios en el acceso a bienes TIC entre estudiantes de secundaria en Colombia.

2. Metodología

2.1. Datos

El presente trabajo utiliza información relacionada con estudiantes de secundaria en Colombia proveniente de las Pruebas Saber 11, pruebas obligatorias para todos los estudiantes próximos a terminar ese nivel de secundaria. Los datos utilizados corresponden al periodo 2009-2018. Esta información incluye acceso a Internet y una computadora en casa. En los microdatos también se encuentran múltiples variables socioeconómicas de los hogares, lo que permite analizar los determinantes del acceso a bienes TIC.

El proceso de limpieza de la base de datos comenzó con el conteo de datos perdidos así como la identificación de variables comunes en los cuestionarios a lo largo del período analizado. Las bases de datos están disponibles en un repositorio público.¹ y reportan muy pocos valores faltantes, que fueron omitidos del análisis. Por otro lado, a lo largo del período evaluado, los nombres de algunas variables fueron cambiados sutilmente; este trabajo mantiene las denominaciones más recientes de manera unificada.

Esta investigación utiliza la integridad de la información de la encuesta. Además, la prueba Saber 11 es obligatoria para todos los estudiantes de secundaria: por lo tanto, presentamos un análisis de los datos de la población sin sesgos inducidos por los investigadores.

2.2. Estrategia de análisis

Una primera aproximación incluye estadísticas descriptivas. Posteriormente realizamos dos análisis. Primero, la estimación de un modelo logit probabilístico orientado a la identificación de determinantes. En segundo lugar, el análisis del índice de concentración (Fidan, 2016; Nishijima y otros, 2017; Canción, 2008); concretamente su evolución y distribución en los diferentes municipios. Ambos enfoques son complementarios.

2.3. Estadísticas descriptivas (basadas en la información contenida en Apéndice A)

Del total de estudiantes que presentaron la prueba en todo el periodo analizado (más de dos millones de personas), casi uno

¹ Disponible en <https://www.icfes.gov.co/web/guest/investigadores-y-estudiantes-posgrado/acceso-a-bases-de-datos>.

millones setecientos mil, no tenían acceso a internet en sus casas, y alrededor de un millón quinientos mil no contaban con computadora.

En cuanto a las características individuales de los estudiantes en el periodo analizado, se aprecia que el 45 % son hombres, porcentaje que se ha mantenido en el periodo de estudio. Lo anterior revela que en Colombia pueden existir diferencias en las tasas de deserción escolar por género. Además, se observa que los estudiantes varones tienen una ligera ventaja en el acceso a una computadora en casa, en comparación con las mujeres. En promedio, el 51% de los estudiantes completaron sus estudios en la mañana, seguido por el 20% que los completaron en el día completo. Esta conferencia representa a los estudiantes que tuvieron mayor acceso a Internet y computadoras en casa. Además, los estudiantes de la jornada “noches, sábados y domingos” son los de menor acceso.

Se aprecia que el acceso a Internet y a la computadora en casa mejoró con el tiempo. De hecho, el acceso a internet se duplicó en el periodo analizado. Sin embargo, los resultados son heterogéneos por estratos socioeconómicos (Ver Cuadros A2 y A3 en Apéndice A), dado que más del 70 % de los estudiantes pertenecen a estratos bajos (uno y dos). En el periodo analizado sólo el 21 % de los estudiantes del estrato uno tenían acceso a internet en casa; estrato dos, 50 %; estrato tres, 70 %, y en los demás el acceso a internet es superior al 80 %. La evolución del acceso ha cambiado. Mientras que en 2009, menos del 30 % de los estudiantes que tomaron la Prueba Saber 11 tenían acceso a internet en casa, para 2018, esa proporción alcanzó el 60 %.

Sin embargo, al analizar la evolución por estratos socioeconómicos, en el estrato uno se observa que la conexión creció más de 400 % en el periodo de análisis, aunque el rezago es significativo dado que en 2018 solo el 30 % de los estudiantes contaba con acceso a internet en casa. En este contexto, Tabla 2 de Apéndice A muestra que el acceso a Internet en el estrato uno aumentó aproximadamente siete veces. Sin embargo, en este estrato, sólo el 33 % de los estudiantes tiene acceso a internet en casa. En el estrato dos, el acceso a Internet se duplicó con creces. Los resultados anteriores están relacionados con la naturaleza del establecimiento educativo donde cursan sus estudios educativos de bachillerato, ya que, en promedio en las escuelas públicas, el 38 % cuenta con acceso a internet en casa, en comparación con sus pares privados, con un 69 %.

Los avances en el acceso a Internet en casa por parte de los estudiantes se han duplicado en los diez años analizados. Pese a esto, existen varias brechas ya que en 2018, solo el 26 % de los estudiantes rurales tenían acceso a internet en sus hogares, mientras que el 65 % de los estudiantes urbanos lo tenían. En promedio, durante los diez años, sólo el 20 % de los estudiantes que vivían en zonas rurales tenían acceso a Internet en casa, en comparación con el 51 % de los estudiantes urbanos.

Sin embargo, en el acceso a computadoras por parte de estudiantes de secundaria solo creció 13 puntos porcentuales: al igual que el acceso a internet. Existen marcadas diferencias en el acceso por estrato socioeconómico, a pesar de la mejora del acceso a lo largo del periodo analizado. En el estrato uno, sólo el 38 % tiene acceso a una computadora en casa. También son notables las desigualdades entre lo urbano y lo rural. Sólo en promedio el 30,7 % de los estudiantes de secundaria en Colombia tienen acceso a computadoras en hogares ubicados en zonas rurales. Existe una ligera diferencia entre el acceso a un ordenador en casa entre hombres y mujeres, dado que el acceso de los primeros es mayor.

Mientras que en 2009, menos del 30 % de los estudiantes que tomaron la Prueba Saber 11 tenían acceso a internet en casa; en 2018, era el 60 %. Además, los resultados son heterogéneos por estratos socioeconómicos ya que más del 70 % de los estudiantes son de estratos bajos (uno y dos). En el periodo analizado, sólo el 21 % de los estudiantes del estrato uno tenían acceso a internet en sus hogares; estrato dos, 50 %, y tres, 70 %. En los demás, el acceso es superior al 80 %. En general, se muestran importantes desigualdades entre estratos socioeconómicos; Son notorios y relevantes los rezagos en el acceso a internet de los estratos uno y dos ya que representan más del 70 % de los estudiantes que han presentado la prueba.

2.4. Correlación entre posesión de computadora e internet con el rendimiento académico

La posesión de una computadora muestra una correlación con el rendimiento académico. En 2009, el coeficiente de correlación biserial entre posesión de computadora y el promedio de la Prueba Saber 11 fue de 0,42. En el caso de la tenencia de internet, en correlación con la prueba, el coeficiente fue de 0,43. En 2018, estas correlaciones se mantuvieron en valores ligeramente más bajos: 0,37 (correlación entre el acceso a la computadora y la Prueba Saber 11) y 0,38 (correlación entre el acceso a Internet y la Prueba Saber 11). Si bien las correlaciones disminuyeron levemente en ambos extremos del tiempo, el acceso a la tecnología va acompañado de un mejor posicionamiento en los resultados de la Prueba Saber 11. (Ver tabla 1 y Figura 1).

2.4.1. Especificación empírica: determinantes del acceso a las TIC de estudiantes de secundaria

En esta sección se muestra la especificación utilizada para examinar las variables que afectan la adopción de internet y conexión a computadora en el hogar de estudiantes de secundaria en el periodo 2009-2018. Se supone la presencia de una variable latente, dada por:

$$y_i = X_i\beta + \epsilon_i \quad (1)$$

tabla 1

Distribución de estudiantes en cada uno de los cuartiles de la Prueba Saber 11 (promedio normalizado), clasificados por posesión de internet y computadora.

Prueba Cuartil Saber 11	Computadora				Internet			
	NO		Sí		NO		Sí	
	2009	2018	2009	2018	2009	2018	2009	2018
1 (abajo)	73,80%	58,40%	26,20%	41,60%	84,80 %	58,40%	15,20%	41,60%
2	66,00 %	48,20 %	34,00 %	51,80 %	79,70%	47,60%	20,30%	52,40%
3	55,70 %	37,30%	44,30%	62,70%	72,10 %	36,40%	27,90 %	63,60%
4 (superior)	32,80 %	21,20%	67,20 %	78,80 %	50,20%	20,30%	49,80%	79,70%

Propio autor basado en datos de la prueba Saber 11

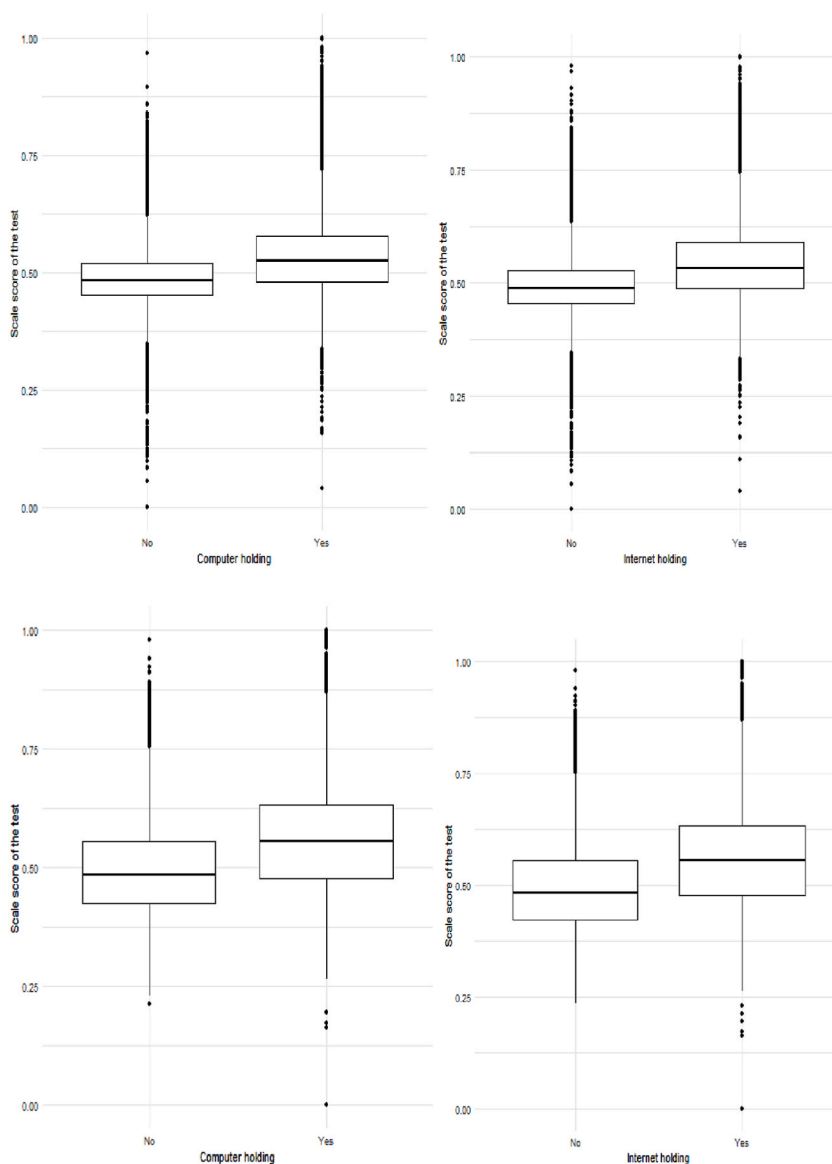


Figura 1. Diagramas de caja: acceso a internet vs. resultados promedio en la Prueba Saber 11. Período 2009

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Prueba Sabre 11.

dónde X es un vector $k \times 1$ de la variable de control del estudiante i , β es un vector $k \times 1$ de coeficientes, y u_i es el error normalmente distribuido para cada variable. Sin embargo, en lugar de y_i , solo una variable binaria y_i indica el signo observado de y_i .

el vector X_i Contiene una serie de variables en dos niveles: hogares y establecimientos educativos. A nivel individual: variable dicotómica que toma el valor de 1 si es mujer, y 0 si es hombre. La educación del padre y de la madre toma el valor de 1 si tienen estudios profesionales, respecto a niveles de formación inferiores al indicado. El tamaño del hogar es una variable binaria que toma el valor de 1 cuando el hogar tiene cuatro o menos miembros y 0 cuando es más grande. Se establecieron tres niveles en el estrato socioeconómico: 1) Bajo; 2) medio; y 3) Alto. El grupo de referencia es el nivel bajo. Por otro lado, la naturaleza del establecimiento educativo se indica en una variable que toma el valor de 1 cuando es público y 0 cuando es privado. Las variables del establecimiento educativo incluyeron la jornada escolar: 1) Completa; 2) mañana; 3) Noche, sábado y domingo; 4) Tarde; y 5) Único. La referencia es el día completo. Finalmente, al lugar de residencia se le asignó el valor de 1 cuando el estudiante reside en el área urbana y 0 cuando reside en el área rural. Para estimar el modelo logit se utilizaron errores estándar robustos y efectos fijos por municipios.

y_i Se define como:

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{si } y_i > 0 \\ 0 & \text{si } y_i \leq 0 \end{cases} \quad (2)$$

En el modelo latente y según (1) y (2) la probabilidad es:

$$\begin{aligned} \Pr(y_i > 0 | X_i) &= \Pr(\text{interfaz de usuario} > X_i b | X_i) \\ &= \Pr(\text{interfaz de usuario} > X_i b | X_i) \\ X_i b | X_i &= \Pr(y_i = 1 | X_i) = \psi(X_i) \end{aligned} \quad (3)$$

dónde y_i toma el valor de 1, si el estudiante tiene acceso a internet y computadora en casa. Por tanto, si la variable latente y_i excede 0, el evento ocurre. De lo contrario, el evento no ocurre.

Dónde $\psi(\cdot)$ es una función de distribución acumulativa (CDF), para el modelo logit:

$$y_i = 1 = X_i \frac{\text{mix}_i}{1 + \text{mix}_i} \quad (4)$$

Para una mejor interpretación de los resultados del modelo probabilístico, se estiman los efectos marginales del modelo logit ya que es una mejor manera de presentar los resultados como diferencias en probabilidad, lo que es más informativo que las razones impares. De acuerdo a Baum (2006), los efectos marginales se definen como

$$\frac{\partial \Pr(y_i = 1 | X_i)}{\partial X_i} = \frac{\partial \Pr(y_i = 1 | X_i)}{\partial X_i} \cdot \frac{\partial X_i}{\partial X_i} = \psi(X_i) \cdot \beta_j \quad (5)$$

Con la función de distribución logística, el efecto marginal varía continuamente en cada X_i , entonces el efecto marginal $\frac{\partial \Pr(y_i = 1 | X_i)}{\partial X_i}$ es el efecto de cambio infinitesimal en X_i , que también significa "incremental" o "adicional".

2.5. Cálculo del índice de concentración.

Una técnica muy apropiada para comparar el acceso a internet a nivel municipal es el coeficiente de usuarios de internet (Canción, 2008), que indica el grado de concentración de los usuarios de internet en los municipios respecto del total nacional de estudiantes de secundaria en Colombia. Un valor mayor a 1 indica que el municipio tiene un alto nivel de concentración de internet respecto al promedio nacional, mientras que valores menores a 1 indican un rezago en la concentración. El índice se define así:

$$CI = \frac{\text{nordeste}/PM}{NETO/NP} \quad (6)$$

dónde.

nordeste = Número de estudiantes en el municipio con acceso a internet o computadora en casa
 PM = Número de estudiantes que realizaron la prueba en el municipio
 $INET$ = Número de estudiantes con acceso a internet o computadora en casa en Colombia
 NP = Número de estudiantes en Colombia que tomaron la prueba

3. Resultados

Tabla 2 presenta los efectos marginales del modelo logit donde la variable dependiente toma el valor de 1 si el estudiante tiene acceso a una computadora y 0 si no la tiene. Alternativamente, Tabla 3 muestra los determinantes del acceso a Internet. Las regresiones se presentan por años.

En la última columna que incluye todos los periodos observados, ser mujer se asocia con una disminución de 1,29 puntos porcentuales en la probabilidad de tener acceso a computadora entre los estudiantes de secundaria. Ahora bien, en la educación de la madre existe una correlación positiva en el acceso a las TIC: tiene más probabilidades de acceder a la computadora en relación a las madres con menor nivel educativo en 20 puntos porcentuales. Un resultado similar se encuentra para el acceso a Internet con un aumento de 14 puntos porcentuales.

Además, la educación de los padres tiene una asociación positiva con el acceso a las TIC en el hogar. para padres con educación superior en relación a aquellos que no la poseen. La relación de esta variable es menor en el acceso a Internet en comparación con la del ordenador, en alrededor de cinco puntos porcentuales.

En cuanto a la variable tamaño del hogar, se observa que los hogares pequeños -con cuatro personas o menos- se asocian positivamente con el acceso a las TIC. Además, la relación es ligeramente mayor para el acceso a una computadora en casa, lo que posiblemente se explique por la rivalidad dentro de un hogar a la hora de utilizar la computadora.

Por otro lado, a medida que aumenta el estrato socioeconómico, también aumenta la probabilidad de acceder a las TIC; siendo un nivel medio

²Según el DANE, los estratos socioeconómicos en los que se pueden clasificar las casas/propiedades son 6:1. Bajo-bajo, 2. Bajo, 3. Medio-Bajo, 4. Medio, 5. Medio-alto y 6. Alto. De estos, los estratos 1, 2 y 3 corresponden a estratos bajos que cubren a usuarios de menores ingresos que reciben subsidios en servicios públicos domiciliarios. Los estratos 5 y 6 corresponden a estratos altos que albergan usuarios de mayores ingresos, los cuales deben pagar sobrecostos en los servicios públicos. Las personas del estrato 4 no tienen ningún subsidio, ni tienen que pagar sobrecostos, solo pagan el valor que la empresa decide como costo de la prestación del servicio.

Tabla 2

Efectos marginales: acceso a computadoras para estudiantes de secundaria.

Variables/Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Sexo (1 = Mujer)	− 0.0187 *** (0,00118)	− 0.0192 *** (0,00115)	− 0.0110 *** (0,00116)	− 0.00810 *** (0,00118)	− 0,00604 *** (0,00118)	− 0.00570 *** (0,00118)	− 0,00656 *** (0,00119)	− 0,0176 *** (0,00124)	− 0.0219 *** (0,00131)	− 0.0199 *** (0,00132)	− 0,0129 *** (0,000386)
Educación-Madre (1 profesional)	0,197 *** (0,00275)	0,209 *** (0,00288)	0,222 *** (0,00313)	0,223 *** (0,00352)	0,215 *** (0,00356)	0,218 *** (0,00369)	0,206 *** (0,00355)	0,182 *** (0,00327)	0,171 *** (0,00286)	0,187 *** (0,00285)	0,205 *** (0,00101)
Educación-Padre (1 profesional)	0,173 *** (0,00267)	0,176 *** (0,00277)	0,183 *** (0,00301)	0,188 *** (0,00336)	0,182 *** (0,00342)	0,175 *** (0,00352)	0,168 *** (0,00347)	0,156 *** (0,00329)	0,134 *** (0,00287)	0,144 *** (0,00290)	0,170 *** (0,000988)
Tamaño del hogar (1 si es ≤4)	0,0368 *** (0,00119)	0,0408 *** (0,00115)	0,0404 *** (0,00116)	0,0414 *** (0,00118)	0,0424 *** (0,00118)	0,0408 *** (0,00117)	0,0420 *** (0,00118)	0,0372 *** (0,00123)	0,0416 *** (0,00131)	0,0396 *** (0,00132)	0,0461 *** (0,000384)
estrato medio	0,271 *** (0,00127)	0,289 *** (0,00133)	0,304 *** (0,00152)	0,300 *** (0,00171)	0,307 *** (0,00187)	0,306 *** (0,00200)	0,300 *** (0,00207)	0,292 *** (0,00210)	0,197 *** (0,00167)	0,195 *** (0,00166)	0,269 *** (0,000531)
estrato superior	0,471 *** (0,00926)	0,468 *** (0,00986)	0,521 *** (0,0131)	0,509 *** (0,0142)	0,539 *** (0,0164)	0,491 *** (0,0154)	0,445 *** (0,0140)	0,380 *** (0,0141)	0,159 *** (0,00464)	0,150 *** (0,00519)	0,323 *** (0,00256)
Escuela publica	− 0,150 *** (0,00150)	− 0,143 *** (0,00147)	− 0,139 *** (0,00151)	− 0,129 *** (0,00156)	− 0,130 *** (0,00161)	− 0,120 *** (0,00161)	− 0,129 *** (0,00161)	− 0,141 *** (0,00174)	− 0,133 *** (0,00186)	− 0,138 *** (0,00188)	− 0,135 *** (0,000518)
día mañana	− 0.0415 *** (0,00175)	− 0.0359 *** (0,00173)	− 0.0303 *** (0,00176)	− 0,0282 *** (0,00182)	− 0,0217 *** (0,00181)	− 0,0194 *** (0,00181)	− 0,0243 *** (0,00182)	− 0,0340 *** (0,00189)	− 0.0508 *** (0,00209)	− 0.0427 *** (0,00212)	− 0,0350 *** (0,000592)
Día Noche, Sábado y Domingo	− 0,193 *** (0,00230)	− 0,211 *** (0,00214)	− 0,203 *** (0,00213)	− 0,200 *** (0,00213)	− 0,201 *** (0,00214)	− 0,194 *** (0,00210)	− 0,180 *** (0,00213)	− 0,186 *** (0,00229)	− 0,211 *** (0,00254)	− 0,200 *** (0,00254)	− 0,201 *** (0,000712)
día de la tarde	− 0.0372−0.0359−0.0216−0.0125 *** ***	− 0.0372−0.0359−0.0216−0.0125 *** ***	− 0.0372−0.0359−0.0216−0.0125 *** ***	# ¡CAMPO! ***	# ¡CAMPO! ***	0.00182 ***	# ¡CAMPO! ***	− 0.00741 ***	− 0.0360 ***	− 0.0247 ***	− 0,0253 *** ***
día unico	0,00209 0,310 *** (0,0494)	0,00206 0,710 *** (0,108)	0,00211 0,312 *** (0,0525)	0,00219 (0,00219)	0,00219 (0,00219)	0,00221 (0,00221)	0,00223 (0,00223)	0,00233 (0,00233)	0,00262 (0,00262)	0,00270 (0,00270)	0,000719 (0,000719)
Urbano	0,119 *** (0,00154)	0,139 *** (0,00145)	0,159 *** (0,00141)	0,173 *** (0,00137)	0,208 *** (0,00168)	0,212 *** (0,00160)	0,229 *** (0,00162)	0,228 *** (0,00173)	0,203 *** (0,00179)	0,202 *** (0,00182)	0,198 *** (0,000504)
Pseudo R2	0.2148	0.2100	0.2067	0.1885	0.1867	0.1831	0.1781	0.1582	0,1348	0,1429	0.1761
Observaciones	517,646	564,967	564,217	553,949	545.51	541,393	540,346	520.087	467,633	461.012	5.276.872

Errores estándar entre paréntesis.

*** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1.

Fuente: Elaboración propia basada en datos de la prueba Sabre 11

Tabla 3

Efectos marginales: acceso a computadoras para estudiantes de secundaria.

Variables/Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Sexo (1 = Mujer)	-0,0140 *** (0,00105)	-0,0114 *** (0,00107)	-0,00807 *** (0,00112)(0,00116)	-0,00512 *** (0,00118)(0,00118)	-0,00721 *** (0,00118)(0,00118)	-0,00721 ***	-0,0114 ***	-0,0197 *** (0,00121)	0,0128 *** (0,00142)	-0,0162 *** (0,00128)	-0,00878 *** (0,000383)
Educa-Madre (1 profesional)	0,116 *** (0,00190)	0,140 *** (0,00212)	0,154 *** (0,00239)(0,00270)	0,155 *** (0,00278)(0,00290)	0,154 *** (0,00295)	0,155 ***	0,164 ***	0,143 *** (0,00288)	0,0613 *** (0,00250)	0,167 *** (0,00276)	0,144 *** (0,000822)
Educa-Padre (1 profesional)	0,112 *** (0,00186)	0,124 *** (0,00208)	0,134 *** (0,00236)(0,00266)	0,142 *** (0,00274)(0,00288)	0,136 *** (0,00296)	0,143 ***	0,140 ***	0,127 *** (0,00294)	0,0718 *** (0,00256)	0,140 *** (0,00284)	0,130 *** (0,000823)
Tamaño del hogar (1≤4)	0,0201 *** (0,00106)	0,0243 *** (0,00107)	0,0266 *** (0,00112)(0,00116)	0,0299 *** (0,00118)(0,00118)	0,0309 *** (0,00118)(0,00118)	0,0317 ***	0,0307 ***	0,0292 *** (0,00121)	0,0308 *** (0,00142)	0,0314 *** (0,00127)	0,0380 *** (0,000382)
Medios, medio	0,212 *** (0,000993)	0,237 *** (0,00106)	0,266 *** (0,00121)	0,273 *** (0,00137)	0,285 *** (0,00149)	0,304 *** (0,00162)	0,312 *** (0,00177)	0,324 *** (0,00192)	0,138 *** (0,00168)	0,235 *** (0,00164)	0,248 *** (0,000456)
Alto	0,411 *** (0,00549)	0,442 *** (0,00665)	0,472 *** (0,00855)	0,481 *** (0,00971)	0,534 *** (0,0113)	0,497 *** (0,0111)	0,510 *** (0,0122)	0,460 *** (0,0138)	0,203 *** (0,00439)	0,185 *** (0,00516)	0,368 *** (0,00216)
Público	-0,130 *** (0,00124)	-0,134 *** (0,00129)	-0,142 *** (0,00138)	-0,147 *** (0,00145)	-0,159 *** (0,00151)	-0,164 *** (0,00152)	-0,169 *** (0,00152)	-0,178 *** (0,00163)	-0,0958 *** (0,00193)	-0,183 *** (0,00182)	-0,150 *** (0,000489)
dia mañana	-0,0333 *** (0,00147)	-0,0255 *** (0,00155)	-0,0229 *** (0,00165)	-0,0100 *** (0,00175)	0,00187 (0,00177)	0,0154 *** (0,00179)	0,00709 *** (0,00179)	0,00562 *** (0,00185)	0,0141 *** (0,00214)	0,00426 *** (0,00208)	-0,00742 *** (0,000578)
Noche, sábado y domingo	-0,124 *** (0,00204)	-0,154 *** (0,00201)	-0,165 *** (0,00208)	-0,167 *** (0,00213)	-0,171 *** (0,00220)	-0,156 *** (0,00216)	-0,140 *** (0,00215)	-0,138 *** (0,00227)	-0,146 *** (0,00279)	-0,131 *** (0,00248)	-0,154 *** (0,000718)
Tarde	-0,0207 *** (0,00182)	-0,0162 *** (0,00189)	-0,00123 (0,00199)	0,0201 *** (0,00211)	0,0355 *** (0,00214)	0,0612 *** (0,00216)	0,0556 *** (0,00218)	0,0579 *** (0,00226)	0,0120 *** (0,00277)	0,0519 *** (0,00262)	0,0149 *** (0,000704)
Solo	0,331 *** (0,0359)	0,597 *** (0,0630)	0,334 *** (0,0436)		0,599 *** (0,0731)	-0,121 *** (0,0408)	-0,0553 * (0,0295)	-0,0701 *** (0,00899)	0,0237 *** (0,00351)	0,0251 *** (0,00290)	0,0852 *** (0,00169)
Urbano	0,103 *** (0,00155)	0,130 *** (0,00151)	0,163 *** (0,00151)	0,183 *** (0,00149)	0,252 *** (0,00200)	0,266 *** (0,00192)	0,299 *** (0,00192)	0,306 *** (0,00195)	0,158 *** (0,00210)	0,277 *** (0,00178)	0,231 *** (0,000567)
Pseudo R2	0.2506	0.2286	0.2221	0.2046	0.2046	0.2121	0.2155	0.1997	0.0600	0.1869	0.1833
Observaciones	517.660	564.981	564.257	554.261	545.510	541.393	540.346	520.087	465.147	462.111	5.275.865

Errores estándar entre paréntesis.

* * * pag <0,01, **p <0,05, *p <0.1.

Fuente: Elaboración propia basada en datos de la prueba Sabre 11

estudiante, en comparación con un estudiante de bajo nivel aumenta en 24,8 puntos porcentuales la probabilidad de acceso a internet en casa.

En el caso de pertenecer a un estrato alto, la probabilidad de acceso aumenta en 36 puntos porcentuales respecto al estrato bajo. Se observan resultados similares con el acceso a una computadora en casa. Los efectos marginales tienen una tendencia decreciente en el período analizado, posiblemente explicado por las mejoras que ha tenido el acceso a las TIC, especialmente para los estudiantes del estrato dos.

Los estudiantes que pertenecen a establecimientos públicos de educación secundaria tienen un 15 % menos de probabilidades de acceder a las TIC, en comparación con sus pares que estudian en establecimientos privados. Sin embargo, en el período analizado, los efectos marginales del acceso a computadoras disminuyeron y aumentaron para el acceso a Internet. En cuanto al área de residencia de la vivienda, para los estudiantes de zonas urbanas las probabilidades de acceso a internet aumentaron alrededor de 20 puntos porcentuales, en relación con la zona rural, lo que demuestra grandes desigualdades entre ubicación y acceso a las TIC.

Respecto a la jornada escolar, se aprecia que los “estudiantes matutinos” tienen menos probabilidades de tener acceso a un ordenador en casa, en comparación con los “estudiantes de tiempo completo”. En el acceso a Internet la relación es negativa y, en algunos períodos, cercana a cero. Ahora bien, comparando a los estudiantes de la modalidad “nocturna, sábado y domingo”, y los de la “jornada completa”, el incremento en puntos porcentuales del acceso a internet y computadora en casa es menor, en una cifra entre 15 % y 20 %. En el “día único”, la relación es negativa pero muy pequeña; existen variaciones en la evolución del efecto marginal que inicialmente fue positivo, y contrario al de 2014. Lo anterior se explica porque en el Plan de Desarrollo 2014-2018 se implementó la “jornada escolar única” en los colegios públicos instituciones.

apéndice B presenta los resultados de un modelo de regresión lineal. Estas son dos mesas. En el primero, la variable dependiente se refiere al acceso a una computadora, y en el segundo, al acceso a internet. La interpretación es consistente con el modelo logit.

3.1. Distribución espacial de la concentración de conexión a computadoras e internet en Colombia

Constitucionalmente, Colombia está dividida en treinta y tres divisiones administrativas, treinta y dos departamentos y Bogotá, su distrito capital. Otra forma de clasificar a los municipios es la establecida por el Departamento Nacional de Planeación. De acuerdo a [Sánchez et al. \(2014\)](#), los municipios se clasifican según los diferentes factores presentados en la Ley 1551 de 2012, representados en seis componentes: (i) Urbano-regional, (ii) Dinámica Económica, (iii) Calidad de Vida, (iv) Ambiental, (v) Seguridad, y (vi) Institucional. Se construyeron tres clasificaciones utilizando el método de componentes principales: (i) Desarrollo robusto; (ii) Desarrollo temprano, y (iii) Desarrollo intermedio. Los anteriores tienen una subclasificación de la A a la G.³

El número de estudiantes que tienen acceso a las TIC es un indicador del avance de las regiones hacia la era de la economía digital. Mientras que en 2009 solo el 28 % tenía acceso a Internet, en 2018 la proporción creció hasta el 60 %. Sin embargo, los municipios difieren considerablemente en la proporción en que los estudiantes de secundaria tienen acceso a las TIC.

Ciertos municipios demuestran un alto grado de concentración en el acceso a Internet y al ordenador en el hogar en el período analizado. Por ejemplo, en el municipio de Envigado, el acceso a internet fue 25 veces mayor que el de estudiantes de municipios como Piojó. También se destaca la disminución en el índice de concentración del acceso a internet de los estudiantes de secundaria en Colombia en los municipios con mayor acceso a los bienes TIC; desde 2009 se observa una disminución del índice y una convergencia hacia 1,5. Lo anterior puede explicar el mayor acceso en otros municipios, sin embargo, los municipios con menores niveles de acceso han mantenido la condición en el periodo analizado; en general no superan el valor de 0,4 en el índice. Estas marcadas divisiones entre municipios imponen desafíos importantes para observar las desigualdades sociales y los desafíos que enfrenta un sistema educativo de educación superior frente a shocks externos.

Figura 2yFig. 3 reflejan las diferencias en el nivel social y económico entre municipios y, en general, entre el desarrollo de las regiones. La visualización del mapa para todo el país está en **Figura 4**. Por ejemplo, el acceso a un ordenador en casa, requisito para acceder a Internet, es muy desigual entre municipios. La brecha digital que se observa entre municipios según su grado de desarrollo muestra desventajas en los municipios con menor desarrollo. Esta situación podría verse más afectada por la presencia de shocks exógenos -como el COVID 19- en el sentido de que son situaciones que ponen a prueba las capacidades del sector educativo y las respuestas con mediaciones tecnológicas que se proponen como solución para evitar la propagación de el virus..

4. Discusión y conclusiones

Esta investigación muestra la evolución de la brecha digital entre estudiantes de secundaria en Colombia, sus determinantes y su distribución espacial, en el período 2009-2018. En primer lugar, se realizan estadísticas descriptivas. Si bien el acceso a Internet ha mejorado en el período analizado, todavía existen brechas significativas por estrato socioeconómico y entre áreas urbanas y rurales. Los resultados del modelo probabilístico indican que las estudiantes mujeres de escuelas públicas, estratos 1 y 2, son las que presentan mayores barreras para acceder a las TIC en el hogar. Finalmente, se encuentra que la distribución espacial de la brecha digital es significativamente amplia y ha estado presente a lo largo de los años analizados.

El acceso a la tecnología en Colombia ha mejorado con el tiempo, siguiendo una tendencia global que la ha hecho más asequible en un mercado más competitivo. Hay evidencia de programas estatales que fomentan el acceso masivo en lugares públicos y un acceso creciente y desigual, especialmente en los jóvenes ([Gómez, 2019; Osaba y otros, 2019](#), págs. 278-293). Pese a ello, los altos índices de desigualdad en

³Tipología construida en base a las seis dimensiones, donde A y B representan los municipios con un entorno de desarrollo favorable o robusto, C, D y E los municipios con una favorabilidad intermedia en su entorno de desarrollo, y F y G los municipios con un entorno de desarrollo temprano. Dentro de los tres grupos también se percibe una mayor favorabilidad en el entorno de desarrollo en los municipios que tienen una tipología calificada con una letra más cercana a la A en el orden alfabético.

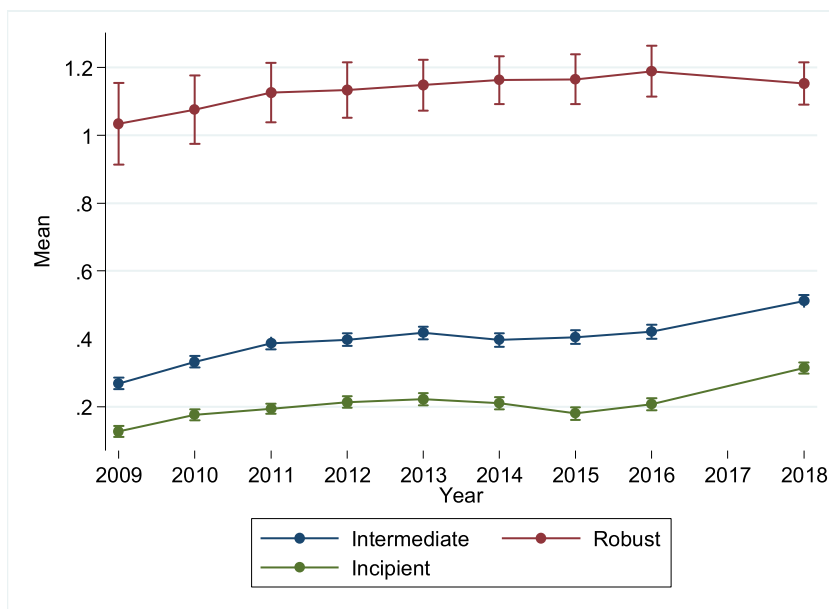


Figura 2. Evolución según niveles de desarrollo municipal DNP (valores medios). Resumido en tres categorías Fuente: Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Prueba Sabre 11.

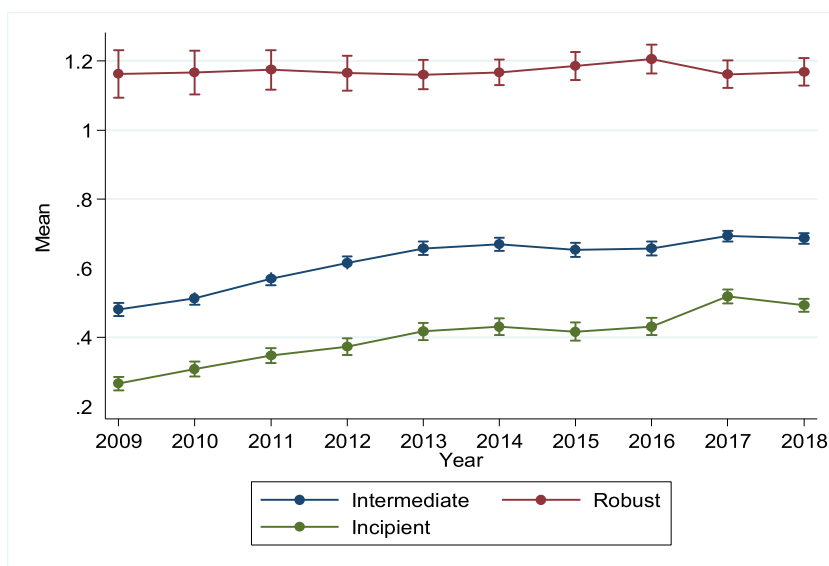


Fig. 3. Evolución de la brecha digital (informática) según el nivel de desarrollo del municipio DNP. Resumido en tres categorías. Fuente: Fuente: Elaboración propia basada en datos de la prueba Sabre 11

del municipio DNP. Resumido en tres categorías.

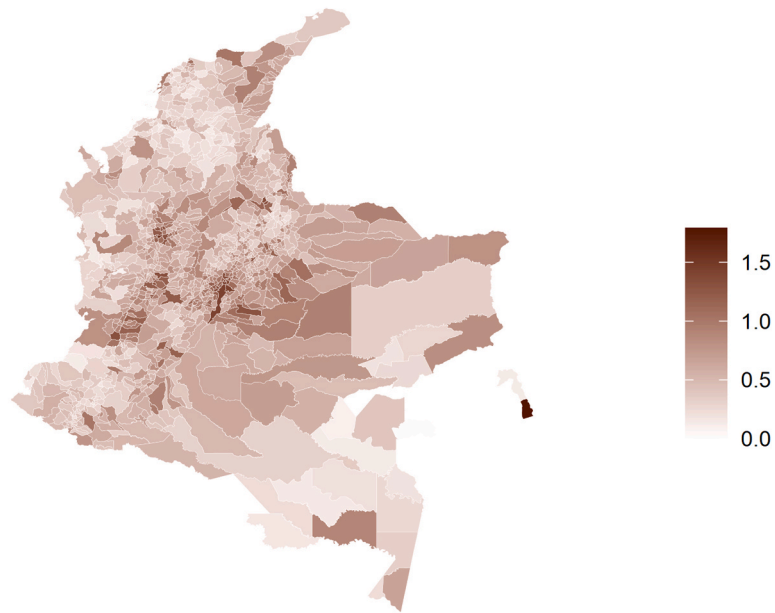
Colombia coincide con brechas de acceso que se destacan en los sectores de bajos ingresos altos niveles de pobreza. (Estratos 1,2 y 3).

Por otro lado, uno de los principales desafíos de la educación básica en Colombia permite una mayor permanencia de los alumnos en el colegio por tres o 4 h. el beneficio. identificados mientras se mejora el rendimiento académico (el "medio día" se llama por día" se conoce como "Noche, Sábado y Domingo"). De hecho, en los países de th ejem abandono escolar, delincuencia juvenil y embarazos adolescentes (bonilla, división entre oferta pública y privada. Por ejemplo, en el caso colombiano las pruebas PISA entre 2006 y 2012 con un efecto positivo en la educación privada, los descriptivos reflejan una proporción diferenciada en el acceso a las TIC dos

población o quienes residen en áreas geográficas con

mbia se centra en el acceso a la "jornada escolar completa", que respecto a la modalidad "media jornada", o a distancia, son ICFES "completa", "mañanera" o "única". En "regiones remotas como Chile, se ha encontrado un efecto positivo en 2011). Al parecer, también hay evidencia de la calidad e, persistieron diferencias significativas en el desempeño del catión (Delgado-Barrera Martha, 2014). Por tanto, se aceptan ambos tipos de ofertas.

computer concentration index



internet concentration index



Figura 4. Índices de concentración en computación e internet 2018.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Prueba Saber 11.

Superar el problema del acceso a las TIC en Colombia es parte del problema que se debe abordar, ya que, como muestra [Velásquez, \(2013\)](#), los usos que los jóvenes le dan a la tecnología son variados y, en consecuencia, pueden promover un tiempo de ocio menos virtuoso. Por lo tanto, se requiere una educación en el campo de las habilidades para aprender a aprender, en un momento en el que la educación en línea es vista como una solución al problema.

Crisis sanitaria derivada de la propagación del COVID-19.

En materia de políticas públicas, este trabajo demuestra la necesidad de implementar planes enfocados en municipios menos robustos. Por otro lado, las variables que disminuyen la probabilidad de acceso a internet y conexión a computadora están asociadas con los niveles de ingresos atendidos en días especiales (noches y fines de semana). También es notable la relación negativa entre acceso y escuela pública. Investigaciones adicionales ayudarán a responder: ¿es la brecha digital un indicador adecuado de la desigualdad de las variables socioeconómicas en la educación primaria y secundaria? ¿El esfuerzo de política pública de acceso a las TIC está correctamente enfocado en cerrar la brecha y reducir el impacto de la ausencia del COVID-19? Además, en futuras investigaciones, el análisis de datos podría utilizar otros métodos: econometría espacial y algoritmos de clasificación como árboles aleatorios y bosques aleatorios, en lugar de regresión logística.

Fondos

Esta investigación es fundada por la Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano.

Declaraciones de interés

Ninguno.

Apéndice A

Tabla A1

Estadísticas descriptivas generales

Característica/Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Promedio
Internet	28 %	34 %	40 %	45 %	49 %	52 %	53 %	53 %	49 %	60 %	46%
Sexo (mujeres)	55 %	55 %	55 %	55 %	55 %	55 %	55 %	55 %	55 %	54 %	55 %
Educación de la madre (profesional)	10 %	10 %	10 %	10 %	10,55%	10,85%	11%	11%	12 %	14 %	9 %
Educación del padre (profesional)	10 %	10 %	11%	10 %	10,84%	11%	11%	11%	12 %	13 %	9 %
Computadora	43 %	46%	52 %	55 %	60 %	63%	62 %	58 %	60 %	59 %	56 %
Tamaño del hogar (≤4)	47 %	49 %	49 %	50 %	52 %	53 %	54 %	55 %	55 %	56 %	52 %
Estrato bajo	73 %	74%	75 %	76%	75 %	76%	77 %	78 %	71%	71%	75 %
estrato medio	25 %	23 %	23 %	22 %	22 %	22 %	21 %	20 %	26 %	26 %	23 %
estrato superior	3 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %	3 %	3 %	3 %
Tiempo completo	20 %	19 %	20 %	20 %	20 %	20 %	21 %	20 %	19 %	18 %	20 %
día mañana	51 %	50 %	50 %	51 %	51 %	51 %	51 %	52 %	50 %	49 %	51 %
Noche o fin de semana	12 %	14 %	14 %	14 %	13 %	14 %	14 %	13 %	12 %	13 %	13 %
Día Tarde	17 %	17 %	dieciséis %	dieciséis %	15 %	15 %	15 %	15 %	13 %	12 %	15 %
solo día	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	6 %	8 %	1 %

Tabla A2

Acceso a Internet por estratos y años

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Estrato1	7 %	10 %	14 %	18 %	21 %	24 %	25 %	27 %	35 %	33 %
estrato2	24 %	32 %	42 %	49 %	56 %	61%	sesenta y cinco %	sesenta y cinco %	51 %	66%
Estrato3	54 %	63%	72 %	76%	80 %	84%	86%	87%	63%	84%
estrato4	85 %	89%	92 %	93%	94%	95 %	96%	96%	69%	87%
estrato5	93%	95 %	96%	96%	97%	97%	98%	97%	71%	87%
estrato6	96%	96%	97%	98%	98%	98%	99 %	97%	73 %	85 %

Tabla A3

Acceso a computadoras por estrato y años

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Estrato1	dieciséis %	19 %	24 %	29 %	34 %	37 %	37 %	36 %	38 %	37 %
estrato2	43 %	49 %	57 %	63%	69%	73 %	73 %	70 %	sesenta y cinco %	64%
Estrato3	73 %	78 %	83%	85 %	89%	90 %	90 %	87%	81%	81 %
estrato4	93%	95 %	96%	97%	97%	97%	97%	96%	85 %	85 %
estrato5	97%	97%	98%	98%	99 %	99 %	98%	97%	83%	85 %
estrato6	97%	97%	99 %	99 %	99 %	99 %	99 %	96%	81%	84%

Tabla A4

Acceso a las TIC, según la jornada escolar

Día de escuela	Acceso TIC/año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Completo	Internet	49,1 %	53,9 %	59,2 %	61,6 %	64,6 %	66,5 %	67,4 %	65,6 %	58,3 %	72,8 %

(Continúa en la siguiente página)

Tabla A4(continuado)

Día de escuela	Acceso TIC/año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Mañana	Computadora	63,0 %	65,9%	69,2%	70,9%	74,9%	76,6%	75,7%	72,6%	75,4%	74,8 %
	Internet	24,3%	30,7%	37,6%	42,8 %	46,6%	49,7%	50,2 %	49,7%	48,6%	56,9%
Noche, sábado y domingo	Computadora	40,0 %	44,7%	50,1%	53,7%	58,9%	61,5%	59,9%	56,2 %	58,0%	56,9%
	Internet	17,2%	19,5%	24,4%	28,1%	30,7%	34,2 %	38,1%	38,5%	34,9%	47,2%
Tarde	Computadora	26,8%	28,1%	32,8%	37,2%	40,4%	43,4%	45,0 %	41,8%	43,7%	43,0%
	Internet	23,5%	30,2%	39,3%	46,3%	51,1 %	56,4%	57,4%	57,7%	49,0%	63,8%
Único	Computadora	39,0%	43,8%	51,0%	56,6%	62,0 %	65,5%	63,9%	60,9%	60,6%	59,6%
	Internet	72,0 %	93,2%	74,7%	99,1%	94,9%	35,2 %	59,1%	43,0%	48,4 %	57,4%
	Computadora	78,0%	97,1 %	81,3%	99,1%	96,4%	40,0 %	56,9%	50,6%	57,2%	56,9%

Tabla A5

Acceso a las TIC por sexo

Sexo	Variable	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Hombres	Computadora	45 %	49 %	53 %	57 %	61%	64%	63%	60 %	62 %	61%	58 %
	Internet	30 %	35 %	42 %	46%	50 %	53 %	55 %	55 %	49 %	62 %	48 %
Mujer	Computadora	41 %	45 %	50 %	54 %	59 %	62 %	61%	57 %	58 %	57 %	55 %
	Internet	27 %	32 %	39 %	44 %	48 %	51 %	52 %	51 %	49 %	58 %	45 %

Tabla A6

Acceso a las TIC por tipo de escuela (pública o privada)

Tipo	Variable	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Privado	Internet	54 %	57 %	64%	68%	73 %	75 %	77 %	78 %	62 %	83%	69%
	Computadora	67%	68%	73 %	75 %	80 %	81%	81%	79 %	79 %	79 %	76%
Público	Internet	19 %	24 %	31 %	36 %	40 %	43 %	44 %	44 %	44 %	51 %	38 %
	Computadora	34 %	38 %	43 %	47 %	53 %	56 %	54 %	51 %	53 %	52 %	48 %

Cuadro A7

Acceso a las TIC por tipo de residencia (Urbana o rural)

Tipo	Variable	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Rural	Internet	12,8%	15,8%	18,7%	21,8%	19,7%	20,5%	19,2%	17,9%	31,7%	26,0%	20,0 %
	Computadora	24,5%	26,6%	29,3%	32,6%	32,5%	34,5%	32,4%	29,5%	35,2 %	34,0%	30,7%
Urbano	Internet	32,3%	38,3%	46,2 %	51,5%	53,3%	57,0%	58,7%	58,3%	52,0 %	65,5%	51,6%
	Computadora	47,7 %	51,6%	57,7%	61,6%	64,4%	67,2%	66,5%	63,0 %	64,2%	63,1%	61,0%

apéndice B

Tabla B1

Regresión lineal: acceso a la computadora

	Coef.	San Err.	valor t	valor p	[95 % configuración	Intervalo]	firmar
Sexo (1 mujer)	- 0.014	0.000	- 35,90	0.000	- 0,015	- 0,013	***
Educación-Madre (1 profesional)	0.118	0.001	155,92	0.000	0.116	0.119	***
Educación-Padre (1 profesional)	0.094	0.001	124,31	0.000	0.093	0.096	***
Tamaño del hogar (1 si es≤4)	0,048	0.000	123,76	0.000	0,048	0,049	***
estrato medio	0.257	0.001	502,39	0.000	0.256	0.258	***
estrato superior	0.212	0.001	155,01	0.000	0.209	0.215	***
Escuela publica	- 0.130	0.001	- 249,49	0.000	- 0,131	- 0,129	***
día mañana	0.000	.	.	.	.	.	.
Día Noche, Sábado y Domingo	- 0,016	0.001	- 28,80	0.000	- 0,017	- 0,015	***
Tarde	- 0,197	0.001	- 273,46	0.000	- 0,198	- 0,195	***
día unico	0.022	0.002	12,09	0.000	0,018	0,025	***
Urbano	0.220	0.001	416,19	0.000	0.219	0.221	***
Constante	0.401	0.001	523,36	0.000	0.400	0.403	***
Var dependiente media		0.560	Var dependiente de SD			0,496	
R-cuadrado		0.203	Número de observaciones			5276872.000	
prueba F		112280.362	problema>F			0.000	
Crítico de Akaike. (AIC)		6383526.800	Crítico bayesiano. (BIC)			6383702.025	

* ** pag <0,01, **p <0,05, *p <0.1

Tabla B2

Regresión lineal: Acceso a Internet

	Coef.	San Err.	valor t	valor p	[95 % configuración	Intervalo]	firmar
Sexo (1 mujer)	- 0.009	0.000	- 24.04	0.000	- 0.010	- 0.008	***
Educa-Madre (1 profesional)	0.116	0.001	154,81	0.000	0.114	0.117	***
Educación-Padre (1 profesional)	0.102	0.001	135,98	0.000	0.101	0.104	***
Tamaño del hogar (1 si es≤4)	0.040	0.000	101.93	0.000	0.039	0.040	***
estrato medio	0,278	0.001	547,56	0.000	0,277	0,279	***
estrato superior	0.290	0.001	213.93	0.000	0,287	0,293	***
Escuela publica	- 0,158	0.001	- 306.64	0.000	- 0,159	- 0,157	***
día mañana	0.000	.	.	.	.	.	.
Noche, Sábado y Domingo	0.001	0.001	2.10	0.036	0.000	0.002	* *
Tarde	- 0,151	0.001	- 212.03	0.000	- 0.153	- 0.150	***
día unico	0.107	0.002	60.00	0.000	0.104	0.111	***
Urbano	0.222	0.001	423.39	0.000	0.221	0.223	***
Constante	0,295	0.001	388.07	0.000	0,293	0,296	***
Var dependiente media		0.460	Var dependiente de SD			0,498	
R-cuadrado		0.224	Número de observaciones			5275865.000	
prueba F		127218.369	problema >F			0.000	
Crítico de Akaike. (AIC)		6283557.352	Crítico bayesiano. (BIC)			6283732.575	

* * * pag <0,01, **p<0,05, *p<0.1

Referencias

- Angulo, R., Díaz, Y., & Pardo, R. (2016). El índice de pobreza multidimensional colombiano: Midiendo la pobreza en un contexto de políticas públicas. *Investigación de indicadores sociales*, 127 (1), 1–38.
- Báez, CP, Manzouli, CH, Cifuentes, YS, Gómez, DD, Duarte, MS, Otero, MP, & Rees, GP (2012). Alfabetización informacional en la educación superior virtual: Achi Eventos y desafíos. *Información, Cultura Y Sociedad*, 26(1), 83-104.
- Banister, SI (2017). Impactando la brecha digital a escala global: estudios de caso de integración de tecnología móvil en escuelas de todo el mundo. *Impactando lo digital división a escala global: estudios de caso de integración de tecnología móvil en escuelas de todo el mundo*. Nova Science Publishers, Inc..
- Barrera-Osorio, F. y Linden, LL (2009). El uso y mal uso de las computadoras en la educación: Evidencia de un experimento aleatorio en Colombia. En *Investigación de políticas documento de trabajo 4836, serie de evaluación de impacto No. 29* El Banco Mundial.
- Baum, CF (2006). *Una introducción a la econometría moderna U sing stata*. Estación universitaria, Texas: Stata Press.
- Berrío-Zapata, C., & Rojas, H. (2014). La brecha digital en la universidad: La apropiación de las TIC en estudiantes de educación superior de Bogotá, Colombia. *comunicar*, 22(43), 133-142. <https://doi.org/10.3916/C43-2014-13>
- Bonilla, L. (2011). Doble jornada escolar y calidad de la educación en Colombia. *Coyuntura Económica*, 41(1), 63-103.
- Camacho, A., Messina, J. y Uribe, JP (2016). La expansión de la educación superior en Colombia: ¿Malos estudiantes o malos programas?. En *banco interamericano de desarrollo (BID-DP-452)*.
- CARO, LA y Rodríguez, NSF (2018). Programas educativos con uso de TIC en la región Bogotá Cundinamarca–Colombia-un modelo de evaluación. *EDMETICO*, 7 (1), 297–320.
- Chacón-Penagos, Á. M., Ordóñez-Córdoba, JA, & Anichiarico-González, AM (2017). Hacia el reconocimiento de la inclusión digital como un derecho fundamental en Colombia. *Universitas*, 66(134), 139-168. <https://doi.org/10.11144/javeriana.vj134.hrid>
- Cuenca, A. (2016). Desigualdad de oportunidades en Colombia: Impacto del origen social en el rendimiento académico y el nivel de ingresos de los egresados universitarios. *Estudios Pedagógicos*, 42(2), 69–93. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052016000200005>
- De Haan, J. (2004). Un modelo dinámico multifacético de la brecha digital. *Eso y la sociedad*, 1(7), 66–88. Delgado-Barrera Martha. (2014). *La educación básica y media en Colombia: Retos en equidad y calidad*. informe final.
- DiMaggio, P., Hargittai, E., Celeste, C. y Shafer, S. (2004). Desigualdad digital: Del acceso desigual al uso diferenciado. *Desigualdad social*. Fundación Russell Sage.
- Duarte, MAA, Suárez, AAG, & Suárez, CAH (2016). Políticas y programas del sistema educativo colombiano como marco para la articulación de las TIC. *Revista ALETHEIA*, 8(1), 12-31.
- Fidan, H. (2016). *Medición de la brecha digital intersectorial con los coeficientes de Gini: estudio de caso Turquía y Lituania* (págs. 439–451). Inžinerinė Ekonomija.
- Gómez, DC (2019). Aproximación de la evolución de la brecha digital entre los jóvenes en España (2006-2015) Digital entre la población joven en España (2006-2015)]. *Revista Española de Sociología*, 28(1), 27–44. <https://doi.org/10.22325/fes/res.2018.16>
- Gutiérrez, LH y Gamboa, LF (2010). Determinantes del uso de TIC entre grupos de bajos ingresos en Colombia, México y Perú. *La sociedad de la información*, 28(5), 346–363. <https://doi.org/10.1080/01972243.2010.511559>
- Hoffman, DL y Novak, TP (2012). Hacia una comprensión más profunda de las redes sociales. *Revista de marketing interactivo*, 26(2), 69–70. <https://doi.org/10.1016/j.intmar.2012.03.001>
- Lozano, FAM, Cruz Pulido, JM, & García Rodríguez, JF (2021). La segmentación del mercado de la educación superior en Colombia revela desigualdades sociales. *Convincente educación*, 8(1), 1877885. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2021.1877885>
- Lustig, N., Pabón, VM, Sanz, F. y Younger, SD (2020). *El impacto de los confinamientos por el COVID-19 y la ampliación de la asistencia social en la desigualdad, la pobreza y la movilidad en Argentina, Brasil, Colombia y México*. Universidad de Tulane, Departamento de Economía.
- Medina, C. y Suárez, CMP (2010). *Cambio técnico y polarización del mercado laboral: evidencia para Brasil, Colombia y México*. Banco de la República. Mesquita, A., Moreira, F. y Peres, P. (2016). Entorno de aprendizaje personalizado: un nuevo enfoque. En RA R, CMP G y S. O (Eds.), *XI Congreso Ibérico de Sistemas y tecnologías de la información, CISTI 2016 (vols. 2016-julio)*. Sociedad de Computación IEEE. <https://doi.org/10.1109/CISTI.2016.7521621>.
- Monsalve, DYH (2021). El modelo de la alternancia y la desigualdad educativa territorial en la educación en Colombia. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 1(2), 61–86.
- Nishijima, M., Ivanauskas, TM y Sarti, FM (2017). Evolución y determinantes de la brecha digital en Brasil (2005-2013). *Política de Telecomunicaciones*, 41(1), 12-24.
- OCDE, DL (2001). *Comprender la brecha digital*. París: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- Osaba, E., Pierdicca, R., Duarte, T., Bahillo, A. y Mateus, D. (2019). Uso de las TIC para la mejora de los espacios públicos abiertos: La oportunidad que ofrecen CyberParks herramientas digitales. *Apuntes de conferencias en informática (incluidas subseries de apuntes de conferencias sobre inteligencia artificial y apuntes de conferencias de bioinformática)*, 11380 LNCS. https://doi.org/10.1007/978-3-030-13417-4_22
- Rodríguez, C., Sánchez Torres, F., & Zúñiga, JM (2011). *Impacto del Programa Computadores para Educar" en la deserción estudiantil, el logro escolar y el ingreso a la educación superior"*. Universidad de los Andes-CEDE.

- Rodríguez, C., Sánchez, F., Velasco, T. y Márquez, J. (2015). *Efectos a largo plazo del uso de computadoras en las escuelas: evidencia de Colombia*. mimeografiado.
- Sánchez, CC, González, DS, & Osejo, I. (2014). *Tipologías departamentales y municipales: Una propuesta para comprender las entidades territoriales colombianas*. grupo de Estudios Territoriales.
- Sarmiento Espinel, JA, Silva Arias, AC, & van Gamen, E. (2019). Evolución de la desigualdad de oportunidades educativas desde la educación secundaria hasta la universidad. *Revista Internacional de Desarrollo Educativo*, 66, 193–202. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2018.09.006>
- Sedimo, Carolina del Norte, Bwalya, KJ y Du Plessis, T. (2011). Conquistar la brecha digital: estado e intervenciones de la brecha digital de Botswana y Corea del Sur. *Revista SA de Gestión de la información*, 13(1), 10. <https://doi.org/10.4102/sajim.v13i1.47>. Arte. #471.
- Cación, W. (2008). El desarrollo de Internet y la brecha digital en China: un análisis espacial. *Estudios de Comunicación Intercultural*, 17(3), 20. Streicher-Porte, M., Marthaler, C., Böni, H., Schlup, M., Camacho, A. y Hilty, LM (2009). ¿Una computadora portátil por niño, renovación local o donaciones en el extranjero? Evaluación de sostenibilidad de escenarios de suministro de computadoras para escuelas de Colombia. *Revista de Gestión Ambiental*, 90(11), 3498–3511. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.06.002>
- Toudert, DE (2014). Aprovechamiento de las TIC en México: Una aproximación empírica mediante el uso de microdatos y la aplicación de la modelación PLS. *apertura*, 8(1), 6-17.
- Universidad Nacional de Colombia. (2018). *Informe final del estudio de medición y evaluación de impacto de CPE 2014-2018*.
- Valencia-Tello, DC (2016). Gobernanza colaborativa para una mejor educación en Colombia. En E. B y M. S (Eds.), *IX Congreso Internacional sobre Teoría y Práctica de la gobernanza electrónica, ICEGOV 2016* (págs. 127-130). Marc: Asociación de Maquinaria Informática. <https://doi.org/10.1145/2910019.2910058>, 01-03. Velásquez, A. (2013). América Latina | Brecha digital en Colombia: El papel del acceso motivacional y material en el uso y tipos de TIC. *Revista Internacional de comunicación*, 7, dieciséis.
- Wang, K. y Liu, Q. (2004). Brecha digital: Adopción de Internet en China. *ICEB*, 1270-1276.
- Wei, L. y Hindman, DB (2011). ¿Importa más la brecha digital? Comparación de los efectos del uso de los nuevos y antiguos medios sobre la brecha de conocimiento basada en la educación. *Comunicación de masas y sociedad*, 14(2), 216–235.