



**Efecto del acceso a Internet y las  
herramientas tecnológicas en los  
resultados académicos de las pruebas  
Saber 11**

**Andrea Milena Arias Prieto**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas

Bogotá D.C, Colombia

2023

# **Efecto del acceso a Internet y las herramientas tecnológicas en los resultados académicos de las pruebas Saber 11**

**Andrea Milena Arias Prieto**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:  
**Magister en Ciencias Económicas**

Director (a):

PhD Economía, Nancy Milena Hoyos Gómez

Línea de investigación:

Economía pública y políticas

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de Economía

Bogotá, Colombia

2023

## Resumen

### **Efecto del acceso a Internet y las herramientas tecnológicas en los resultados académicos de las pruebas Saber 11**

Este documento estima los efectos de las herramientas TIC en el hogar y en las sedes educativas sobre el desempeño académico, medido como el resultado en las pruebas Saber 11. Para este análisis, se utilizó información de los estudiantes de 2016 a 2021, con variables socioeconómicas, características específicas de los colegios y las variables de interés. El modelo se estima con una regresión de efectos fijos con el objetivo de controlar la heterogeneidad no observada y constante en el tiempo de los colegios. Los resultados evidencian que la disponibilidad de herramientas TIC en el hogar y el uso de estas en fines educativos por parte de los docentes incrementa el puntaje global promedio en 0,044 y 0,034 desviaciones estándar, respectivamente. Por su parte, la disponibilidad de tablets en los colegios tiene una incidencia negativa; lo contrario sucede con los computadores de escritorio. Sin embargo, los resultados no son homogéneos cuando se evalúan por asignatura, lo cual es consistente con la literatura revisada.

**Palabras clave: Resultados académicos, TIC, efectos fijos.**

## Abstract

### **Effect of Internet access and technological tools on academic performance of the Saber 11 tests**

This paper estimates the effects of ICT tools at home and at schools on academic performance, measured as the result in the Saber 11 tests. Student data from 2016 to 2021, with socioeconomic variables, school-specific characteristics, and the variables of interest were used for this analysis. The model is estimated with a fixed effects regression with the purpose of controlling for unobserved and constant heterogeneity over time of schools. The results show that the availability of ICT tools at home and the use of these tools for educational activities by teachers increases the average overall score by 0,044 and 0,034 standard deviations, respectively. On the other hand, the availability of tablets in schools has a negative impact; the opposite is true for desktop computers. However, the results are not homogeneous when evaluated by subject, which is consistent with the literature reviewed.

**Key words: Academic outcomes, ICT, fixed effects.**

## Contenido

1.	Introducción.....	1
2.	Marco Teórico.....	3
2.1.	Características del Sistema Educativo.....	3
2.2.	Marco regulatorio y políticas implementadas para la incorporación de las TIC en la educación. ....	3
2.3.	Revisión de Literatura. ....	6
2.3.1.	Contexto del estudio de las tecnologías en la educación. ....	6
2.3.2.	Evaluaciones de impacto: experimentales o cuasi – experimentales.....	8
2.3.3.	Diseños de investigación: inferir efectos causales.....	9
3.	Datos .....	10
1.1.	Variables .....	11
3.1.1.	Variables Predictoras.....	11
3.2.	Estadística Descriptiva.....	12
3.2.1.	Estadística descriptiva para el puntaje en el ICFES. ....	13
4.	Diseño Metodológico.....	17
5.	Análisis de los resultados .....	19
5.1.	Análisis de los resultados de la dummy temporal. ....	24
6.	Recomendaciones .....	25
7.	Conclusiones .....	26
	Anexos.....	28
	Anexo A. Variables seleccionadas para los modelos. ....	28
	Anexo B. Estadística descriptiva desagregada .....	30
	Anexo C. Modelación de modelos por herramientas TIC en el hogar y en el colegio.....	38
	Anexo D. Análisis complementario para calcular el efecto de las estrategias flexibles utilizadas por las Instituciones educativas en la Pandemia. ....	46
	BIBLIOGRAFÍA .....	51

## Índice de Gráficos

Gráfico 1.	Promedio del puntaje global por naturaleza del colegio y estrato de la vivienda del estudiante .....	14
Gráfico 2.	Puntaje Global por variables TIC de las sedes educativas .....	16
Gráfico 3.	Promedio del puntaje global por presencia de TIC en la vivienda.....	16

## Índice de Tablas

Tabla 1. Resumen del marco regulatorio y planes implementados en Colombia para incorporar las TIC en los procesos educativos .....	5
Tabla 2. Estadística Descriptiva de los resultados académicos .....	13
Tabla 3. Herramientas TIC por estudiante.....	15
Tabla 4. Resultados de efectos fijos por núcleo de conocimiento.....	21
Tabla 5. Resultados de la interacción entre la dummy temporal y la tenencia de TIC en la vivienda.....	25
Tabla 6. Variables resultado y predictoras.....	28
Tabla 7. Estadística descriptiva variables categóricas individuales .....	30
Tabla 8. Estadística descriptiva variables control por Colegio.....	33
Tabla 9. Estadística descriptiva variables interés por Colegio.....	36
Tabla 10. Modelación de los diferentes modelos .....	38
Tabla 11. Modelo estimado por herramienta TIC en el colegio .....	42
Tabla 12. Interacción entre el estrato y la naturaleza del colegio.....	42
Tabla 13. Interacción entre el género, la naturaleza del colegio y la tenencia de TIC en la vivienda.....	43
Tabla 14. Estimación modelo Logit para puntajes globales .....	47
Tabla 15. Probabilidades de éxito teniendo en cuenta la estrategia flexible de enseñanza implementada por las instituciones educativas.....	49

## 1. INTRODUCCIÓN

La digitalización y el internet están cambiando la forma en que los individuos, empresas y gobiernos interactúan, al tiempo que aportan oportunidades de aprendizaje y desarrollo de nuevas capacidades. Las tecnologías de la información y las comunicaciones progresivamente han adquirido un rol importante en los procesos de aprendizaje; una gran cantidad de países han realizado gasto público en la compra y mantenimiento de dispositivos educativos relacionados con las TIC (Comi, Argentin, Gui, Origo, & Pagani, 2016) y en programas que permiten el acceso a internet desde los lugares más remotos.

La infraestructura TIC ha tomado relevancia e importancia en los últimos años, puesto que facilita el camino hacia el desarrollo económico y tiene una amplia aplicación en todos los aspectos determinantes del crecimiento (Aftab & Ismail, 2015). Así mismo, las TIC han revolucionado todas las esferas de la vida y, en conjunto con la globalización y la modernización, están creando un mundo cada vez más interconectado y diverso. Para entender este escenario, las personas necesitan dominar las tecnologías cambiantes y adoptar nuevas destrezas (OECD, 2005), llamadas las habilidades del siglo XXI, como la comunicación, la creatividad y la misma aplicación de las TIC.

A través de políticas públicas, Planes Decenales de Educación y Planes TIC se han impulsado programas de apropiación de las TIC para niños, jóvenes y adolescentes. Lo anterior, por el efecto positivo que estas causan en el proceso de aprendizaje y en los resultados académicos, que al final revierten en la superación de la brecha digital y sirve como mecanismo de movilidad socioeconómica (OCDE, 2020). No obstante, no hay un consenso en la literatura al respecto, pues si bien la tecnología crea nuevas oportunidades, la manera de aprovecharlas depende de la articulación con las metodologías de enseñanza y educación.

En este sentido, el uso de las TIC por parte de alumnos, profesores y colegios cobra importancia en los planes de estudio, ya que permite hacer frente a los cambios disruptivos ocasionados por las tecnologías y la automatización, además de mejorar competencias en las diferentes asignaturas y adquirir habilidades digitales (Voogt & Pareja Roblin, 2012); de allí surge la necesidad de medir el efecto ocasionado por el uso de las TIC en ambientes educativos en el desempeño académico. Al respecto, vale la pena mencionar que las investigaciones sobre el impacto del acceso a internet y el uso de computadores en la educación han producido resultados mixtos (Belo, Ferreira, & Telan, 2010). Colombia no es un caso distinto. Algunas investigaciones

recientes evalúan el efecto del acceso a internet fijo sobre los resultados académicos medido a través de la penetración de banda ancha y el resultado promedio en el ICFES en los municipios del país. Una de estas es el trabajo de Herrera Salazar (2017), que no encuentra evidencia sobre un impacto general del acceso a internet sobre los resultados de las pruebas en las diferentes materias para el período analizado (2006-2013) . Lo mismo sucede cuando se evalúa el uso de las computadoras en la enseñanza por medio de la iniciativa Computadores para Educar, programa que parece haber tenido poco efecto sobre los resultados de las pruebas estudiantiles, especialmente en matemáticas y español (Barrera Osorio & Linden, 2009).

Este trabajo pretende aportar a la literatura al estudiar la relación entre el acceso a internet y/o de herramientas de cómputo en los colegios y los resultados académicos. En este sentido, también pretende verificar si en línea con la literatura no se encuentran resultados consistentes que permitan sustentar esta causalidad. Este estudio busca incorporar variables omitidas que permiten determinar el efecto de las TIC en el desempeño académico y que no fueron consideradas de manera conjunta en las investigaciones recientes, como el tamaño del colegio, el tamaño de la clase, la frecuencia del uso de herramientas tecnológicas en los colegios, y las habilidades de los profesores medidas como estudiantes por docentes, la educación y vinculación de estos últimos. Los resultados obtenidos pueden aportar al entendimiento de la inversión en el sector TIC como un determinante de los resultados estudiantiles.

En este orden de ideas, el objeto de este documento es el desempeño académico medido a través de los resultados del ICFES y explicado por el acceso a internet desde herramientas tecnológicas e incluye algunas variables de control incorporadas según la literatura revisada. Para ello, se aplica una serie de regresiones lineales con efectos fijos, que buscan eliminar el sesgo que pueden causar los factores no observados constantes en el tiempo. Sin embargo, puede estar limitado por variables no observadas que cambian en el tiempo y entre individuos.

Para esto, el presente documento se compone de seis apartados: en el primero se explica el estado del arte con respecto a la pregunta de investigación y las principales acciones de política implementadas por el gobierno; en la segunda, se aborda la estructura de la base de datos y las fuentes de información; en la tercera sección, se desarrolla el modelo de panel de efectos fijos; en el siguiente apartado, se exponen los resultados de los modelos; en la quinta, se realizan propuestas de política pública; y por último, se presentan las conclusiones.



## **2. MARCO TEÓRICO**

La literatura ofrece resultados mixtos y no concluyentes del impacto de las TIC en los resultados académicos. Pues si bien, se habla de la cuarta revolución industrial caracterizada por las tecnologías que renuevan el mundo y cambian la forma de relacionarnos, y de cómo se conciben las relaciones y actividades diarias, esta no está teniendo un impacto consistente y constante en los resultados académicos. Así, este apartado se divide en tres secciones, en la primera se describen las características del sistema educativo, en la segunda se expone el marco regulatorio y las políticas implementadas por el gobierno para incorporar las TIC en la educación, y en la tercera se aborda la revisión de literatura.

### **2.1. Características del Sistema Educativo.**

La Ley 115 de 1994 expone que la educación formal es aquella que se imparte en establecimientos educativos aprobados, en una secuencia regular de ciclos lectivos. Esta se compone de tres niveles: el preescolar, la educación básica con nueve grados (primaria cinco grados y secundaria cuatro grados), la educación media (dos grados y culmina con el título de bachiller).

De acuerdo con la sección IV de la Ley 115 de 1994, la educación media constituye la combinación de los grados décimo y once, y tiene, entre otros, como objetivo la preparación de los estudiantes para el ingreso a la educación superior y al trabajo. El propósito de este trabajo es evaluar los resultados académicos para este componente del sistema educativo.

Adicionalmente, en la educación formal de adultos existen los ciclos Lectivos Especiales Integrados, que corresponden a unidades curriculares estructuradas equivalentes a determinados grados de educación formal regular. Para el caso puntual de la educación media, los ciclos Lectivos Especiales correspondientes son los ciclos V y VI.

### **2.2. Marco regulatorio y políticas implementadas para la incorporación de las TIC en la educación.**

La regulación colombiana, mediante la Ley 1341 del 2009, determinó el marco para la formulación de políticas públicas que rigen el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, asignándole al Ministerio de las Tecnologías de la Información el objetivo de conectar al país promoviendo la inversión en el sector, con el fin de contribuir al desarrollo

económico, social y elevar el bienestar de los colombianos a través de la articulación las políticas públicas que promuevan la digitalización de todas las esferas de la sociedad.

A través de los planes TIC 2008 - 2019 y 2018 - 2022 se construyó la hoja de ruta en materia de conectividad, accesos, tecnología, competitividad e innovación, que guía los programas, planes y políticas del sector. Ahora bien, el reto en 2008 era lograr que en 2019 todos los colombianos estuvieran conectados, informados y haciendo uso eficiente y productivo de las TIC para mejorar la inclusión social (MINTIC, 2009), mientras que en 2018 se buscaba el cierre de la brecha digital y la preparación en materia de transformación digital. Ambos planes presentaron retos no solo en materia de conectividad sino de acceso, calidad, implementación e innovación en el uso de las TIC para la superación de desigualdades sociales.

Conforme a ello y con el objetivo de aprovechar la oportunidad de país para generar valor económico y social a través del uso de las TIC, en 2019 se expidió el CONPES 3975, el cuál plantea las condiciones para potenciar la generación de valor económico y social, a través del uso de las TIC como herramientas para impulsar la productividad y aumentar el bienestar ciudadano (CONPES, 2019). Esta política tiene acciones encaminadas a construir y fortalecer los proyectos educativos en habilidades tecnológicas para la cuarta revolución industrial y la capacitación continua de maestros, maestras y directivos para que promuevan prácticas innovadoras en el marco del proyecto educativo institucional, entre otras.

La educación es uno de los ejes del Plan TIC 2008-2019 que expone la importancia de las TIC como vehículo para el apoyo de los principios fundamentales de la Nación. De esta manera, a través de distintas metas formuladas, como cinco estudiantes por computador a 2019, se hizo seguimiento a la infraestructura para conectar a los estudiantes de los colegios (MINTIC, 2009). Las apuestas de los planes TIC implican que los programas y políticas se articulen con los Planes Nacionales de Desarrollo Educativo.

En línea con lo anterior, entre 2007 y 2010, la revolución educativa incluyó las TIC como elemento estratégico para la modernización de un sistema educativo para el futuro; esta revolución estuvo enmarcada en el Programa Nacional de uso de medios y TIC, el cual se componía de dos elementos centrales: i. Descentralización del Ministerio de Educación Nacional (MEN) y ii. Autonomía institucional para el desarrollo del proyecto educativo institucional de cada institución educativa (Leal, 2012). De acuerdo con Leal (2012) este programa sirvió como

catalizador y permitió el foco en la creación de planes institucionales de las instituciones educativas el uso de las TIC.

Por otro lado, la política educativa se orienta a través de los Planes Nacionales de Desarrollo Educativo, los cuales sirven como ruta orientadora para cumplir con los mandatos constitucionales y garantizar el derecho a la educación que tienen las personas. Así, los primeros dos planes (1996- 2005 y 2006-2016) mantienen la convicción de que la educación es el principal motor para el desarrollo humano, económico, social y cultural. En el marco de la estrategia para incrementar la calidad de la educación en Colombia se logró la entrega 166 mil equipos de cómputo, 5.520 establecimientos conectados a banda ancha y 100 mil docentes del sector oficial con alfabetización digital. A pesar de lo anterior, no se resolvieron objetivos como la incorporación de la ciencia, tecnología e innovación en todos los niveles educativos (MINEDUCACIÓN, 2016).

Por lo mismo, en el plan 2016-2026 se plantea como desafío “impulsar el uso pertinente, pedagógico y generalizado de las nuevas y diversas tecnologías para apoyar la enseñanza, la construcción de conocimiento, el aprendizaje, la investigación y la innovación, fortaleciendo el desarrollo para la vida”. De este, se esperaba que formando a los maestros en el uso pedagógico de las diversas tecnologías se aprovecharía la capacidad de estas herramientas en el aprendizaje continuo, y se incorporarían las TIC como instrumentos útiles en los procesos de enseñanza en las áreas básicas y/o habilidades en profesiones de desarrollo tecnológico (MINEDUCACIÓN, 2016).

Los programas, planes y políticas implementadas en el país, en resumen, han buscado mayor conectividad en colegios y una apropiación de las TIC incidente en los estudiantes y profesores (Ver Tabla 1).

**Tabla 1. Resumen del marco regulatorio y planes implementados en Colombia para incorporar las TIC en los procesos educativos**

<b>Instrumento</b>	<b>Año</b>	<b>Objetivo relacionado con el propósito de estudio</b>
Ley 115 de 1994	1994	La Ley General de Educación, permite identificar el nivel de estudios expuesto en el documento y su comparabilidad con los CLEI V y VI

<b>Instrumento</b>	<b>Año</b>	<b>Objetivo relacionado con el propósito de estudio</b>
Ley 1341 de 2009	2009	Las políticas que rigen el sector TIC son lideradas por el Ministerio TIC con el objetivo de conectar al país. Lograr que en 2019 todos los colombianos estuvieran conectados, informados y haciendo uso eficiente y
Plan TIC 2008 - 2019	2008 - 2019	productivo de las TIC para mejorar la inclusión social. Tenía como metas conectar a internet a los Colegios y cinco estudiantes por computadora
Plan TIC 2018 - 2022	2018 - 2022	Buscaba el cierre de la brecha digital y la preparación en materia de transformación digital.
Plan Nacional de Desarrollo Educativo	2016- 2026	Se plantea formar a los maestros en el uso pedagógico de las diversas tecnologías e incorporar las TIC como instrumentos útiles de enseñanza

Fuente: Leyes, programas y planes del Estado Colombiano – Elaboración Propia

### **2.3. Revisión de Literatura.**

Evaluar el impacto del acceso a internet en el desempeño académico se vuelve cada vez más relevante para la formulación de políticas públicas. Desde la entrada de la radio y la televisión se ha reformado la forma de enseñar; sin embargo, las evaluaciones sobre cómo estas herramientas han impactado en la vida de los estudiantes, en la forma de enseñar de los profesores o en la evaluación que se realiza a los jóvenes no son concluyentes, como se observará en el apartado uno de esta sección.

Durante los últimos años, los resultados obtenidos en un número significativo de estudios que han analizado la relación entre los factores de las tecnologías y los resultados académicos son mixtos e indeterminados. Estos documentos se pueden clasificar entre experimentales o cuasiexperimentales, que evalúan el impacto de programas específicos de los países enfocados a brindar herramientas tecnológicas en los colegios, y aquellos basados en diseños de investigación que buscan inferir efectos causales del uso de las TIC, medidos a través del efecto de la banda ancha o internet fijo en los resultados estudiantiles.

#### **2.3.1. Contexto del estudio de las tecnologías en la educación.**

Las reformas educativas ocurren cíclicamente debido a lo que consideran los hacedores de política que el mercado laboral necesita o a las modificaciones tramitadas a través de políticas públicas que puedan solucionar los problemas identificados en los colegios (Cuban, Larry Cuban on School Reform and Classroom Practice, 2024). En Estados Unidos desde 1980 hasta la segunda Guerra Mundial los empresarios querían graduados que supieran leer y escribir, habilidades que pudiesen utilizarse en las industrias en auge, y ha venido ocurriendo de la misma manera, de acuerdo con las necesidades del mercado, así lo plantea, Larry Cuban, 2024.

De igual manera, Cuban (2001) plantea que la tecnología digital en la educación infantil, primaria, secundaria y universitaria esta sobrevenida, ya que se presenta con demasiadas expectativas y es infrautilizada, teniendo en cuenta que es poco aprovechada. Esto último se explica, en que cada estudiante, profesor y trabajador acabará teniendo un ordenador personal, pero no se producirá ningún cambio fundamental en las prácticas de los docentes. Para el profesor Cuban, todo el cambio tecnológico en el acceso y uso de los dispositivos no ha alterado las prácticas docentes dominantes.

Los argumentos de Cuban (1986) se refuerzan en los estudios que realizó desde los 80, cuándo investiga cómo y cuánto los docentes usaban el cine, la radio y la televisión educativa. En este estudio expone que si bien muchos investigadores demostraron a través de evaluaciones de impacto, que el grupo de tratamiento de estudiantes que recibía sus clases a través de una película, presentaban mayor motivación para aprender y tenían mejores resultados, las metodologías de las investigaciones presentaban inconsistencias, ya que no valoraban la frecuencia del uso de las herramientas o el cambio en los métodos de enseñanza. Por lo que al evaluar la frecuencia con que los profesores usaban estas herramientas el resultado es mínimo, y argumenta que por muchas razones los profesores apenas las utilizaron. Cuban (2015), muestra que la introducción de la tecnología en las aulas ha seguido un patrón en el que los profesores rara vez han participado en la planificación del uso de estas nuevas innovaciones, sino que estas han sido diseñadas por los hacedores de política, sin conocer a profundidad las complejidades de las enseñanzas en los colegios.

En la misma línea que plantea Cuban, donde los profesores deben liderar las reformas educativas, los cambios en la manera de enseñar y las modificaciones en cómo se evalúan a los estudiantes. Heppell (1993) expone que la evolución pedagógica implica la incorporación e identificación de las nuevas capacidades de información de los estudiantes actuales y el

reconocimiento del impacto que el aprendizaje con recursos informáticos tiene en la enseñanza tradicional, es decir, reconocer que las TIC, no sólo aportan algo nuevo al entorno del aprendizaje, sino que lo cambian y también cambian a los alumnos. De esta manera, Heppell argumenta que las TIC no deben estar integradas a un diseño, sino que el diseño debe comenzar con los objetivos de las TIC y su provisión debe diseñarse desde el principio, planteando que se sigue evaluando a los estudiantes por lo que hacían antes y no por lo que pueden hacer ahora con las tecnologías (Heppell, Chapman, Millwood, Constable, & Furness, 2004).

### **2.3.2. Evaluaciones de impacto: experimentales o cuasi – experimentales.**

Como ejemplo inicial, Barrera Osorio & Linden (2009) utilizaron una evaluación de impacto para estimar el efecto del programa Computadoras para Educar en Colombia, tanto en su fin mismo como en los logros de los estudiantes. El programa tiene como objetivo integrar computadoras en la enseñanza de idiomas en las escuelas públicas que fueron donadas por el sector privado. Los autores realizan una evaluación aleatoria de dos años del programa a partir de la estimación de un modelo en diferencia simple. En general, el programa parece haber tenido poco efecto en los puntajes de las pruebas de los estudiantes. La evidencia sugiere que el uso de las computadoras por parte de los estudiantes para el propósito previsto fue limitado: solo del 3 al 4 por ciento de los estudiantes en los grupos de tratamiento y control informaron que usaban las computadoras en la clase de idioma.

Muñoz & Ortega (2015) realizan una evaluación de impacto de dos programas del gobierno chileno, Fondos para Banda Ancha y TIC en el aula, para (2016-2010) y (20071-2011), respectivamente. Los resultados muestran que no ha sido posible identificar un impacto significativo en estos programas, ni por separado ni conjuntamente. Sin embargo, TIC en aula tiene un impacto positivo y significativo en la enseñanza de lenguaje en áreas rurales, en grupos socioeconómicos bajo o medio bajo y en alumnos provenientes de un hogar sin acceso a internet. En general, el acceso a internet en el hogar muestra un impacto negativo sobre el rendimiento, un resultado opuesto al de disponer de computadora en el hogar, que tiene un impacto positivo y significativo.

De la misma manera, Melo, Machado, & Miranda (2017) evalúan el programa una Laptop por niño en el desempeño de los estudiantes de Uruguay en lectura y matemáticas y para ello usan la metodología de diferencias en diferencias. Los resultados sugieren que el programa no tuvo impacto en las calificaciones en lectura y matemáticas.

### 2.3.3. Diseños de investigación: inferir efectos causales.

En su mayoría, este enfoque se realiza a través de análisis de datos transversales, explotando el uso de las encuestas existentes y controlando características escolares disponibles. Esto ha permitido estimar aproximaciones estadísticas entre los indicadores de acceso a las TIC y los resultados estudiantiles. No obstante, este análisis enfrenta una limitación y es el problema de endogeneidad: cómo afectan los factores no observables, por ejemplo, motivaciones estudiantiles personales, habilidades o inteligencia de línea base, que pueden estar asociados con la habilidad y uso de las TIC por parte de los estudiantes y al mismo tiempo con sus resultados académicos (Fernández Gutiérrez, Gimenez, & Calero, 2020).

A partir del uso de los datos de las pruebas ICFES del 2006 al 2013 para Colombia a nivel municipal, Herrera (2017) estimó los resultados académicos por municipio explicados por el acceso a internet fijo (medido como la penetración de banda ancha) y usando como variables de control los alumnos por docente, la distancia del municipio a la capital, la inclinación del municipio, un índice de ruralidad, el PIB y el NBI del municipio. Debido al problema de endogeneidad, el autor implementa un análisis econométrico con variables instrumentales a partir de un índice de tecnología de la oferta de internet fijo, que refleja la calidad ofrecida del servicio en cada municipio de acuerdo con los niveles de capacidad tecnológica de los proveedores. Los resultados indican que la penetración no genera ningún efecto en los resultados académicos estandarizados.

De igual manera, Belo, Ferreira, & Telan (2010) utilizan un panel de datos sobre el uso de la banda ancha y las calificaciones de los estudiantes de todas las escuelas intermedias de Portugal. Estiman el modelo en primeras diferencias para dar cuenta de los efectos no observados específicos de la escuela. Sin embargo, para corregir la endogeneidad del rendimiento escolar al uso de la banda ancha, crean una variable instrumental definida como la distancia entre la escuela y las oficinas centrales del proveedor del servicio. Los resultados encontrados evidencian que los altos niveles de uso de banda ancha en las escuelas en 2008 son perjudiciales para los grados de los estudiantes de noveno grado y que el efecto adverso del uso de la banda ancha se refuerza en los niños y se debilita en las niñas, lo que concuerda con el hecho que, en Portugal, los niños informan que participan en actividades de distracción en Internet más que las niñas.

Por otro lado, Fernández, Gimenez, & Calero (2020) analizan el impacto del uso de las TIC en la escuela sobre los resultados de los estudiantes en la educación secundaria en

matemáticas, lectura y ciencias. El trabajo utiliza datos para tres años de la prueba PISA (2009, 2012, 2015) para las regiones españolas (Comunidades Autónomas), y emplea un modelo lineal jerárquico que explica los resultados educativos a través de las variables predictoras que agrupa en tres grupos: nivel estudiantil (características del estudiante), nivel del colegio, y el uso de las TIC. Los resultados muestran que un aumento en el uso de las TIC en la escuela en una comunidad autónoma no tiene efectos positivos en las puntuaciones de PISA en matemáticas y lectura, mientras que sí se encuentra un efecto positivo en las puntuaciones de PISA en ciencias. Estos resultados sugieren que el impacto de las TIC en los resultados educativos depende del tema y del tipo de uso de las tecnologías.

### 3. DATOS

Se aborda la pregunta de investigación usando la base de datos de resultados de las pruebas saber 11 del ICFES, el número de conexiones de internet por habitante en los municipios del MINTIC y el complemento de las variables de control y de interés son obtenidos del DANE de la encuesta de educación formal, específicamente el módulo VIII, información sobre las tecnologías de la información y las comunicaciones.

Con respecto al ICFES, se tiene información de 2.978.807 estudiantes para los años 2016-2021. El resto de las variables control y de interés se complementan con la información del DANE: uso de los equipos de cómputo, alumnos matriculados (con el objetivo de medir los alumnos por docente), tenencia y acceso a los servicios TIC, conexión a internet de las sedes educativas, la frecuencia de uso de equipos de cómputo, la intensidad horaria en la asignatura de tecnología e informática, el nivel educativo de los docentes y su tipo de vinculación.

El período de análisis es del 2016 al 2021. Ya que la estructura del examen del ICFES fue modificada en el segundo semestre del 2014 con el objetivo que los resultados fueran comparables, en términos de la evaluación de competencias genéricas, con los de otras pruebas del SNEE como las pruebas Saber 3, 5 y 9 y el examen de educación superior, Saber Pro.

De igual manera, durante los años 2016 al 2018 se realizaron ajustes a la encuesta de investigación de educación formal realizada por el DANE. Esta es una operación estadística tipo Censo, de periodicidad anual, que se aplica a los establecimientos de educación formal legalmente constituidos: oficiales y no oficiales, que ofrecen los servicios de preescolar, básica primaria, básica secundaria y media, y que se encuentren en área rural o urbana. La encuesta



contiene ocho módulos de los cuales este trabajo solamente empleó el de información sobre tecnologías de información y comunicaciones, el cual incluyó nuevas preguntas en 2016 consistente con el período de investigación de este documento.

Utilizando los datos disponibles por las fuentes de información descritas del 2016 al 2021, se tiene una muestra de 2.978.807 estudiantes y 10.924 sedes de instituciones educativas. El panel por colegio no es balanceado ya que para algunos años se presentan datos nulos del puntaje en las pruebas y otras variables de interés y control.

### **1.1. Variables**

Se establece una función que relacione estadísticamente dos tipos de variables: el desempeño académico (variable dependiente), y los factores que inciden en el proceso de enseñanza (predictores), entre las que se encuentran las variables de control y las de interés relacionadas con la tenencia y uso de las TIC (Ver Anexo A y Tabla 6).

#### **3.1.1. Variables Predictoras**

Estas se clasifican en dos: las variables de interés y las de control. En las primeras, se incorporarán si en la casa y el colegio tiene internet y computador, la frecuencia de uso de los equipos en el colegio, la penetración promedio en el municipio, el uso de los equipos de cómputo realizados por los docentes, la intensidad horaria en la asignatura de tecnologías e informática y la cantidad de aulas informáticas de los colegios. De otra parte, los controles incluyen variables proxy del nivel socioeconómico tales como el mayor nivel educativo alcanzado por los padres, características del colegio, estrato económico, mayor nivel educativo alcanzado por los docentes, estudiante por docente, cantidad de alumnos matriculados, cantidad de docentes por tipo de vinculación y quienes tienen posgrado en educación u otra área de conocimiento.

Las variables como cantidad de alumnos matriculados y los docentes con posgrado son presentadas y desagregadas por el DANE por nivel de enseñanza y teniendo en cuenta que el ICFES permite comprobar las competencias de las personas que están por terminar el grado undécimo de educación media, esto es los individuos evaluados en el ICFES son: estudiantes, validantes e individuales. El objeto de estudio de este trabajo son los estudiantes en media y CLEI – Ciclo Lectivos Integrados- cinco y seis. Este último hace referencia a la formación de adultos con bachillerato básico que están cursando la educación media académica, de acuerdo

con el Decreto 3011 de 1997; sin embargo, la clasificación de CLEI no está desagregada para estas variables.

### 3.2. Estadística Descriptiva

El examen saber 11 es una evaluación estandarizada del desarrollo de las competencias de los estudiantes que están por terminar el ciclo escolar de educación media, y se creó a finales de los años 60 con tres objetivos: servir como criterio para la entrada de estudiantes a la Educación Superior, monitorear la calidad en la formación ofrecida por los establecimientos educativa y producir información para la estimación del valor agregado de la educación (ICFES, 2020).<sup>4</sup> Estos dos últimos son los que motivan este estudio.

En cuanto a las variables individuales de los estudiantes (ver Anexo B y Tabla 7) el 55% de la muestra es de género femenino y el 6,5% reporta que pertenece a un grupo étnico. Adicionalmente, el 53,5% de los estudiantes evidencian que el grado más alto alcanzado por sus padres es secundaria completa o incompleta y primaria incompleta, mientras que el 9,4% y el 10,9% de la muestra expone que su padre y madre tienen educación profesional completa, respectivamente. Asimismo, el 85,8% de la muestra se encuentra entre los estratos socioeconómicos uno y tres.

En línea con lo mencionado anteriormente, el estudio se realiza con una muestra de 2.978.807 estudiantes en 10.924 sedes educativas; sin embargo, no es un panel balanceado ya que, para algunos años, los colegios no presentan observaciones. Adicionalmente, veintitrés instituciones educativas cambiaron su naturaleza, setenta y seis su área de ubicación y siete de calendario (seis pasaron de calendario A a B y el restante a otro calendario).

El 62,3% de la muestra la componen sedes educativas de carácter oficial, el 57,1% están ubicadas en perímetro urbano, y el 85,4% son de calendario A. De acuerdo con la encuesta del DANE el 73,9% cuentan con internet, el 55,6% usan los equipos de cómputo por lo menos una vez a la semana, pero no todos los días y el 0,5% ningún día de la semana. En promedio, en las sedes educativas analizadas hay cinco docentes en media con posgrado en educación u otra área de estudio, sin embargo, existen unidades de observación que no tienen docentes con este nivel de educación, mientras otras presentan hasta 75, de igual manera, la proporción de docentes con posgrado en relación con los docentes vinculados es de 9%. Por otro lado, los alumnos

matriculados en educación media son en promedio 217,5; sin embargo, por cada profesor hay 23,2 estudiantes (ver Anexo B y Tabla 8).

En promedio, las sedes educativas tienen 210,61 herramientas TIC<sup>1</sup> y 2,15 aulas TIC, con un máximo de 2.584 y 70, respectivamente; cada estudiante en educación media tiene acceso a una herramienta TIC. En los planes académicos se dedica, en promedio, dos horas y media semanales para las asignaturas de tecnología y de informática y el 86,8% los profesores usan las TIC para fines académicos.

### 3.2.1. Estadística descriptiva para el puntaje en el ICFES.

El puntaje global o total es el promedio ponderado de los puntajes en las cinco pruebas genéricas, con un valor máximo de 500<sup>2</sup> y mínimo de cero. De igual manera, para cada prueba (matemáticas, lectura crítica, ciencias, sociales e inglés) el puntaje máximo es 100. En la Tabla 2 se evidencia que la distancia entre el puntaje máximo y mínimo es mayor para la prueba de inglés, seguida por la de matemáticas.

**Tabla 2. Estadística Descriptiva de los resultados académicos**

Estadístico	Puntaje Global	Sociales	Lectura	Matemáticas	Inglés	Ciencias
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1st Qu.	217,00	40,00	46,00	43,00	41,00	43,00
Mediana	252,00	49,00	53,00	51,00	49,00	50,00
Media	254,86	49,15	53,18	51,29	50,39	50,46
3rd Qu.	290,00	58,00	60,00	60,00	58,00	75,00
Máximo	500,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Varianza	245,21	141,81	104,11	142,74	156,81	110,87
Desv. Estandar	50,45	11,91	10,20	11,95	12,52	10,53

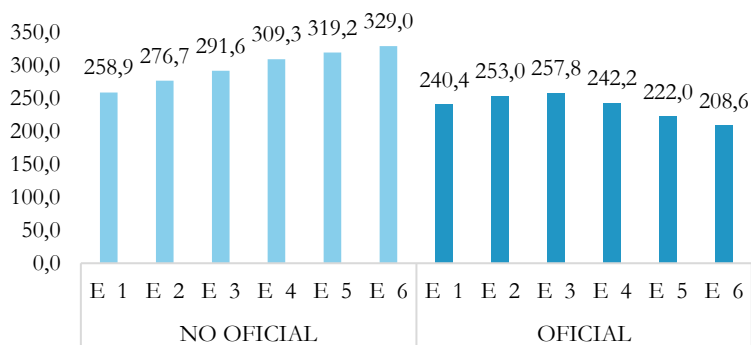
<sup>1</sup> Entre las que se incluyen: Tablets, Computadores de escritorio y portátiles.

<sup>2</sup> De acuerdo con la documentación del ICFES el puntaje global es construido a partir de un promedio ponderado de los puntajes en las cinco pruebas genéricas bajo la siguiente fórmula:  $PG = 5 * IG$ . Donde IG es:  $IG = \frac{3*Matemáticas+3*Lectura+3*Ciencias+3*Sociales+1*Inglés}{5}$

Fuente: ICFES – Elaboración propia.

De igual manera, el Gráfico 1 evidencia que el máximo para cada uno de los puntajes se obtiene en colegios no oficiales, es decir, los estudiantes de colegios privados tienden a obtener mejores resultados. Si bien en los colegios no oficiales el promedio del puntaje global aumenta a medida que se perciben mejores ingresos, usando como proxy el estrato socioeconómico de los hogares, no pasa lo mismo en los colegios oficiales cuya media de puntaje más alto se encuentra en el estrato 3.

**Gráfico 1. Promedio del puntaje global por naturaleza del colegio y estrato de la vivienda del estudiante**



Fuente: ICFES – Elaboración propia.

Las herramientas TIC por estudiantes en las sedes educativas pareciera tener poca relación con el promedio del puntaje global de las pruebas; sin embargo, las tablets por estudiante tienen una relación negativa con los puntajes y lo contrario sucede con los computadores de escritorio (Ver Gráfico 2. Panel derecho). Lo anterior, puede estar relacionado con la proporción de estas herramientas por tipo de institución educativa, ya que en las oficiales hay 0,68 tablets por estudiante en educación media; mientras que, en los computadores por escritorio existe 0,14 (Ver Tabla 3); es decir, la relación entre el puntaje y las herramientas TIC puede estar relacionado con el nivel de ingreso de los colegios, suponiendo que la naturaleza, es un proxy de este. Cuando se realiza el análisis para el total de alumnos por institución educativa, se evidencia en el mismo sentido, que la proporción de disponibilidad de tablets es mayor en los colegios oficiales.

**Tabla 3. Herramientas TIC por estudiante**

	Sector	Tablets	Portátiles	Computadores de Escritorio
Total	No oficial	0,02	0,09	0,03
alumnos matriculados	Oficial	0,12	0,03	0,08
Alumnos matriculados en media	No oficial	0,13	0,20	0,57
	Oficial	0,68	0,46	0,14

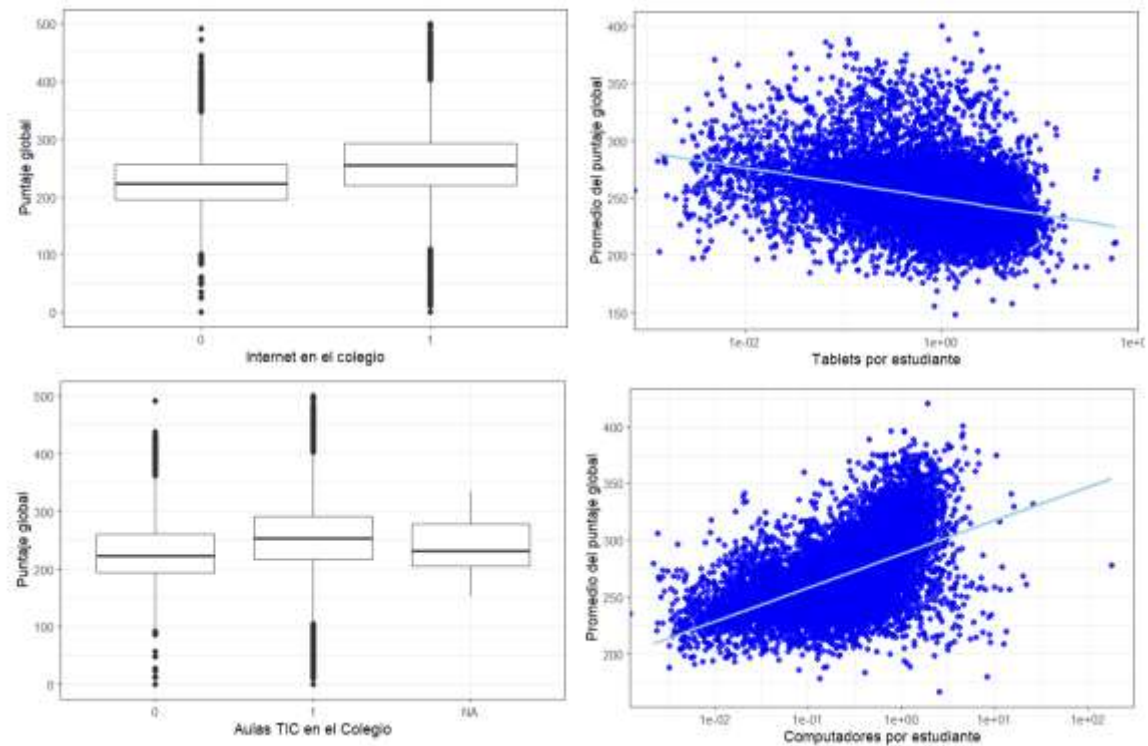
Fuente: ICFES y DANE Educación Formal – Elaboración propia.

Lo contrario sucede con tener internet y aulas TIC como lo evidencia el Gráfico 2. De acuerdo con el mismo, las sedes que tienen internet presentan aproximadamente un puntaje promedio mayor en cincuenta puntos, resultado similar a la presencia de aulas TIC en las instituciones educativas.

La tenencia de las herramientas tecnológicas en los colegios ha incrementado un 14,2% del 2016 al 2021, el aumento más grande se evidencia entre 2016 y 2017 (7,7%). Valdría la pena evaluar la causalidad de las inversiones realizadas en infraestructura tecnológica, y si está incidiendo en la educación de los bachilleres, o si su uso no contribuye a una mejora de la calidad académica. Y el mayor aumento en los períodos analizados se presentó entre 2016 y 2017, probablemente impulsado por la meta de aumentar la conectividad en banda ancha y los computadores por estudiante del Plan TIC del 2016-2026.

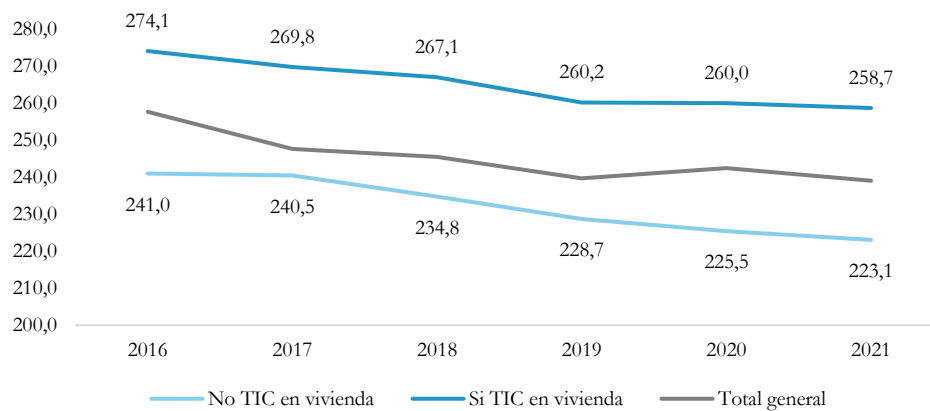
Ahora, si se analiza si en la vivienda se cuenta con herramientas tecnológicas versus el resultado del ICFES general en los años evaluados, se tiene que los individuos que poseen TIC en sus casas tienen en promedio un resultado académico mayor, que quienes no las tienen. En efecto, no se puede establecer una tendencia clara sobre el puntaje global del ICFES, ya que la diferencia entre la tenencia de las herramientas TIC en la casa no cambia la trayectoria decreciente en el tiempo de los resultados, como se evidencia en el Gráfico 3. Sin embargo, en el promedio general, se presenta una disminución para el año 2021 posiblemente ocasionada por la pandemia del COVID 19, análisis que se profundizará en la metodología a través de la introducción de una variable dummy en el modelo.

**Gráfico 2. Puntaje Global por variables TIC de las sedes educativas**



Fuente: Investigación educación formal DANE– Elaboración propia.

**Gráfico 3. Promedio del puntaje global por presencia de TIC en la vivienda**



Fuente: ICFES – Elaboración propia.

#### 4. DISEÑO METODOLÓGICO

Teniendo en cuenta la heterogeneidad entre los individuos, por ejemplo, la naturaleza del colegio, observada en la estadística descriptiva y con el objetivo de evaluar el impacto de las herramientas TIC y el internet en el desempeño académico, en este documento se usa una combinación de cortes transversales entre 2016 y 2021 para los individuos que presentaron la prueba SABER 11. Esta especificación de variables es útil para evaluar el impacto de ciertos eventos o políticas, para el análisis econométrico de los datos panel no se puede dar por sentado que las observaciones se distribuyen de forma independiente del tiempo, ya que pueden existir factores no observables que causen heterogeneidades entre los individuos (Wooldridge, 2009). Sin embargo, la limitación de este modelo es que pueden existir variables omitidas que cambian en el tiempo y entre individuos.

De acuerdo con Webbink (2005) los estudios que estiman los efectos de los recursos o inversiones en la educación presentan problemas de endogeneidad, ya que muchos factores pueden impactar los resultados de los estudiantes como: las características de los colegios, de los profesores y de los papas; por ejemplo, la motivación de los padres de escoger colegios con cursos pequeños o a invertir más tiempo en ayudar a sus hijos en el colegio. Y en el caso de este documento, tener internet y/o herramientas TIC en el colegio puede estar asociado a otros factores no observables que afectan al rendimiento académico; por ejemplo, la motivación de los maestros en el uso de las TICs, la cual se espera corregir con la variable de uso en fines educativos de los equipos de cómputo por parte de los docentes.

A partir del uso de datos panel, se puede clasificar los factores no observables que influyen en la variable dependiente (los resultados académicos), en dos tipos, aquellos que son constantes y los que varían con el tiempo (Wooldridge, 2009). Teniendo en cuenta que  $i$  es el estudiante y  $t$  es el tiempo, se asume que el desempeño académico de los individuos depende de las variables de interés relacionadas con la tenencia de TIC y otros factores sociales como el grado escolaridad de los padres, el tamaño de las clases, medido como en el número de estudiantes en educación media por profesor y la calidad de los profesores expresado como la cantidad de profesores con posgrado, variables incorporadas de acuerdo con Belo, Ferreira, & Telan (2010). Por lo tanto, el desempeño académico en los colegios se puede expresar por la siguiente ecuación.

$$(1) \quad y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 X_{i,t} + \beta_2 W_{i,t} + \beta_3 Z_c + \varepsilon_{i,t}$$

Donde  $y_{i,t}$  es el resultado promedio por estudiante en el período analizado,  $\mathbf{X}_{i,t}$  es el vector de las variables de interés y  $\mathbf{W}_{i,t}$  el vector de las variables de control y  $\varepsilon_{i,t}$  los errores del modelo. El vector  $\mathbf{Z}_c$  son las características de los colegios no observables constantes en el tiempo; por ejemplo, las motivaciones de los profesores, la inversión en TIC que realizan las sedes educativas, el porcentaje de uso de las TIC por asignatura, entre otras. Esto es, captura todos los efectos inobservables, constantes en el tiempo, que influyen en los resultados académicos.

Dado que  $\mathbf{Z}_c$  de la ecuación (1) varía entre colegios puede interpretarse como  $n$  interceptos para cada colegio (Stock & Watson, 2015), así la ecuación se puede expresar como:

$$(2) \quad y_{i,t} = \beta_1 X_{i,t} + \beta_2 W_{i,t} + \mathbf{a}_c + \varepsilon_{i,t}$$

Donde  $\mathbf{a}_c = \beta_0 + \beta_3 \mathbf{Z}_c$ , la ecuación (2) es el modelo de regresión de efectos fijos, en el cual  $\mathbf{a}_c$  es el *efecto inobservable* o *efecto fijo* en el tiempo y hace referencia a la heterogeneidad inobservable de los colegios.

Teniendo en cuenta que el modelo de efectos fijos es una variante del de regresión múltiple incluyendo las variables binarias del tiempo puede estimarse por OLS. Con el fin de seleccionar la mejor especificación, dada la disponibilidad de datos, empíricamente se estimarán las variables de interés por colegio y hogar en regresiones distintas, para luego quitar los efectos no observados y constantes en el tiempo.

Por consiguiente, se realizarán tres grupos de regresiones: i. en la primera las variables independientes son las TIC en el hogar, esto es, si el estudiante tiene computador o internet en la casa; ii. en la siguiente, el vector explicativo es las especificaciones TIC de los colegios que incluye, si los docentes usan las TIC con fines educativos, las herramientas TIC por estudiante, si la sede tiene internet, y la frecuencia del uso de cómputo; iii. por último, se evalúa el comportamiento del desempeño académico con ambas variables. Adicionalmente, se usa como variable de resultado el puntaje estandarizado para facilitar la comparación entre periodos y entre asignaturas individuales.

Puntualmente, en las tres categorías de modelos las especificaciones son las siguientes: en la primera (modelo 1) solo existe una variable de interés que es la disponibilidad de TIC en el hogar, bajo este supuesto, se estiman las regresiones incorporando los controles de colegio e individuos (en el modelo 1b) y los efectos fijos por institución educativa (en el modelo 1c); por otro lado, en la segunda descripción se incorporan las variables TIC de la institución educativa,



sin incorporar los controles (modelo 2a), añadiendo en el 2 b y 2 c, los controles y efectos fijos, respectivamente; y, por último, el modelo 3a incluye la disponibilidad TIC en el hogar y en el colegio, y el 3c corrige los factores no observados con efectos fijos por sede educativa ( Ver Anexo C).

Al modelo se le agrega una variable dummy temporal que toma el valor de 1 para los años 2020 y 2021, con el fin de analizar el impacto que la pandemia originada por el COVID-19 pudo tener en la variable dependiente y su interrelación con las variables independientes, dada por la ecuación 3.

$$(3) \quad y_{i,t} = \beta_1 X_{i,t} + \beta_2 W_{i,t} + d_{covid} + a_c + \varepsilon_{i,t}$$

## 5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados son congruentes con la literatura, puesto que el efecto de los equipos de cómputo e internet en el puntaje global y por áreas de conocimiento de las pruebas Saber 11, con efectos fijos es mixto. Lo anterior se encuentra en línea con lo mencionado por Barrera Osorio & Linden (2009) y Belo Ferreira, & Telang (2014), quienes encuentran un efecto positivo del uso del internet en el rendimiento de los estudiantes, pero nominalmente pequeño y cambiante entre asignaturas.

Las estimaciones de este documento son congruentes con la bibliografía relacionada, ya que las herramientas TIC en la casa tienen un impacto positivo de 0,044 desviaciones estándar en los resultados académicos contrario a lo expuesto por Gómez-Fernández & Mediavilla (2021), para quienes el uso de las TIC en la casa tiene una relación negativa, pero cuando se usa para ocio se asocia a valores positivos para ciencia y lectura. Sin embargo, en este documento, las TIC en las sedes educativas tienen un efecto contrario, los puntajes globales disminuyen en 0,007 y 0,097 desviaciones estándar cuando hay disponibilidad de internet y herramientas TIC, respectivamente.

Las estimaciones del efecto de las herramientas TIC e internet en el resultado del puntaje de las pruebas Saber 11 con efectos fijos de colegios son mixtos. De manera empírica, este documento estima las variables de interés por colegio y por hogar en modelos separados y luego las conecta, con el objetivo de seleccionar el que sea más consistente estadísticamente, como se mencionó en la metodología.

Con las especificaciones descritas anteriormente, las variables de interés tanto en la vivienda como en los colegios resultan significativas en todos los modelos (Anexo C y Tabla 10). De acuerdo con estos resultados y con el objetivo de calcular los estimadores en las diferentes áreas de conocimiento se tiene en cuenta el modelo 3c ya que presenta mejor bondad de ajuste.

Los resultados de la estimación del efecto de los equipos de cómputo e internet en el resultado del puntaje global de las pruebas Saber 11 se evidencian en la Tabla 4. Los resultados obtenidos son mixtos entre asignaturas, de forma consistente con lo descrito en la revisión de la literatura. Mientras que la presencia de TIC en el hogar y el uso de las TIC por parte de docentes con fines educativos tienen relación positiva con los resultados globales de las pruebas Saber 11; la tenencia de servicio internet en el colegio y el número de herramientas tecnológicas por estudiante disponibles en la sede educativa guarda una aparente relación negativa con la variable de respuesta; esto sucede para todas las pruebas excepto lectura; sin embargo, el coeficiente no es significativo.

En ese sentido, un aumento en el número de herramientas tecnológicas por estudiante en el colegio disminuye el puntaje global promedio en 0,097 desviaciones estándar; lo cual puede ser explicado por la disponibilidad de tablets, en los colegios oficiales, tienen una mayor proporción por estudiante y sus funcionalidades son limitadas con respecto a los computadores. En la Tabla 11 se puede observar las regresiones separando las herramientas TIC de los colegios, concluyendo que un aumento de tablets y portátiles por estudiante disminuye en 0,089 y 0,225 desviaciones estándar el promedio del puntaje global, mientras que un aumento en los equipos de escritorio por estudiante incrementa el resultado de la prueba en 0,198 desviaciones. Sin embargo, como el objetivo del documento es evaluar el efecto de las herramientas TIC se utiliza la sumatoria de tablets, computadores y portátiles.

En este orden de ideas, la variable que refleja el uso de los equipos de cómputo por parte de los profesores con fines educativos<sup>3</sup> tiene el resultado esperado, es decir, si los docentes elaboran el plan de estudios, planifican clases, desarrollan actividades académicas con los

---

<sup>3</sup> La pregunta 69 no se incluyó en los análisis del documento ya que los microdatos del DANE solo evidencian la respuesta de si las herramientas TIC se usan para fines educativos por los Docentes. Y no la desagrega como se evidencia a continuación: Pregunta 69, módulo VIII. Información sobre tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC Formulario Único Censal C600. ¿En qué actividades utilizan los docentes las tecnologías de la información y las comunicaciones? Elaborar plan de estudios, Planificar clases, Desarrollar actividades académicas con los estudiantes, Realizar evaluaciones de aula

estudiantes, o realizan evaluaciones de aula en los equipos de cómputo, esto incrementa el resultado del puntaje global en 0,034 desviaciones estándar, con respecto a quienes no lo hacen.

Por su parte, este dato corresponde a 0,044 desviaciones estándar para el caso de las variables de disponibilidad de TIC en el hogar. Contrariamente, el puntaje global promedio del estudiante disminuye 0,007 desviaciones estándar si la sede educativa tiene internet. Respecto a la frecuencia de uso, los resultados obtenidos son coherentes con lo esperado: utilizar los equipos de cómputo de las instituciones educativas con frecuencias mayores aumenta el puntaje global promedio del individuo respecto a aquellos estudiantes que no las usan. Cuando se usan al menos una vez a la semana o todos los días, la variable dependiente aumenta 0,054 desviaciones estándar; no obstante, disminuye 0,022 desviaciones cuando se utiliza una vez al mes o al año. Resultado intuitivo ya que mayores frecuencias de uso de equipos de cómputo se traducen en mayores efectos en el puntaje promedio de los estudiantes en las pruebas Saber 11.

**Tabla 4. Resultados de efectos fijos por núcleo de conocimiento**

Variable	Global	Inglés	Sociales	Matemáticas	Lectura	Ciencias
TIC en la vivienda	0,044*** (0,002) [0,001]	0,058*** (0,002) [0,001]	0,033*** (0,002) [0,001]	0,046*** (0,002) [0,001]	0,055*** (0,002) [0,001]	0,018*** (0,002) [0,001]
Los docentes usan las TIC en fines educativos	0,034*** (0,012) [0,006]	0,023 (0,013)* [0,006]***	0,041*** (0,013) [0,007]	0,016 (0,010) [0,006]**	0,013 (0,010) [0,007]**	0,053*** (0,016) [0,006]
Herramientas TIC por estudiante	-0,097*** (0,012) [0,005]	-0,106*** (0,013) [0,005]	-0,128*** (0,014) [0,006]	-0,024 (0,010)** [0,005]***	0,0006 (0,009) [0,006]	-0,190*** (0,018) [0,006]
La sede tiene internet	-0,007 (0,005) [0,003]***	0,004 (0,006) [0,002]*	-0,018*** (0,006) [0,003]	0,004 (0,004) [0,003]	-0,0006 (0,004) [0,003]	-0,016 (0,007)** [0,003]***
Se usa en la IE los Eq. Com al menos una vez a la semana	0,054*** (0,015) [0,007]	0,128*** (0,018) [0,007]	0,028* (0,016) [0,008]**	-0,003 (0,014) [0,008]	0,031 (0,013)** [0,008]***	0,115*** (0,019) [0,008]
Se usa en la IE los Eq. Com todos los días	0,054*** (0,015) [0,007]	0,131*** (0,018) [0,007]	0,032* (0,016) [0,008]**	-0,007 (0,014) [0,008]	0,035*** (0,013) [0,008]	0,112*** (0,019) [0,008]
Se usa en la IE los Eq. Com al menos una vez al mes o al año	-0,022 (0,016) [0,008]***	0,053*** (0,020) [0,008]	-0,053*** (0,018) [0,009]	-0,046*** (0,015) [0,009]	-0,008 (0,014) [0,009]	0,008 (0,021) [0,009]
Estudiante Femenino	-0,163*** (0,002) [0,001]	-0,080*** (0,002) [0,0010]	-0,098*** (0,002) [0,001]	-0,278*** (0,001) [0,001]	-0,032*** (0,001) [0,001]	-0,186*** (0,002) [0,001]
Estudiante perteneciente a un grupo étnico	-0,063*** (0,005) [0,003]	-0,040*** (0,005) [0,003]	-0,048*** (0,006) [0,004]	-0,063*** (0,005) [0,003]	-0,066*** (0,005) [0,004]	-0,055*** (0,006) [0,003]

Variable	Global	Inglés	Sociales	Matemáticas	Lectura	Ciencias
Padre con postgrado	0,359*** (0,004) [0,004]	0,360*** (0,005) [0,004]	0,342*** (0,005) [0,004]	0,299*** (0,005) [0,004]	0,314*** (0,005) [0,004]	0,316*** (0,005) [0,004]
Padre con Secundaria	0,050*** (0,001) [0,001]	0,061*** (0,001) [0,001]	0,038*** (0,002) [0,001]	0,045*** (0,001) [0,001]	0,055*** (0,002) [0,001]	0,037*** (0,001) [0,001]
Padre con técnica - tecnológica - Profesional	0,189*** (0,002) [0,002]	0,198*** (0,002) [0,002]	0,176*** (0,002) [0,002]	0,153*** (0,002) [0,002]	0,182*** (0,002) [0,002]	0,157*** (0,002) [0,002]
Madre con postgrado	0,392*** (0,004) [0,004]	0,353*** (0,005) [0,004]	0,360*** (0,005) [0,004]	0,347*** (0,004) [0,004]	0,365*** (0,004) [0,004]	0,334*** (0,005) [0,004]
Madre con secundaria	0,082*** (0,001) [0,001]	0,069*** (0,001) [0,001]	0,053*** (0,002) [0,001]	0,091*** (0,002) [0,001]	0,082*** (0,002) [0,002]	0,070*** (0,002) [0,001]
Madre con técnica - tecnológica - profesional	0,230*** (0,002) [0,002]	0,195*** (0,002) [0,002]	0,195*** (0,002) [0,002]	0,216*** (0,002) [0,002]	0,230*** (0,002) [0,002]	0,190*** (0,002) [0,002]
Estrato 1 o 2	0,287*** (0,006) [0,004]	0,098*** (0,006) [0,004]	0,270*** (0,006) [0,004]	0,261*** (0,005) [0,004]	0,241*** (0,005) [0,004]	0,317*** (0,006) [0,004]
Estrato 3 o 4	0,168*** (0,005) [0,004]	0,073*** (0,006) [0,004]	0,149*** (0,005) [0,004]	0,147*** (0,005) [0,004]	0,150*** (0,005) [0,004]	0,187*** (0,005) [0,004]
Colegio en ubicación urbana	0,062 (0,028)** [0,011]***	0,049 (0,029)* [0,011]***	0,055 (0,030)* [0,012]***	0,048 (0,021)** [0,012]***	0,060*** (0,021) [0,012]	0,064 (0,037)* [0,012]***
Colegio Oficial	-0,167*** (0,046) [0,020]	-0,195*** (0,045) [0,019]	-0,225*** (0,037) [0,021]	-0,017 (0,048) [0,021]	-0,062* (0,036) [0,021]**	-0,284*** (0,057) [0,021]
Jornada Tarde o Mañana	0,127*** (0,005) [0,002]	0,169*** (0,005) [0,002]	0,139*** (0,005) [0,002]	0,034*** (0,005) [0,002]	0,049*** (0,004) [0,002]	0,218*** (0,006) [0,002]
Jornada Noche o Sabatina	-0,565*** (0,009) [0,003]	-0,345*** (0,008) [0,003]	-0,422*** (0,008) [0,003]	-0,655*** (0,008) [0,003]	-0,551*** (0,007) [0,003]	-0,456*** (0,009) [0,003]
Estudiantes por profesor	0,004*** (0,0005) [0,0002]	0,005*** (0,0005) [0,0002]	0,006*** (0,0006) [0,0002]	-0,00003 (0,0004) [0,0002]	0,0003 (0,0003) [0,0002]	0,008*** (0,0007) [0,0002]
Docentes con posgrado por total de docentes	-0,176*** (0,021) [0,009]	-0,190*** (0,024) [0,008]	-0,215*** (0,025) [0,009]	-0,064*** (0,016) [0,009]	-0,066*** (0,016) [0,009]	-0,274*** (0,031) [0,009]
Docentes con planta y escalafon por total docentes	0,021 (0,013) [0,006]***	-0,004 (0,015) [0,005]	0,033 (0,015)** [0,006]***	0,003 (0,010) [0,006]	0,026*** (0,010) [0,006]	0,025 (0,019) [0,006]***
Fixed-Effects: Institución Educativa	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

Variable	Global	Inglés	Sociales	Matemáticas	Lectura	Ciencias
R2	0,0891	0,08563	0,15272	0,18631	0,15148	0,36127
Adj. R2	0,08494	0,08145	0,14885	0,18259	0,1476	0,35835

Nota. Signif. codes: 0 ‘\*\*\*’ 0.001 ‘\*\*’ 0.01 ‘\*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘.’ Los errores estándar usuales de MCO aparecen entre paréntesis, ( ), debajo de la estimación y los errores estándar robustos a la heterocedasticidad aparecen entre corchetes, [ ].

Fuente: ICFES y DANE Educación Formal – Elaboración Propia

El coeficiente estimado para el género del estudiante es negativo, es decir, las mujeres presentan resultados inferiores respecto a los hombres en todas las asignaturas, siendo mayor en matemáticas; para esta, disminuye el puntaje en 0,278 desviaciones estándar. Este hallazgo es consistente con los diferentes estudios que se han realizado sobre la brecha de género en matemáticas, en donde se expone que los resultados promedio de las mujeres en esta materia son significativamente inferiores a los de los hombres, a pesar de tener mejores resultados académicos en los primeros semestres de las carreras universitarias (Rojas, 2016). Al realizar la interacción entre el género y la tenencia de herramientas TIC en la casa el coeficiente es negativo indicando que el efecto del género sobre el resultado TIC aumenta si se carece de herramientas tecnológicas en la vivienda y es estadísticamente significativa, lo mismo sucede si se analiza la interacción con la naturaleza del colegio (Ver Tabla 13), este resultado vale la pena ser estudiado a profundidad en otro documento, cómo es la apropiación de las herramientas tecnológicas en los hogares y los roles de género en estos.

En cuanto a las características de los estudiantes, se evidencian resultados esperados. Tener padre o madre con educación secundaria, posgrado, profesional, técnica o tecnológica, aumenta respecto a aquellos estudiantes que tienen padres con primaria o sin educación; los coeficientes tienen un mayor peso para las madres, relacionado posiblemente con el tiempo de dedicación que tienen en el hogar (Lastre Meza, López Salazar, & Alcázar Berrío, 2018).

La pertenencia a un grupo étnico – ser estudiante indígena, afrocolombiano, palenquero, raizal o rrom, – está relacionado con un menor puntaje en todas las asignaturas de la prueba SABER. En particular, la reducción tiene un nivel de significancia de 0,001 impactando en mayor medida el puntaje de lectura en 0,066 desviaciones estándar, seguido por el resultado global y matemáticas en 0,063 desviaciones.

Por otro lado, el efecto esperado del estrato es contraintuitivo, ya que los estimadores evidencian que un estudiante que viva en un predio de estrato bajo o medio impacta

positivamente los resultados académicos con respecto a quienes viven en estrato 5 o 6; habitar un hogar de estrato 1 o 2, o 3 o 4 incrementa el desempeño en las pruebas globales 0,287 y 0,168 desviaciones estándar, respectivamente; lo anterior se puede estar dando porque el 79,0% de los estudiantes de la muestra pertenecen a colegio oficial y como se evidenció en el Gráfico 1 para esta naturaleza, la relación entre el estrato y el puntaje global no es creciente. Adicionalmente, y de acuerdo con el Gráfico 1 se realizó una interacción entre la variable de la naturaleza del colegio y estrato, dejando ver en la Tabla 12 que la diferencia en el puntaje global entre ser de estrato medio en un colegio oficial con respecto al privado es mayor, que en el estrato bajo.

La existencia de una mayor proporción de docentes con planta y escalafón con respecto al total de docentes aumenta el desempeño académico en 0,021 desviaciones estándar, para la prueba global; sin embargo, en la asignatura de inglés disminuye estos resultados en 0,004 desviaciones estándar. Sin embargo, la proporción de docentes con posgrado incide de manera contraria a lo esperado, esto puede estar ocasionado porque se incluyen especializaciones o estudios no orientados a la pedagogía y/o mejoras en los procesos de enseñanza.

A modo de conclusión, el impacto de las herramientas TIC en la casa es positivo para todas las asignaturas. Lo contrario sucede con el internet en colegio cuya incidencia es positiva solo para los puntajes de inglés y matemáticas; sin embargo, tener computadores de escritorio en los colegios tiene un efecto positivo en el desempeño académico, contrario a la disponibilidad de tablets y portátiles. Los resultados pueden estar sesgados ya que el modelo no corrige el efecto de las variables no observadas que cambian en el tiempo y entre individuos.

### **5.1. Análisis de los resultados de la dummy temporal.**

La pandemia causó un aumento en las tasas de deserción y repitencia escolar profundizando las brechas entre la población vulnerable, estas brechas en el sistema educativo constituyen un problema histórico y evidencian la gran heterogeneidad en los procesos de enseñanza de los estudiantes y en el desarrollo de habilidades propias de los jóvenes (Melo-Becerra, Ramos- Forero, Rodríguez, & Zárate-Solano, 2021)

Si bien el objetivo de este documento no es el análisis del efecto del COVID 19 sobre los resultados del Saber 11, vale la pena ver como interactúa la variable temporal con la tenencia de TIC en la vivienda sobre los resultados académicos. El coeficiente estimado para la dummy temporal es negativo, es decir, los resultados del 2020 y 2021 son inferiores respecto a los años

anteriores, el puntaje global de las pruebas saber en estos años disminuye en 0,188 desviaciones estándar. El mismo resultado intuitivo se tiene con la tenencia de TIC en la casa, tener estas herramientas en la vivienda aumenta el puntaje global de los resultados académicos en 0,047 desviaciones estándar, resultados congruentes con el Gráfico 3. Adicionalmente, de la interacción entre la dummy y tener TIC en la casa, resulta un coeficiente positivo y estadísticamente significativo, indicando que el efecto de tener TIC en la casa sobre los resultados académicos aumenta cuándo la dummy toma valor de 1, es decir, en los años 2020 y 2021 (Ver Tabla 5)

**Tabla 5. Resultados de la interacción entre la dummy temporal y la tenencia de TIC en la vivienda**

Variable	Global
TIC en la vivienda	0.047*** (0,002)
Dummy covid	-0.188*** (0.002)
TIC en la vivienda por la Dummy covid	0.051*** (0.004)
Fixed-Effects:	-----
Institución Educativa	-- Yes

Nota. Signif. codes: 0 ‘\*\*\*’ 0.001 ‘\*\*’ 0.01 ‘\*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘.’ Los errores estándar usuales de MCO aparecen entre paréntesis, ( ), debajo de la estimación.

Fuente: ICFES y DANE Educación Formal – Elaboración Propia

## 6. RECOMENDACIONES

Este documento se une a las investigaciones de los efectos causales que produce las TIC en la educación, buscando resolver el problema de endogeneidad a través de efectos fijos y llega a los resultados mixtos, es decir, para algunas materias la presencia de herramientas tecnológicas y acceso a internet, se evidencia una relación positiva. Algunas limitaciones posibles del modelo presentado son la no incorporación de variables no observadas que cambien en el tiempo, pese a que se corrigen con efectos fijos y se incorporaron controles adicionales a los colegios, estas pueden seguir causando endogeneidad en los resultados; por ejemplo, la motivación de los padres, el presupuesto que tienen las sedes educativas que afecta la inversión en tecnología, los procesos de formación en TIC que brinden los colegios, y la incorporación de las TIC en los modelos de evaluación, entre otras.

En ese orden de ideas, valdría la pena analizar los siguientes puntos no considerados en estudios posteriores: si existe diferencia entre los colegios que implementan el Plan de Gestión TIC desde 2019 y los que no, como se han medido los indicadores de dicho Plan y que objetivos principales se han alcanzado. Además, investigar si los colegios que hacen uso de los servicios del Portal Colombia Aprende presentan diferencias significativas en sus resultados académicos y que miembros de las instituciones están haciendo uso de este portal, el cambio que han tenido las metodologías de enseñanza con la adopción de las TIC. Otra posible variable para incorporar es el operador de internet del colegio y su calidad (velocidad de bajada y subida) o, siguiendo el ejemplo de Belo, Ferreira, & Telan (2010) en Portugal, georreferenciar los colegios de acuerdo con el prestador del servicio de internet y calcular la distancia del colegio al punto de red más cercano del operador. Una posibilidad de análisis en otro estudio, por los resultados heterogéneos entre los hombres y mujeres, y evaluar la apropiación de las tecnologías de información teniendo en cuenta los roles de género.

De acuerdo con el impacto negativo de las tablets sería interesante evaluar los programas que en la pandemia se enfocaron en la entrega de estos dispositivos con el objetivo de facilitar el acceso a educación a estudiantes vulnerables. Teniendo en cuenta que los resultados son mixtos, los programas, planes y políticas del gobierno deben estar encaminados no sólo a garantizar la conectividad de los colegios sino a fortalecer las habilidades en las TIC a través de su apropiación y aprovechamiento, adoptar modelos de enseñanza que reconozcan las habilidades digitales de los estudiantes, al igual que impulsar la formación en programas de tecnología y software.

## **7. CONCLUSIONES**

Este trabajo evalúa el efecto de las TIC en los resultados académicos para los colegios. En el modelo de efectos fijos los estimadores son significativos; sin embargo, se presentan importantes diferencias entre materias. En la bibliografía revisada la disponibilidad de equipo de cómputo en la casa tiene una relación negativa con los resultados académicos, que no coincide con los resultados de este modelo, al igual que la conectividad de internet en los hogares disminuya los resultados académicos en matemáticas.

En ese orden de ideas, las herramientas TIC en el hogar y el uso de los docentes de estas con fines educativos aumentan 0,044 y 0,034 desviaciones estándar los resultados académicos



globales. Por su parte, el total de equipos de cómputo de los colegios tienen un impacto negativo de 0,097 desviaciones estándar. No obstante, cuando se analizan de manera separada, un incremento en la disponibilidad de computadores de escritorio aumenta en 0.198 desviaciones estándar los puntajes globales; mientras que, las tablets lo disminuyen en 0,089 desviaciones estándar.

Por otro lado, de la interacción entre la dummy y tener TIC en la casa, resulta un coeficiente positivo y estadísticamente significativo, indicando que el efecto de tener TIC en la casa sobre los resultados académicos aumenta cuando la dummy toma valor de 1, es decir, en los años 2020 y 2021.

No obstante, el modelo tiene limitaciones por la no incorporación de variables no observadas que cambien en el tiempo, pese a que se corrigen con efectos fijos y se incorporaron controles adicionales a los colegios, estas pueden seguir causando endogeneidad en los resultados.

Por último, se sugiere que el uso del internet y los equipos de cómputo estén acompañados de políticas de apropiación y fomento de las estrategias educativas para la adquisición de nuevas habilidades tecnológicas.

## ANEXOS

## Anexo A. Variables seleccionadas para los modelos.

Tabla 6. Variables resultado y predictoras

	Variable	Tipo	Unidad de medida	Fuente
Resultados Académicos SABER 11	Puntaje Global	Numérica	Puntos estandarizados	SABER 11
	Puntaje Matemáticas	Numérica	Puntos estandarizados	SABER 11
	Puntaje Sociales	Numérica	Puntos estandarizados	SABER 11
	Puntaje Lectura Crítica	Numérica	Puntos estandarizados	SABER 11
	Ingles	Numérica	Puntos estandarizados	SABER 11
Sexo		Categórica	Mujer	SABER 11
		Categórica	Hombre	SABER 11
Pertenece a un grupo étnico		Categórica	Sí	SABER 11
		Categoría	No	SABER 11
Características del estudiante	Educación del Padre	Categórica	Primaria y ninguno	SABER 11
		Categórica	Postgrado	SABER 11
			Técnica Tecnológica	
	Categórica	Profesional	SABER 11	
			Secundaria	SABER 11
	Categórica	Primaria y ninguno	SABER 11	
			Postgrado	SABER 11
	Educación de la Madre		Técnica Tecnológica	
	Categórica	Profesional	SABER 11	
			Secundaria	SABER 11
Estrato de la vivienda		Categórica	Bajo: Estrato 1 o 2	SABER 11
		Categórica	Medio: Estrato 3 o 4	SABER 11
		Categórica	Alto: Estrato 5 o 6	SABER 11
Características del Colegio	Ubicación de la sede educativa	Categórica	Urbano	SABER 11
		Categórica	Rural	SABER 11
			Media Jornada	SABER 11
	Jornada de la sede educativa	Categórica	Única o Completa	SABER 11
		Categórica	Sabatina o Noche	SABER 11

Variable	Tipo	Unidad de medida	Fuente
Naturaleza	Catagórica	Oficial	SABER 11
	Catagórica	No Oficial	SABER 11
Tamaño de la clase	Numérica	Número de estudiantes matriculados en educación media / Número de docentes vinculados en educación media	DANE – Educación Formal
Porcentaje de docentes con posgrado		Número de docentes con posgrado por colegio / Número de docentes vinculados	DANE – Educación Formal
Porcentaje de docentes con escalafón y de planta	Numérica	Número de docentes con planta y escalafón / Número de docentes vinculados	DANE – Educación Formal
Variables TIC	Catagórica	Ningún día de la semana	DANE – Educación Formal
	Catagórica	Todos los días de la semana	DANE – Educación Formal
	Catagórica	Al menos una vez a la semana, pero no todos los días	DANE – Educación Formal
	Catagórica	Al menos una vez al mes o una vez al año	DANE – Educación Formal
	Catagórica	1 = Sí	DANE – Educación Formal
	Catagórica	0 = No	DANE – Educación Formal
Computadores por estudiante	Numérica	Número de equipos de cómputo / número de estudiantes matriculados	DANE – Educación Formal
Los profesores usan las TIC con fines educativos	Catagórica	1 = Sí	DANE – Educación Formal
	Catagórica	0 = No	DANE – Educación Formal
Tiene TIC en la casa	Catagórica	Sí = Si tiene internet o computador	SABER 11
	Catagórica	No = en otro caso	SABER 11

Fuente: ICFES – Elaboración Propia

## Anexo B. Estadística descriptiva desagregada

**Tabla 7. Estadística descriptiva variables categóricas individuales**

Característica	Variable	Desagregación	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total	% Participación
De los estudiantes	Género	Femenino	278.404	278.230	272.017	270.148	264.452	273.714	1.636.965	55,0%
		Masculino	225.537	226.911	226.446	222.726	215.455	224.567	1.341.642	45,0%
		No Registra	NA	5	NA	103	1	91	200	0,0%
	etnia	No	467.942	472.804	466.716	455.651	448.051	468.512	2.779.676	93,3%
		Si	34.321	32.036	31.647	37.054	30.248	29.030	194.336	6,5%
		No Registra	1.678	306	100	272	1.609	830	4.795	0,2%
De los Padres	Educación Padre	Secundaria (Bachillerato) completa	123.502	103.848	104.005	106.957	113.765	118.235	670.312	22,5%
		Primaria incompleta	90.029	96.710	90.430	90.892	85.095	78.197	531.353	17,8%
		Secundaria (Bachillerato) incompleta	66.544	69.182	65.097	64.369	61.016	66.983	393.191	13,2%
		Primaria completa	76.409	52.225	50.956	48.941	42.592	41.813	312.936	10,5%
		Educación profesional completa	44.260	47.318	45.853	43.057	47.775	51.325	279.588	9,4%

Característica	Variable	Desagregación	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total	% Participación
		Técnica o tecnológica completa	30.057	32.929	32.706	32.849	32.064	32.666	193.271	6,5%
		No sabe	21.094	27.875	29.656	28.860	28.247	31.686	167.418	5,6%
		No Registra	1.689	20.334	29.572	25.329	11.995	23.204	112.123	3,8%
		Ninguno	24.546	18.178	15.586	17.162	18.541	14.716	108.729	3,7%
		Postgrado	11.637	11.732	11.096	9.051	11.800	11.712	67.028	2,3%
		Técnica o tecnológica incompleta	7.750	10.102	9.477	10.011	9.700	11.041	58.081	1,9%
		Educación profesional incompleta	6.424	10.200	9.293	9.325	10.052	10.596	55.890	1,9%
		No Aplica	NA	4.513	4.736	6.174	7.266	6.198	28.887	1,0%
		Secundaria (Bachillerato) completa	142.458	119.150	120.895	124.112	129.724	133.434	769.773	25,8%
	Educación Madre	Primaria incompleta	74.297	77.543	70.334	71.183	65.440	58.810	417.607	14,0%
		Secundaria (Bachillerato) incompleta	76.082	73.601	69.709	68.660	63.298	64.411	415.761	14,0%

Característica	Variable	Desagregación	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total	% Participación
		Educación								
		profesional completa	47.999	53.081	52.863	50.572	57.531	63.991	326.037	10,9%
		Primaria completa	73.772	53.770	50.537	47.852	42.388	40.333	308.652	10,4%
		Técnica o tecnológica completa	41.350	47.432	48.047	49.050	48.534	49.736	284.149	9,5%
		No Registra Técnica o tecnológica incompleta	1.689	20.318	29.394	25.142	12.463	23.207	112.213	3,8%
		Postgrado	10.274	14.850	14.151	14.559	14.431	16.446	84.711	2,8%
		Educación profesional incompleta	11.496	12.569	12.114	10.381	13.255	13.548	73.363	2,5%
		Ninguno	7.590	12.322	11.423	11.314	12.375	13.766	68.790	2,3%
		No sabe	10.336	11.410	9.897	10.906	10.948	8.740	62.237	2,1%
		No Aplica	6.598	8.207	8.366	8.311	8.442	10.950	50.874	1,7%
			NA	893	733	935	1.079	1.000	4.640	0,2%
		Estrato 2	167.126	171.764	168.913	171.005	170.495	172.528	1.021.831	34,3%
De la vivienda que habitan	Estrato de la vivienda	Estrato 1	224.195	159.832	151.376	145.779	143.086	135.116	959.384	32,2%
		Estrato 3	80.749	97.422	95.083	98.373	98.376	104.989	574.992	19,3%
		Estrato 4	18.581	24.720	23.688	23.403	24.325	28.151	142.868	4,8%

Característica	Variable	Desagregación	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total	% Participación
		No Registra	1.451	22.896	32.730	28.793	15.681	26.546	128.097	4,3%
		Sin Estrato	NA	12.401	12.162	15.129	14.304	15.249	69.245	2,3%
		Estrato 5	7.330	9.945	9.179	7.217	8.770	9.958	52.399	1,8%
		Estrato 6	4.509	6.166	5.332	3.278	4.871	5.835	29.991	1,0%
	Tiene	Si	268.675	281.050	281.264	285.385	330.127	356.827	1.803.328	60,5%
	Internet en la casa	No	233.577	203.043	187.463	181.954	137.223	117.937	1.061.197	35,6%
		No Registra	1.689	21.053	29.736	25.638	12.558	23.608	114.282	3,8%
	Tiene PC en la casa	Si	298.782	300.355	286.267	269.446	284.818	290.578	1.730.246	58,1%
		No	203.470	197.275	195.920	209.280	176.594	193.395	1.175.934	39,5%
		No Registra	1689	7516	16276	14251	18496	14399	72627	2,4%

Fuente: ICFES – Elaboración Propia

Tabla 8. Estadística descriptiva variables control por Colegio

Tipo de Variable	Variable	Desagregación / Estadísticos	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total	% Participación
Categoría	Naturaleza	Oficial	6.242	6.735	6.665	7.053	7.104	7.046	6.808	62,3%
		No Oficial	2.800	2.831	2.791	2.545	2.896	2.893	2.793	25,6%
		Faltantes en la muestra	1.882	1.358	1.468	1.326	924	985	1.324	12,1%
	Área de Ubicación	Urbano	6.120	6.257	6.171	6.087	6.402	6.381	6.236	57,1%
		Rural	2.922	3.309	3.285	3.511	3.598	3.558	3.364	30,8%

Tipo de Variable	Variable	Desagregación / Estadísticos	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total	% Participación
		Faltantes en la muestra	1.882	1.358	1.468	1.326	924	985	1.324	12,1%
		A	8.717	9.235	9.128	9.589	9.674	9.604	9.325	85,4%
		B	323	327	324	5	323	330	272	2,5%
	Calendario	Otro	2	4	4	4	3	5	4	0,0%
		Faltantes en la muestra	1.882	1.358	1.468	1.326	924	985	1.324	12,1%
		Sí	7.933	8.017	8.122	8.104	8.090	8.175	8.074	73,9%
	Tiene	No	1.109	1.549	1.334	1.494	1.910	1.764	1.527	14,0%
	Internet	Faltantes en la muestra	1.882	1.358	1.468	1.326	924	985	1.324	12,1%
		Al menos una vez a la semana, pero no todos los días	5.819,0	6.266,0	6.203,0	6.360,0	5.915,0	5.886,0	6.074,8	55,6%
	Frecuencia de uso de	Todos los días de la semana	3.132,0	3.147,0	3.075,0	3.004,0	3.486,0	3.494,0	3.223,0	29,5%
	cómputo en el colegio	Ningún día de la semana	9,0	9,0	23,0	35,0	194,0	45,0	52,5	0,5%
		Al menos una vez al mes, pero no todos los meses del año	24,0	54,0	57,0	59,0	123,0	152,0	78,2	0,7%



Tipo de Variable	Variable	Desagregación / Estadísticos	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total	% Participación	
numérica		Al menos una vez al mes, pero no cada semana	58,0	90,0	98,0	140,0	282,0	362,0	171,7	1,6%	
		Faltantes en la muestra	1.882,0	1.358,0	1.468,0	1.326,0	924,0	985,0	1.323,8	12,1%	
	Alumnos matriculados en media	Mínimo	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
		1st Qu.	95,00	92,00	91,00	91,00	93,00	96,00	93,00	93,00	
		Mediana	173,00	169,00	166,00	168,00	168,00	176,00	170,00	170,00	
		Media	225,10	220,95	214,86	211,81	212,62	219,27	217,50	217,50	
		3rd Qu	291,00	289,00	281,00	279,00	279,00	289,00	285,00	285,00	
		Máximo	2.047,00	1.937,00	1.856,00	1.558,00	1.612,00	1.497,00	2.047,00	2.047,00	
		Varianza	41.874,52	40.446,51	35.495,71	32.063,81	31.408,99	31.218,63	35.495,08	35.495,08	
		Desv. Estandar	204,63	201,11	188,40	179,06	177,23	176,69	188,40	188,40	
	Docentes con Posgrado en educación u otro	Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		1st Qu.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Mediana	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
		Media	4,87	4,80	4,99	5,15	5,22	5,40	5,07	5,07	
		3rd Qu	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	8,00	7,00	7,00	
		Máximo	70,00	71,00	64,00	72,00	72,00	75,00	75,00	75,00	
		Varianza	62,51	57,14	61,48	64,35	65,52	64,18	62,54	62,54	
		Desv. Estandar	7,91	7,56	7,84	8,02	8,09	8,01	7,91	7,91	

Tipo de Variable	Variable	Desagregación / Estadísticos	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total	% Participación
		Mínimo	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
		1st Qu.	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	
	Docentes vinculados en el colegio	Mediana	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	
		Media	49,48	49,51	49,52	48,69	48,96	48,44	49,10	
		3rd Qu	61,00	62,00	61,00	60,00	60,00	60,00	61,00	
		Máximo	262,00	276,00	331,00	276,00	332,00	348,00	348,00	
		Varianza	1.226,71	1.220,95	1.225,65	1.151,38	1.195,32	1.154,24	1.196,09	
		Desv. Estandar	35,0	34,9	35,0	33,9	34,6	34,0	34,6	

Fuente: ICFES y DANE Educación Formal – Elaboración Propia

**Tabla 9. Estadística descriptiva variables interés por Colegio**

Tipo de Variable	Variable	Estadístico	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total	% Participación
		Mínimo	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		1st Qu.	56,00	59,00	59,00	59,00	56,00	60,00	58,00	
	Numérica Cantidad de equipos de computo	Mediana	120,00	131,00	133,00	134,00	130,00	137,00	130,00	
		Media	194,47	209,53	215,66	214,95	212,90	216,49	210,61	
		3rd Qu	253,00	281,00	289,00	288,00	284,00	292,00	281,00	
		Máximo	1.600,00	1.802,00	2.584,00	2.584,00	2.584,00	2.584,00	2.584,00	
		Varianza	44.864,66	50.184,19	57.813,86	58.563,75	59.216,95	56.889,71	54.583,10	

Tipo de Variable	Variable	Estadístico	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total	% Participación		
Cantidad de aulas TIC	Desv. Estandar		211,81	224,02	240,45	242,00	243,35	238,52	233,63			
		Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		1st Qu.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
		Mediana	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00		
		Media	2,11	2,15	2,18	2,15	2,18	2,14	2,15	2,15		
		3rd Qu	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00		
		Máximo	10,00	30,00	70,00	37,00	45,00	30,00	70,00	70,00		
		Varianza	2,30	2,55	3,63	3,18	3,47	3,24	3,06	3,06		
	Intensidad Horaria TIC	Desv. Estandar		1,52	1,60	1,90	1,78	1,86	1,80	1,48		
			Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			1st Qu.	1,00	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	
			Mediana	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
			Media	2,79	2,30	2,63	2,49	2,38	2,40	2,50	2,50	
			3rd Qu	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	
			Máximo	21,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	21,00	
		Varianza	9,30	7,27	4,44	3,34	2,98	2,94	5,10	5,10		
Categoría	Los profesores	Desv. Estandar	3,05	2,70	2,11	1,83	1,73	1,71	2,26			
		Sí	8.989	9.471	9.339	9.494	9.826	9.750	9.478	86,8%		
		No	53	95	117	104	174	189	122	1,1%		

Tipo de Variable	Variable	Estadístico	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total	% Participación
	usan las TIC con fines educativos	Faltantes en la muestra	1.882,0	1.358,0	1.468,0	1.326,0	924,0	985,0	1.323,8	12,1%

Fuente: ICFES y DANE Educación Formal – Elaboración Propia

### Anexo C. Modelación de modelos por herramientas TIC en el hogar y en el colegio.

Tabla 10. Modelación de los diferentes modelos

Variable	Modelando TIC en el hogar			Modelando TIC en el colegio			Modelando con controles		
	modelo_1a	modelo_1b	modelo_1c	modelo_2a	modelo_2b	modelo_2c	modelo_3a	modelo_3b	modelo_3c
Intercepto	-0.424*** (0.001) [0.0009]	0.254*** (0.004) [0.004]		-0.763*** (0.009) [0.009]	-0.006 (0.010) [0.010]		-0.964*** (0.009) [0.009]	-0.070*** (0.010) [0.010]	
TIC en la vivienda	0.622*** (0.001) [0.001]	0.193*** (0.001) [0.001]	0.044*** (0.002) [0.001]				0.573*** (0.001) [0.001]	0.184*** (0.001) [0.001]	0.044*** (0.002) [0.001]
Estudiante Femenino		-0.122*** (0.001) [0.001]	-0.163*** (0.002) [0.001]		-0.126*** (0.001) [0,001]	-0.164*** (0.002) [0.001]		-0.123*** (0.001) [0.001]	-0.163*** (0.002) [0.001]
Estudiante perteneciente a un grupo étnico		-0.399*** (0.002) [0.002]	-0.063*** (0.005) [0.003]		-0.409*** (0.002) [0.002]	-0.065*** (0.005) [0.003]		-0.382*** (0.002) [0.002]	-0.063*** (0.005) [0.003]
Padre con postgrado		0.645*** (0.004) [0.004]	0.359*** (0.004) [0.004]		0.658*** (0.004) [0.004]	0.362*** (0.004) [0.004]		0.639*** (0.004) [0.004]	0.359*** (0.004) [0.004]

Variable	Modelando TIC en el hogar			Modelando TIC en el colegio			Modelando con controles		
	modelo_1a	modelo_1b	modelo_1c	modelo_2a	modelo_2b	modelo_2c	modelo_3a	modelo_3b	modelo_3c
Padre con Secundaria	0.041*** (0.001) [0.001]	0.050*** (0.001) [0.001]		0.056*** (0.001) [0.001]	0.053*** (0.001) [0.001]		0.041*** (0.001) [0.001]	0.050*** (0.001) [0.001]	
Padre con técnica - tecnológica - Profesional	0.258*** (0.002) [0.002]	0.189*** (0.002) [0.002]		0.279*** (0.002) [0.002]	0.193*** (0.002) [0.002]		0.257*** (0.002) [0.002]	0.189*** (0.002) [0.002]	
Madre con postgrado	0.642*** (0.004) [0.004]	0.392*** (0.004) [0.004]		0.670*** (0.004) [0.004]	0.399*** (0.004) [0.004]		0.636*** (0.004) [0.004]	0.392*** (0.004) [0.004]	
Madre con secundaria	0.090*** (0.002) [0.001]	0.082*** (0.001) [0.001]		0.110*** (0.002) [0.001]	0.086*** (0.001) [0.001]		0.088*** (0.002) [0.001]	0.082*** (0.001) [0.001]	
Madre con técnica - tecnológica - profesional	0.313*** (0.002) [0.002]	0.230*** (0.002) [0.002]		0.345*** (0.002) [0.002]	0.237*** (0.002) [0.002]		0.311*** (0.002) [0.002]	0.230*** (0.002) [0.002]	
Estrato 1 o 2	-0.115*** (0.003) [0.004]	0.287*** (0.006) [0.004]		-0.118*** (0.003) [0.004]	0.284*** (0.006) [0.004]		-0.107*** (0.003) [0.004]	0.287*** (0.006) [0.004]	
Estrato 3 o 4	-0.091*** (0.003) [0.004]	0.168*** (0.005) [0.004]		-0.072*** (0.003) [0.004]	0.168*** (0.005) [0.003]		-0.084*** (0.003) [0.004]	0.168*** (0.005) [0.004]	
Colegio en ubicación urbana	0.194*** (0.002) [0.002]	0.064** (0.028) [0.011]*		0.190*** (0.002) [0.002]	0.061** (0.028) [0.011]		0.159*** (0.002) [0.002]	0.062** (0.028) [0.011]*	
Colegio Oficial	-0.446*** (0.003) [0.003]	-0.164*** (0.045) [0.020]		-0.449*** (0.003) [0.003]	-0.162*** (0.046) [0.020]		-0.438*** (0.003) [0.003]	-0.167*** (0.046) [0.020]	

Variable	Modelando TIC en el hogar			Modelando TIC en el colegio			Modelando con controles		
	modelo_1a	modelo_1b	modelo_1c	modelo_2a	modelo_2b	modelo_2c	modelo_3a	modelo_3b	modelo_3c
Jornada Tarde o Mañana	-0.056*** (0.001) [0.001]	0.130*** (0.005) [0.002]			-0.057*** (0.001) [0.001]	0.124*** (0.005) [0.002]		-0.053*** (0.001) [0.001]	0.127*** (0.005) [0.002]
Jornada Noche o Sabatina					-0.730*** (0.002) [0.002]	-0.577*** (0.009) [0.003]		-0.703*** (0.002) [0.002]	-0.565*** (0.009) [0.003]
Estudiantes por profesor					-0.008*** (0.00009) [0.00009]	0.004*** (0.0005) [0.0002]		-0.008*** (0.00010) [0.00010]	0.004*** (0.0005) [0.0002]
Docentes con posgrado por total de docentes					0.531*** (0.005) [0.005]	-0.182*** (0.021) [0.009]		0.525*** (0.005) [0.005]	-0.172*** (0.021) [0.009]
Docentes con planta y escalafon por total docentes					0.060*** (0.003) [0.003]	0.022 (0.013) [0.006]***		0.036*** (0.003) [0.003]	0.022* (0.013) [0.006]**
Los docentes usan las TIC en fines educativos					0.498*** (0.005) [0.005]	-0.176*** (0.021) [0.009]		0.153*** (0.006) [0.006]	0.117*** (0.006) [0.006]
Herramientas TIC por estudiante					0.045*** (0.003) [0.003]	0.021 (0.013) [0.006]***		0.034*** (0.012) [0.006]	0.034*** (0.012) [0.006]
La sede tiene internet					-0.036*** (0.003) [0.003]	0.071*** (0.003) [0.003]		-0.094*** (0.012) [0.005]	0.012*** (0.003) [0.003]
Se usa en la IE los Eq. Com al menos una vez a la semana					0.069*** (0.003) [0.003]	-0.097*** (0.012) [0.005]		0.367*** (0.002) [0.002]	0.151*** (0.002) [0.002]
					0.561*** (0.002) [0.002]	0.176*** (0.002) [0.002]		-0.007 (0.005) [0.003]***	-0.007 (0.005) [0.003]***
					0.047*** (0.007) [0.007]	0.059*** (0.007) [0.007]		0.056*** (0.015) [0.007]	0.054*** (0.015) [0.007]

Variable	Modelando TIC en el hogar			Modelando TIC en el colegio			Modelando con controles		
	modelo_1a	modelo_1b	modelo_1c	modelo_2a	modelo_2b	modelo_2c	modelo_3a	modelo_3b	modelo_3c
Se usa en la IE los Eq. Com todos los días				0.133*** (0.007) [0.007]	0.119*** (0.007) [0.007]	0.056*** (0.015) [0.007]	0.127*** (0.007) [0.007]	0.114*** (0.007) [0.007]	0.054*** (0.015) [0.007]
Se usa en la IE los Eq. Com al menos una vez al mes o al año				-0.134*** (0.008) [0.008]	-0.087*** (0.008) [0.008]	-0.018 (0.016) [0.008]**	-0.124*** (0.008) [0.008]	-0.091*** (0.008) [0.008]	-0.022 (0.016) [0.008]***
Fixed-Effects:	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Institución Educativa	No	No	Yes	No	No	Yes	No	No	Yes
R2	0,0795	0,2778	0,4295	0,0274	0,2764	0,4303	0,0919	0,2811	0,4297
Adj. R2	0,0795	0,2778	0,4269	0,0274	0,2764	0,4277	0,0919	0,2811	0,4271
AIC	7.774.651	5.962.639	5.418.047	8.370.851	6.045.465	5.486.205	7.736.144	5.951.561	5.417.304

Nota. Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' Los errores estándar usuales de MCO aparecen entre paréntesis, ( ), debajo de la estimación y los errores estándar robustos a la heterocedasticidad aparecen entre corchetes, [ ].

Fuente: ICFES y DANE Educación Formal – Elaboración Propia

**Tabla 11. Modelo estimado por herramienta TIC en el colegio**

Variable	Modelo 3c con Tablet	Modelo 3c con portátil	Modelo 3c con escritorio
TIC en la vivienda	0.044*** (0.001)	0.045*** (0.001)	0.044*** (0.001)
Los docentes usan las TIC en fines educativos	0.032*** (0.006)	0.033*** (0.006)	0.030*** (0.006)
La sede tiene internet	-0.007*** (0.003)	-0.008*** (0.003)	-0.008*** (0.003)
Se usa en la IE los Eq. Com al menos una vez a la semana	0.052*** (0.007)	0.052*** (0.007)	0.049*** (0.007)
Se usa en la IE los Eq. Com todos los días	0.052*** (0.007)	0.053*** (0.007)	0.048*** (0.007)
Se usa en la IE los Eq. Com al menos una vez al mes o al año	-0.024*** (0.008)	-0.022*** (0.008)	-0.026*** (0.008)
Tablet por estudiante	-0.089*** (0.007)		
Portátil por estudiante		-0.225*** (0.011)	
Equipo de escritorio por estudiante			0.198*** (0.021)
Fixed-Effects:	-----	-----	-----
Institución Educativa	Yes	Yes	Yes
S.E. type	Heteroskedasti.- rob.	Heteroskedasti.- rob.	Heteroskedasti.- rob.
R2	0.42968	0.42975	0.42966
Adj. R2	0.42708	0.42714	0.42706

Nota. Signif. codes: 0 ‘\*\*\*’ 0.001 ‘\*\*’ 0.01 ‘\*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘.’ Los errores estándar robustos a la heterocedasticidad aparecen entre paréntesis, ( ), debajo de la estimación. La regresión se realizó con los controles por colegio y estudiantes manejados en lo largo del documento. [ ].

**Tabla 12. Interacción entre el estrato y la naturaleza del colegio**

Variable	Global
TIC en la vivienda	0.045*** (0.001)
Los docentes usan las TIC en fines educativos	0.033*** (0.006)
Herramientas TIC por estudiante	-0.097*** (0.005)
La sede tiene internet	-0.008*** (0.003)
Se usa en la IE los Eq. Com al menos una vez a la semana	0.054*** (0.007)
Se usa en la IE los Eq. Com todos los días	0.054*** (0.007)
Se usa en la IE los Eq. Com al menos una vez al mes o al año	-0.021*** (0.008)
Estudiante Femenino	-0.163*** (0.001)



Variable	Global
Estudiante perteneciente a un grupo étnico	-0.063*** (0.003)
Padre con postgrado	0.357*** (0.004)
Padre con Secundaria	0.051*** (0.001)
Padre con técnica - tecnológica - Profesional	0.189*** (0.002)
Madre con postgrado	0.391*** (0.004)
Madre con secundaria	0.082*** (0.001)
Madre con técnica - tecnológica - profesional	0.230*** (0.002)
Colegio en ubicación urbana	0.063*** (0.011)
Jornada Tarde o Mañana	0.127*** (0.002)
Jornada Noche o Sabatina	-0.564*** (0.003)
Estudiantes por profesor	0.004*** (0.0002)
Docentes con posgrado por total de docentes	-0.176*** (0.009)
Docentes con planta y escalafón por total docentes	0.022*** (0.006)
Estrato 1 o 2	0.181*** (0.005)
Estrato 3 o 4	0.087*** (0.004)
Colegio Oficial	-0.406*** (0.021)
Estrato 1 o 2 por Colegio Oficial	0.244*** (0.007)
Estrato 3 o 4 por Colegio Oficial	0.219*** (0.007)
Fixed-Effects: COLE_COD_DANE_SEDE	----- Yes -----
S.E. type	Heteroskedasti.-rob.
R2	0.42997
Adj. R2	0.42736

Nota. Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' Los errores estándar robustos a la heterocedasticidad aparecen entre paréntesis, ( ), debajo de la estimación. La regresión se realizó con los controles por colegio y estudiantes manejados en lo largo del documento

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 13. Interacción entre el género, la naturaleza del colegio y la tenencia de TIC en la vivienda**

Variable	Puntaje Global (Interacción del género con la naturaleza del Colegio)	Puntaje Global (Interacción del género con la naturaleza del Colegio y si tiene TIC en la casa)	Puntaje Global (Interacción del género con la dummy temporal de COVID)
TIC en la vivienda	0.044*** (0.002)	0.075*** (0.002)	0.053*** (0.002)
Estudiante Femenino	-0.142*** (0.003)	-0.092*** (0.004)	-0.166*** (0.002)
Dummy covid			-0.163*** (0.003)
Los docentes usan las TIC en fines educativos	0.034*** (0.012)	0.033*** (0.012)	(0.011)
Herramientas TIC por estudiante	-0.097*** (0.012)	-0.097*** (0.012)	-0.073*** (0.011)
La sede tiene internet	-0.007 (0.005)	-0.007 (0.005)	-0.008* (0.005)
Se usa en la IE los Eq. Com al menos una vez a la semana	0.054*** (0.015)	0.054*** (0.015)	0.068*** (0.013)
Se usa en la IE los Eq. Com todos los días	0.054*** (0.015)	0.054*** (0.015)	0.074*** (0.013)
Se usa en la IE los Eq. Com al menos una vez al mes o al año	-0.022 (0.016)	-0.022 (0.016)	0.032** (0.014)
Estudiante perteneciente a un grupo étnico	-0.063*** (0.005)	-0.063*** (0.005)	-0.068*** (0.005)
Padre con postgrado	0.359*** (0.004)	0.359*** (0.004)	0.359*** (0.004)
Padre con Secundaria	0.050*** (0.001)	0.050*** (0.001)	0.053*** (0.001)
Padre con técnica - tecnológica - Profesional	0.189*** (0.002)	0.189*** (0.002)	0.190*** (0.002)
Madre con postgrado	0.392*** (0.004)	0.392*** (0.004)	0.397*** (0.004)
Madre con secundaria	0.082*** (0.001)	0.082*** (0.001)	0.084*** (0.001)
Madre con técnica - tecnológica - profesional	0.230*** (0.002)	0.230*** (0.002)	0.235*** (0.002)
Colegio en ubicación urbana	0.062** (0.028)	0.062** (0.028)	0.054** (0.025)
Jornada Tarde o Mañana	0.127*** (0.005)	0.127*** (0.005)	0.082*** (0.005)
Jornada Noche o Sabatina	-0.565*** (0.009)	-0.566*** (0.009)	-0.603*** (0.008)
Estudiantes por profesor	0.004*** (0.0005)	0.004*** (0.0005)	0.003*** (0.0004)
Docentes con posgrado por total de docentes	-0.176*** (0.021)	-0.176*** (0.021)	-0.123*** (0.019)
Estudiante Femenino por Naturaleza del Colegio	-0.026*** (0.003)	-0.040*** (0.003)	
Estudiante Femenino por Tenencia TIC en la casa		-0.053*** (0.003)	

Variable	Puntaje Global (Interacción del género con la naturaleza del Colegio)	Puntaje Global (Interacción del género con la naturaleza del Colegio y si tiene TIC en la casa)	Puntaje Global (Interacción del género con la dummy temporal de COVID)
Estudiante Femenino por la Dummy covid			0.028*** (0.003)
Fixed-Effects: COLE_COD_DANE_SEDE	----- Yes -----	----- Yes -----	----- Yes -----
R2	0.42974	0.42987	0.43249
Adj. R2	0.42714	0.42726	0.42989

Nota. Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' Los errores estándar robustos a la heterocedasticidad aparecen entre paréntesis, ( ), debajo de la estimación. La regresión se realizó con los controles por colegio y estudiantes manejados en lo largo del documento

Fuente: Elaboración Propia

#### Anexo D. Análisis complementario para calcular el efecto de las estrategias flexibles utilizadas por las Instituciones educativas en la Pandemia.

El modelo de regresión Logit es una especificación no lineal diseñada para cuando las variables dependientes son binarias. Esto es, cuando la variable dependiente solo puede tomar dos valores, se mide la probabilidad de “éxito”, es decir que  $y = 1$ . Y se puede obtener la siguiente ecuación (Wooldridge, 2009).

$$(3) \quad P(Y_i = 1|X) = G(\beta_0 + \beta_1 X_i) = G(\beta_0 + \beta_1 X_i)$$

El objetivo de usar este modelo es calcular los estimadores de las estrategias empleadas por las sedes educativas frente a la emergencia sanitaria y la probabilidad de éxito de acuerdo con la estrategia utilizada, para los años 2020 y 2021. Así, en la ecuación (3)  $y = 1$  se refiere a que la sede educativa haya obtenido en promedio un puntaje mayor al tercer cuartil, es decir 290 puntos (para el caso del puntaje global), encontrarse en este cuartil depende de otras variables,  $x_c$ , entre las que se encuentran las dummies de la estrategia empleada: 1. Aplicaciones de comunicación (a través de internet en PC, portátil, Tablet o Celular), 2. Guías de contenido pedagógico a través de correo electrónico, 3. Guías físicas de contenidos pedagógicos, 4. Plataformas virtuales (a través de internet en PC, portátil, Tablet o Celular), 5. Radio, 6. Televisión, y la tenencia de internet y equipo de cómputo en la casa.

Para evitar las limitaciones de la estimación de la ecuación (3) por modelo de probabilidades lineales. La teoría sugiere varias funciones no lineales para la función G a fin de que las probabilidades estén entre cero y uno. En el modelo logit, G es la función logística (ver ecuación (5)) (Wooldridge, 2009). Donde  $z = \beta_0 + \beta_1 X_i$

$$(4) \quad G(z) = \exp(z) / [1 + \exp(z)] = \Lambda(z)$$

La estimación del logaritmo del odds ratio<sup>4</sup> para el modelo presentado en el apartado 4.3 evidencia que el logaritmo del odds ratio de obtener un puntaje mayor a 290 puntos aumenta 2,93 unidades si se tiene internet en el colegio. Sin embargo, al calcular el exponente del estimador se evidencia que al aumentar una madre con posgrado aumenta 0,33 puntos las posibilidades de tener un puntaje por encima del tercer cuartil, de igual manera implementar la estrategia de aplicaciones de comunicaciones (a través de internet en pc, portátil) y las

---

<sup>4</sup>El odds ratio es el cociente del logaritmo de la función del modelo logit  $oddsratio = p/1 - p$

plataformas virtuales aumentan la posibilidad de éxito en 0,33 puntos y 1,99 puntos respectivamente, siendo las tres variables descritas estadísticamente significativas con un nivel de significancia menor a 0,000 (Ver Tabla 14)

**Tabla 14. Estimación modelo Logit para puntajes globales**

Variable	Estimador Puntaje Global	Exponente Estimador
Internet en el Colegio	2,937*** (0,587)	18,86
Computador en el colegio	6,367 (196,967)	582,61
Internet en la casa	-0,095*** (0,009)	0,91
Computador en la casa	0,084*** (0,009)	1,09
Estudiantes con Madre Posgrado	0,302*** (0,023)	1,35
Estudiantes con Padre Posgrado	0,282 *** (0,025)	1,33
Colegio Urbano	0,245* (0,103)	1,28
Colegio Oficial	-1,636 *** (0,095)	0,19
Aplicaciones de comunicación (a través de internet en PC, portátil, Tablet o Celular)	0,501 *** (0,097)	1,65
Guías de contenido pedagógico a través de correo electrónico	-0,054 (0,078)	0,95
Guías físicas de contenidos pedagógicos	-0,525*** (0,070)	0,59
Visitas presenciales	-0,073 (0,123)	0,93
Plataformas virtuales (a través de internet en PC, portátil, Tablet o Celular)	1,071*** (0,123)	2,92
Radio	-0,445**	0,64

Variable	Estimador Puntaje Global	Exponente Estimador
	(0,153)	
Televisión	-0,281*	0,75
	(0,110)	
Llamadas telefónicas	-0,034	0,97
	(0,074)	

Nota. Signif. codes: 0 ‘\*\*\*’ 0.001 ‘\*\*’ 0.01 ‘\*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘.’ 1. Los errores estándar robustos en paréntesis.

Fuente: Elaboración propia

La especificación del modelo permite calcular la probabilidad que un colegio tenga un puntaje promedio por encima del tercer cuartil (290) teniendo en cuenta las siguientes características preestablecidas en este ejercicio: colegio oficial y urbano, que en sus instalaciones tiene internet y equipos de cómputo, que al menos de los estudiantes que presentaron el examen, treinta y cuatro tengan internet en la casa y veintinueve computador, dos tengan madre con posgrado y un padre con la misma formación, y que el colegio haya implementado únicamente la estrategia de enseñanza de Plataformas virtuales (a través de internet en PC, portátil, Tablet o Celular). Para la interpretación de esta probabilidad está dada por la siguiente ecuación (RStudio, 2018):

$$p = \frac{e^{\eta}}{1 + e^{\eta}}$$

Donde  $p$  es la probabilidad de tener un puntaje por encima del tercer cuartil y  $\eta$  la función de las características del ejercicio, que en la práctica arrojó un resultado de -2.748. Reemplazando en la función se tiene que la probabilidad de éxito bajo estos parámetros es del 6,01%. Dejando las variables, características de los colegios y modificando las posibles estrategias flexibles, la mayor probabilidad de éxito (9,56%) se tiene, cuándo se utilizan las aplicaciones de comunicación y las plataformas virtuales (Tabla 15).

Sin embargo, si se asume que no se implementan ninguna de las estrategias flexibles y solo se aumenta el número de estudiantes con internet y computador en la casa, y los estudiantes que tienen padres con posgrado, la probabilidad de éxito incrementa al 40,8%. Por lo que, al vector  $\mathbf{x}_c$  se le suprimen las variables de control e interés utilizadas en los modelos de los apartados 4.1 y 4.2 para ver el efecto de solo las estrategias de enseñanza en la pandemia, la probabilidad de tener un puntaje global mayor al tercer cuartil, cuando el colegio usa las aplicaciones de

comunicaciones y las plataformas virtuales es del 50,65%, mientras que usar radio, televisión y guías físicas solo incrementa la probabilidad de éxito en un 0,20%.

**Tabla 15. Probabilidades de éxito teniendo en cuenta la estrategia flexible de enseñanza implementada por las instituciones educativas**

Probabilidad de tener un puntaje global por encima del tercer cuartil								
Estrategia Flexible	Aplicaciones de comunicación (a través de internet en PC, portátil, Tablet o Celular)	Televisión	Radio	Plataformas virtuales (a través de internet en PC, portátil, Tablet o Celular)	Guías de contenido pedagógico a través de correo electrónico	Guías físicas de contenidos pedagógicos	Llamadas telefónicas	Visitas presenciales
Aplicaciones de comunicación (a través de internet en PC, portátil, Tablet o Celular)	6,019%							
Televisión	2,659%	1,628%						
Radio	2,267%	1,049%	1,386%					
Plataformas virtuales (a través de internet en PC, portátil, Tablet o Celular)	9,561%	4,609%	3,941%	6,019%				
Guías de contenido pedagógico a través de correo electrónico	3,316%	1,543%	1,313%	5,719%	2,035%			
Guías físicas de contenidos pedagógicos	2,096%	0,969%	0,824%	3,648%	1,213%	1,280%		
Llamadas telefónicas	3,380%	1,574%	1,340%	5,827%	1,968%	1,237%	2,075%	
Visitas presenciales	3,255%	1,514%	1,289%	5,617%	1,894%	1,191%	1,931%	1,997%

Fuente: Investigación de Educación Formal DANE 2020- 2021. Elaboración propia



## BIBLIOGRAFÍA

- Aftab, M., & Ismail, I. (2015). Defeating poverty through education: the role of ICT. *Transformations in Business & Economics*, 14(3 (36)), 21-37.
- Alderete, V. M., & Formichella, M. M. (2016). Efecto de las TIC en el rendimiento educativo: El Programa Conectar Igualdad en la Argentina. *Revista CEPAL*(119), 90-107.
- Angrist, J., & Lavy, V. (1999). New Evidence on Classroom Computers an Pupil Learning. *National Bureau of Economic Research*(7424).
- Ariza, J., Saldarriaga, J., Reinoso, K., & Tafur, C. (2021). Tecnologías de la información y la comunicación y desempeño académico en la educación media en Colombia. *Lecturas de Economía*(94).
- Barrera Osorio, F., & Linden, L. (2009). The use an misuse of computer in education: Evidence form a randomized experiment in Colombia. *Policy Research Working Paper: The World Bank*(4836).
- Belo, R., Ferreira, P., & Telan, R. (2010). The Effects of Broadband in Schools: Evidence from Portugal.
- Belo, R., Ferreira, P., & Telang, R. (2014). Broadband in School: Impact in Student Performance. *Management Science*, 60(2), 265-282. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.2013.1770>
- Comi, S., Argentin, G., Gui, M., Origo, F., & Pagani, L. (2016). Is the way they use it? Teachers, ICT and student achievement. *Economics of education review*.
- CONPES. (2019). Documento CONPES 3975: Política Nacional para la transformación digital e inteligencia artificial.
- Cuban, L. (1986). Film and radio: The promise of bringing the world into the classroom. En L. Cuban, *Teachers and Machines*.
- Cuban, L. (2001). *Oversold and Underused Computer in the Classroom*.
- Cuban, L. (18 de 02 de 2024). *Larry Cuban on School Reform and Classroom Practice*. Obtenido de Why Do School Reforms Occur Again and Again?: <https://larrycuban.wordpress.com/2024/02/18/why-do-school-reforms-occur-again-and-again/>
- Cuban, L., & Jandrić, P. (2015). The dubious promise of educational technologies: Historical patterns and future challenges.
- DANE. (2023). *Educación Formal (EDUC)*. Obtenido de DANE: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/educacion>
- Fernández Gutiérrez, M., Gimenez, G., & Calero, J. (2020). Is the use of ICT in education leading to higher student outcomes? Analysis from the Spanish Autonomous Communities. *Computers & Education*.

- García González, J., & Skrita, A. (2019). Predicting Academic Performance Based on Students' Family Environment: Evidence for Colombia Using Classification Tree. *Psychology, Society & Education, 11*(3), 299 - 311.
- Gómez-Fernández, N., & Mediavilla, M. (2021). Exploring the relationship between Information and Communication Technologies (ICT) and academic performance: A multinivel analysis for Spain. *Socio-Economic Planning Sciences*.
- Hepell, S. (1993). Teacher Education, Learning and the information Generation: the progression and evolution of educational computing against a baackground of change. *Journal of Information Technology for teacher education, 2*(2).
- Heppell, S., Chapman, C., Millwood, R., Constable, j., & Furness, J. (2004). Building learning futures. *Council for Architecture and the Built Environment*.
- Herrera Salazar, V. (2017). Efecto del acceso a internet fijo sobre resultados educativos en Colombia.
- ICFES. (2020). Guía de Usuario examen Saber 11. 1-6.
- ICFES. (2022). *SABER 11*. Obtenido de [https://icfesgovco-my.sharepoint.com/:f/g/personal/dataicfes\\_icfes\\_gov\\_co/EkLXei-dqdlFuRb9hlf1b8IBhZHmwkhRjtY3wNNjttNCoA?e=9PROAP&CT=1589296771489&OR=OWA-NT&CID=5cc96871-447f-0e87-9de5-3893e123b5ba](https://icfesgovco-my.sharepoint.com/:f/g/personal/dataicfes_icfes_gov_co/EkLXei-dqdlFuRb9hlf1b8IBhZHmwkhRjtY3wNNjttNCoA?e=9PROAP&CT=1589296771489&OR=OWA-NT&CID=5cc96871-447f-0e87-9de5-3893e123b5ba)
- Lastre Meza, K., López Salazar, L. D., & Alcázar Berrío, C. (2018). Relación entre apoyo familiar y el rendimiento académico en estudiantes colombianos de educación primaria. *Psicogente, 21*(39), 102-115. doi:<https://doi.org/10.17081/psico.21.39.2825>
- Leal, D. (2012). El programa colombiano de uso de medios y tecnologías de información y comunicación: 2002-2010. En CEPAL, *Las tecnologías digitales frente a los desafíos de una educación inclusiva en América Latina: Algunos casos de buenas prácticas* (págs. 101-124). Santiago de Chile.
- Ley 115 de 1994. (s.f.). Por la cual se expide la ley general de educación. *Diario Oficial No. 52249 - 15 de diciembre de 2022*.
- Ley 1341 del 2009. (s.f.). Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC, se crea la Agencia Nacional de Espectro y se dictan otras disposiciones.
- Machin, S., McNally, S., & Silva, O. (2006). New Technology in Schools: Is there a Payoff? *Discussion Paper Series*(2234).
- Melo- Becerra, L. A., Ramos- Forero, J. E., Rodríguez, A. J., & Zárate-Solano, H. M. (2021). Efecto de la pandemia sobre el sistema educativo: El caso de Colombia. *Borradores de Economía*(1179). doi:<https://doi.org/10.32468/be.1179>

- Melo, G., Machado, A., & Miranda, A. (2017). El impacto en el aprendizaje del programa Una Laptop por Niño. La evidencia de Uruguay\*. *El trimestre económico*(334), 383 - 409.
- MEN. (1997). Decreto 3011 de Diciembre 19 de 1997.
- MINEDUCACIÓN. (2016). Estrategia de Monitoreo y Evaluación del Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026.
- MINTIC. (2009). *Plan TIC Colombia: En línea con el futuro*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-125156\_recurso\_00.pdf
- MINTIC. (2022). *Colombia TIC: Portal de Estadísticas del Sector*. Obtenido de https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-multipropertyvalues-36410-412577.html
- Muñoz, R., & Ortega, J. (2015). ¿Tiene la Banda Ancha y las TIC un impacto positivo sobre el rendimiento escolar? *El trimestre Económico*(325), 53-87.
- OCDE. (2020). Aprovechar al máximo la tecnología para el aprendizaje y la formación en América Latina. doi: https://doi.org/10.1787/ce2b1a62-en
- OECD. (2005). The definition and selection of key competencies.
- Rojas, O. A. (2016). *Brecha de género en matemáticas: el sesgo de las pruebas competitivas (evidencia para Chile)*.
- RStudio, R. b. (21 de Diciembre de 2018). *R Pubs by RStudio*. Obtenido de https://rpubs.com/emilopezcano/logit
- Stock, J., & Watson, M. (2015). *Introduction to Econometrics*.
- Vicéns Otero, J., & Sánchez Reyes, B. (2012). Regresión Cuantílica: Estimación y Contrastes. *Instituto L.R. Klein - Centro Gauss*(2).
- Voogt, J., & Pareja Roblin, N. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 299-321.
- Webbink, D. (2005). Causal Effects in Education. *Journal of Economic Surveys*, 19(4).
- Wooldridge, J. M. (2009). *Introducción a la econometría un enfoque moderno* (4a edición ed.).