



**INFRAESTRUCTURA Y CONECTIVIDAD DEL COLEGIO ¿QUÉ TANTO  
AFECTAN EL DESEMPEÑO DE LOS ESTUDIANTES?**

**AUTOR  
JUAN CAMILO QUINTERO CORREA**

**DIRECTOR DEL PROYECTO  
CRISTIAN CAMILO URBANO FLORIÁN**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS  
ECONOMÍA Y NEGOCIOS INTERNACIONALES  
SANTIAGO DE CALI  
2020**

## Tabla de contenido

Introducción .....	7
Objetivos .....	8
Objetivo general.....	8
Objetivos específicos .....	8
Revisión de literatura.....	8
Datos .....	12
Estadísticas descriptivas .....	14
Metodología .....	18
Modelo panel .....	21
Resultados .....	21
Conclusiones .....	27
Bibliografía .....	29
Anexos .....	31

## Lista de tablas y anexos

### Tablas

Tabla 1: Estadísticas descriptivas de las variables continuas del modelo .....	14
Tabla 2: Número de planteles educativos que poseen, o no, servicio de internet. ....	14
Tabla 3: Número de planteles educativos ubicados en sectores urbanos o sectores rurales.....	15
Tabla 4: Número de planteles educativos diferenciados por sector educativo en el que se desempeñan. ....	15
Tabla 5: Número de planteles educativos que disponen de equipos de cómputo para el uso de sus estudiantes. ....	15
Tabla 6: Modelos panel sobre el desempeño académico. ....	22

### Anexos

Modelo 1:  $Y = \text{Índice total}$

Prueba para modelos de efectos fijos.....	31
Test del multiplicador lagrangiano para efectos aleatorios. Breusch – Pagan.....	31
Test de Hausman para efectos fijo y efectos aleatorios. ....	31
Test de autocorrelación: Wooldridge.....	32
Test de autocorrelación: Rho.....	32
Test de heterocedasticidad: Greene. ....	32

Modelo 2:  $Y = \text{Índice de lectura crítica}$

Prueba para modelos de efectos fijos.....	32
Test del multiplicador lagrangiano para efectos aleatorios. Breusch – Pagan.....	33
Test de Hausman para efectos fijo y efectos aleatorios. ....	33
Test de autocorrelación: Wooldridge.....	33
Test de autocorrelación: Rho.....	33
Test de heterocedasticidad: Greene. ....	34

Modelo 3:  $Y = \text{Índice de matemáticas}$

Prueba para modelos de efectos fijos.....	34
Test del multiplicador lagrangiano para efectos aleatorios. Breusch – Pagan.....	34
Test de Hausman para efectos fijo y efectos aleatorios. ....	35
Test de autocorrelación: Wooldridge.....	35
Test de autocorrelación: Rho.....	35
Test de heterocedasticidad: Greene. ....	35

## Resumen

En los últimos años, se han buscado nuevas formas de enseñanza y aprendizaje en los colegios, de forma que se logre mejorar significativamente el desempeño académico de los estudiantes. En este sentido, se ha venido implementando, y mejorando, el capital físico dentro de los colegios, representado por su infraestructura, su conectividad y las herramientas tecnológicas que respaldan a la institución educativa. A lo largo del mundo, se han realizado estudios que plantean el impacto de mayores inversiones sobre el capital físico de un colegio sobre el desempeño académico de sus estudiantes. Aunque estas investigaciones, que varían en la amplitud (muestra utilizada para las estimaciones) y ubicación (algunas realizadas en países del primer mundo, otras enfocadas en regiones latinoamericanas o simplemente, estudiando el comportamiento de la educación en un país específico), son bastante similares, no han logrado aclarar el real impacto de estas inversiones. Es por esto, que el presente estudio busca servir como complemento a anteriores investigaciones, y permitir mayor entendimiento de la relación entre la infraestructura de TIC en los colegios y el desempeño académico de los estudiantes. Para esto se realizó una investigación basada en datos panel que permiten estudiar el comportamiento de los colegios en Colombia, y cómo cambia el desempeño académico de sus estudiantes cuando disponen, o no, de conectividad e infraestructura en TIC en las instituciones.

Palabras clave: Datos panel, desempeño académico, sector académico, área rural, área urbana.

### **Abstract**

In the past few years, searching for new learning and teaching methods within schools has become important in order to rise academic achievement. Hence, there have been a race for implementing, and improving, the physical capital of schools, represented by its infrastructure, connectivity and technological tools used inside these institutions. Across the globe, many studies have proposed the impact of increased investments in physical capital in schools over academic achievement. Although these researches, which vary on its width (sample used for its estimations) and location (whether they treat first world, Latin American, or a single country academic affairs), are quite alike, no consensus about the impact of these investments has been reached. Accordingly, this research looks forward to complementing previous studies, and allows a wider understanding of the bond between ICT infrastructure and student achievement. To accomplish this, the research uses panel data to study the behavior of Colombian schools, and how its academic achievement is affected by having, or not, connectivity and ITC infrastructure within the institutions.

**Key words:** Panel data, academic achievement, school type, countryside area, urban area.

## **Introducción**

La incorporación de las TIC al ámbito educativo en América Latina ha venido acompañada de expectativas universales. Primero, aumentar la alfabetización digital de los individuos; segundo, la reducción de la brecha digital entre países; y, por último, el mejoramiento del desempeño académico de los estudiantes (Sunkel & Trucco, 2010).

La relación entre el uso de las TIC y el desempeño académico ha sido estudiada vastamente alrededor del mundo, y muchas veces se ha llegado a la conclusión que la utilización de las TIC tiene una correlación positiva con los logros académicos de los estudiantes, lo que hace que sea deseable la implementación de políticas que influyan y busquen la mayor inversión en estas herramientas.

En Colombia, mediante pruebas internacionales se ha intentado medir la calidad de la educación y se ha llegado a la conclusión que el desempeño colombiano es considerablemente más bajo que la media internacional (Bentaouet Kattan et al., 2008). Por esta razón, se hace necesario buscar alternativas pedagógicas en búsqueda del mejoramiento continuo de la educación colombiana, y es aquí donde la implementación de las TIC dentro de las aulas de clase toma importancia como complemento a las prácticas de enseñanza comunes presentes en el país.

Por lo anterior, este estudio busca determinar el impacto que tiene el uso de las TIC sobre el desempeño académico de los estudiantes a nivel nacional, por lo que se estudian los cambios en la infraestructura y tenencia de las TIC en las instituciones educativas, y sus resultados académicos, para el periodo de 2015 – 2018.

Se empieza con una recopilación de literatura referente al tema a diferentes niveles (mundo, Latinoamérica y Colombia), seguido de la sección en la que se presentan y se tratan a fondo los

datos y variables utilizadas en el estudio. En tercer lugar, se presenta los requerimientos metodológicos para la implementación y correcto funcionamiento del modelo planteado en la investigación. En cuarto lugar, se tienen los principales resultados obtenidos del modelo tratado, y la discusión que esta genera. Y, en último lugar, se presentan las conclusiones alcanzadas al finalizar el estudio.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

- Realizar un análisis descriptivo y estimar el efecto de las variables de infraestructura y conectividad en los puntajes promedio de los estudiantes por colegio en las pruebas Saber 11.

### **Objetivos específicos**

- Determinar el impacto de la brecha económica entre escuelas privadas y escuelas públicas sobre el desempeño académico de los estudiantes.
- Estudiar la diferencia del desempeño académico entre áreas urbanas y rurales en el país.
- Diferenciar el impacto de la infraestructura en TIC sobre el desempeño en las áreas de matemáticas y lectura crítica.

## **Revisión de literatura**

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación, más comúnmente conocidas como las TIC, son recursos o herramientas que permiten la administración, el procesamiento y la



distribución de la información a través de medios tecnológicos que se diversifican y evolucionan conforme pasa el tiempo, entre los que se encuentran los computadores, los celulares y el internet.

Al pasar el tiempo, el uso de las TIC se ha vuelto más y más común alrededor del mundo, pero, como plantea Jacovkis (2011) no se han distribuido de manera igual en el planeta. Los países desarrollados, tienen incorporado el uso de las TIC, mientras que a medida que se aleja del centro del mundo empiezan a generarse rezagos en la capacidad de adquisición y utilización de estas tecnologías. Pero, esta diferenciación, también se genera más fuertemente dentro de los mismos países en desarrollo, convirtiendo a las TIC en herramientas para generar inclusión social en sectores en los que es fácil implementarlas, pero crean el efecto contrario en aquellas zonas que carezcan de esta posibilidad.

Las TIC han ido evolucionando desde su creación, y con ellas su alcance y beneficios. Estas tecnologías han permitido que, alrededor de todo el mundo, se reduzcan las barreras geográficas, es decir, sea posible conocer lo que pasa al otro lado del planeta sin tener que estar directamente ahí; también permitieron la diversificación de la información disponible al público en general; en tercer lugar, generan la posibilidad de desarrollar habilidades por cuenta propia, a través de la difusión de información y conocimientos que se transmiten por sus canales tecnológicos, entre muchos otros beneficios visibles, que permean áreas de estudio como la política, la educación, la salud y la economía.

La relación que tienen las TIC con la educación ha sido cuestión de debate desde sus inicios, y es difícil definir si los beneficios son mayores a los obstáculos que existen en la implementación de estas herramientas en dicha área. Como tratan Carneiro et al (2009) en el libro *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*, las TIC podrían ser la clave para resolver muchos de los

problemas de los modelos educativos actuales, pero primero tienen que tratarse los retos de su implementación y de modificar las formas estandarizadas de enseñar. Hasta el momento, diversos autores han tratado de identificar cuál es el impacto que tiene la utilización de las TIC sobre el desempeño académico, pero nunca se ha llegado a un consenso sobre la influencia única del uso de estas tecnologías.

En primer lugar, cabe resaltar el trabajo de Crampton (2009), en el que muestra que la inversión en TIC en las escuelas estadounidenses vista como parte del conjunto de elementos que forman de la infraestructura y el capital físico de los colegios, influye de manera positiva en el desempeño académico de los estudiantes de cuarto y octavo grado en las áreas de matemáticas y lectura. Pero resalta que la inversión en capital físico por sí solo no genera efectos significativos sobre el rendimiento de los estudiantes, para generar los resultados esperados debe equilibrarse la inversión también sobre el capital humano y el capital social, ya que son elementos necesarios para que se utilicen adecuadamente los recursos finalmente inyectados como capital físico, y más específicamente, como tecnologías de la información y la comunicación.

Un estudio más amplio fue aplicado a 16 países latinoamericanos, entre los que estaba Colombia, y buscó caracterizar el acceso y el uso de los computadores en las escuelas de estos países, y cómo afectaba el uso de estos en el desempeño en las áreas de matemáticas y lectura (Román & Murillo, 2014). Los resultados muestran que en las escuelas cuyos estudiantes tienen acceso al computador tienen mayor desempeño que los que no lo tienen y generalmente, aquel estudiante que pueda usar el computador en la escuela, y si la escuela tiene más de 10 computadores, obtendrá en promedio 16,6% más puntuación que aquellos estudiantes que no tienen esa posibilidad.

Dentro de Colombia, diversos estudios han sido realizados para determinar la relación que existe entre el uso de las TIC en los colegios y su relación con el desempeño académico, aunque han sido revisados desde diferentes perspectivas. Entre ellos se tiene el realizado para Fedesarrollo (Gaviria & Barrientos, 2001) que intenta definir qué variables determinan la calidad de la educación en Colombia, y descubren una correlación positiva entre la infraestructura de las escuelas y el rendimiento académico de los estudiantes, pero hacen la salvedad, al igual que Crampton, que las inversiones en capital físico sin acompañamiento en cambios de estrategias pedagógicas limitan el efecto de la inversión en infraestructura. Otra perspectiva es la que realizan Botello y López (2014) en un estudio cuyo objetivo es conocer el impacto de la implementación de las TIC sobre el desempeño académico de los estudiantes, pero definiendo el uso y la frecuencia con que se utilizan estas tecnologías; al estudiar una prueba internacional de comprensión lectora realizada a estudiantes de cuarto grado, concluyen que el uso de las TIC en el desarrollo académico puede influir hasta un 31% de mayor puntaje en la prueba, pero este uso debe ir de la mano con un correcto acompañamiento por parte de los docentes, de forma que esta herramienta se use para mejorar la educación y no como distractor.

Una última investigación notable en el estudio de las TIC es el realizado por Rangel y Lleras (2010), el cual intenta definir la desigualdad que se genera entre colegios privados y públicos a causa de la mayor capacidad de inversión que tiene en promedio la primera, midiendo el nivel académico a través de las pruebas ICFES para los colegios de Cartagena. Dentro de las conclusiones más importantes que se obtuvieron de este estudio se tiene que los recursos escolares influyen fuertemente en el desempeño académico en las escuelas de la ciudad costera; aquellos estudiantes con la posibilidad de ir a escuelas con mayores recursos y mayor infraestructura educativa (colegios privados), tienden a tener mayores oportunidades de aprender y, por ende, a

tener mayor desempeño académico. Además, intenta mostrar que la concentración de estudiantes de estratos socioeconómicos bajos en escuelas públicas es mayor que en las escuelas privadas, y son estas características socioeconómicas de los individuos otra de los factores claves para entender las brechas que existen entre los dos sectores de la educación.

Lo anterior permite conocer que la relación entre las TIC y la educación es una razón que ha sido ampliamente estudiada, pero tiene tantas formas de ser tratada, que es difícil definir el impacto real presenta esta herramienta sobre el desempeño académico. A nivel de Colombia, los estudios hasta ahora realizados muestran una correlación positiva entre el uso de las tecnologías y el desempeño académico. La presente investigación busca corroborar esta línea de conclusiones, concentrándose no únicamente en algunas ciudades, que podrían representar incorrectamente a la población colombiana, sino en la totalidad (que proporcione los datos necesarios para su adecuada interpretación) de las escuelas del país a lo largo de 4 años (2015 - 2018).

### **Datos**

Para el estudio se utilizaron las bases de datos C600 del DANE, la cual permitía conocer información relevante sobre la educación formal del país, medida por censo de todas las sedes educativas de Colombia que se encuentren legalmente constituidas, que ofrezcan los niveles de preescolar, básica primaria, básica secundaria y media, localizados en área tanto urbana como rural. De esta base de datos se obtuvo información que permite medir el uso de las TIC en las instituciones educativas, así como también aquella que indica la infraestructura con la que cuenta cada una de estas sedes; además en ella se encuentran algunas características legales y de ubicación de cada una de las instituciones educativas que requieren ser estudiadas. Se utilizaron estas bases de datos en una serie de tiempo contemplada desde el 2015 hasta el 2018.

Además, para medir el rendimiento académico se utilizaron los resultados de las pruebas ICFES para el periodo 2015 -2018, base de datos que contiene información de todos los estudiantes próximos a su graduación, además de presentar una vasta fuente de la información socioeconómica de ellos en el momento de la realización del examen.

Por otro lado, siguiendo la documentación mencionada anteriormente, se encuentra que el ICFES tiene un sistema de clasificación de planteles que no sólo tiene en cuenta el promedio de los puntajes sino también la dispersión de estos. Teniendo esto último en cuenta, se aplica una transformación para generar un índice único por sede educativa, que facilite su utilización e interpretación en el modelo que se va a utilizar, que consiste en aplicar, para cada prueba, la siguiente fórmula:

$$I_P = \frac{\mu_{F_p}}{1 - \sigma_{F_p}^2}$$

Donde  $\mu_{F_p}$  es la media de las frecuencias relativas acumuladas y  $\sigma_{F_p}^2$  su varianza. Este procedimiento genera valores entre 0 y 1 y sus valores son mayores en cuanto más altos y homogéneos son los puntajes de los estudiantes de la sede educativa. Luego de generar este índice para cada materia, se hace un índice global que pondera cada uno de ellos de la siguiente forma:

$$I_g = \frac{(I_m * 3 + I_{lc} * 3 + I_{cm} * 3 + I_{cc} * 3 + I_i * 1)}{13}$$

El índice total permite estudiar la calificación de las pruebas ICFES de forma más precisa y estandarizada que si se utilizaran únicamente los datos de la prueba a nivel de estudiante. Por este motivo, el índice se convertirá en la mejor aproximación disponible en las bases de datos, para

estudiar el desempeño académico de cada uno de los planteles que harán parte de la población estudiada.

### Estadísticas descriptivas

A continuación, se presentan tablas que contienen parte de las estadísticas descriptivas de las variables consideradas para la elaboración del modelo, también se realiza un análisis de estas estadísticas y se explicará brevemente la importancia y la naturaleza cada una de las variables.

Tabla 1  
*Estadísticas descriptivas de las variables continuas del modelo*

Variable	INDICE_TOTAL	INDICE_MATEMATICAS	INDICE_LECTURA	prop_muj	mediase
Min	0.421	0.3453	0.4555	0	21.24
1° cuartil	0.6363	0.6282	0.6451	0.4563	42.54
Mediana	0.6803	0.6776	0.6898	0.5377	48.1
Media	0.6852	0.6808	0.6924	0.538	49.7
3° cuartil	0.7286	0.7287	0.7364	0.6129	55.68
Max	0.9254	0.9447	0.9124	1	85.38

Tabla 2  
*Número de planteles educativos que poseen, o no, servicio de internet*

Año	2015		2016		2017		2018	
	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%
No tiene internet	962	12%	976	12%	1105	14%	1123	13%
Tiene internet	7348	88%	7179	88%	6905	86%	7418	87%
Total	8310	100%	8155	100%	8010	100%	8541	100%

Tabla 3  
Número de planteles educativos ubicados en sectores urbanos o sectores rurales

Año	2015		2016		2017		2018	
	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%
Rural	2595	31%	2593	32%	2507	31%	2861	33%
Urbano	5715	69%	5562	68%	5503	69%	5680	67%
Total	8310	100%	8155	100%	8010	100%	8541	100%

Tabla 4  
Número de planteles educativos diferenciados por sector educativo en el que se desempeñan

Año	2015		2016		2017		2018	
	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%
Sector público	5578	67%	5632	69%	5513	69%	5976	70%
Sector privado	2732	33%	2523	31%	2497	31%	2565	30%
Total	8310	100%	8155	100%	8010	100%	8541	100%

Tabla 5  
Número de planteles educativos que disponen de equipos de cómputo para el uso de sus estudiantes

Año	2015		2016		2017		2018	
	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%
No posee equipos de cómputo	32	0%	17	0%	0	0%	225	3%
Posee equipos de cómputo	8278	100%	8138	100%	8010	100%	8316	97%
Total	8310	100%	8155	100%	8010	100%	8541	100%

En las tablas 1, 2, 3, 4 y 5 se presentan algunas de las estadísticas descriptivas de las variables consideradas para el desarrollo del modelo. A pesar de tener una base de datos con más variables, se eligieron las siguientes para la estimación del modelo panel, teniendo en cuenta su importancia con los objetivos de la actual investigación: COLECOD, PERIODO\_ANIO.x, SECTOR\_CODIGO, AREA\_CODIGO, SEDETE\_INTERNET, SEDETE\_EQUIPO\_COMPUTO, INDICE\_TOTAL, prop\_muj y, mediase (Los nombres de las variables fueron mostrados tal y como se tenían en la base de datos consolidada).

La primera variable planteada, COLECOD, es utilizada para identificar a los individuos de estudio, es decir, las sedes educativas. Esta variable muestra un código identificador único, diseñado por el DANE para facilitar la identificación de cada uno de los planteles educativos en el

territorio nacional. En primera instancia, se tenían 33233 observaciones para los planteles educativos, pero una vez depurados por falta de información en algunas variables o, por aparecer un plantel simultáneamente dos veces en un único periodo académico, el número de observaciones se redujo a 28220.

En Colombia, el año académico tiene dos calendarios académicos para los cuales puede pertenecer algún plantel educativo. En términos generales, el calendario A inicia, normalmente, a principios de febrero y termina en las últimas semanas de noviembre; comúnmente las instituciones que utilizan este calendario son de carácter público. Por otro lado, el calendario B inicia a finales de agosto y termina a mediados de julio; instituciones de carácter privado son las que presentan este tipo de calendario. Dependiendo el calendario por el cual se rija cada sede educativa, presentará las pruebas de educación nacional ICFES en un periodo diferente del año. La variable PERIODO\_ANIO.x representa el periodo en el cual cada plantel realizó las pruebas ICFES para cada año tratado.

Para estudiar la ubicación y el sector académico al que pertenece cada plantel educativo se tienen las variables AREA\_CODIGO y SECTOR\_CODIGO, respectivamente, ambas de carácter dicotómico y fue necesaria su recodificación para correr el modelo de datos con la función:

FINAL1\$AREA\_CODIGO = recode (FINAL1\$AREA\_CODIGO, `2`=0, `1`=1) y

FINAL2\$SECTOR\_CODIGO = recode (FINAL2\$ SECTOR\_CODIGO, `2`=1, `1`=0).

AREA\_CODIGO toma el valor de 1 si el plantel educativo tiene su sede principal en un sector urbano, y toma el valor de 0 en caso de que la sede principal del plantel se ubique en un sector considerado rural. En la tabla 3 se puede apreciar que en los años de estudio se tiene que aproximadamente un 32% de los planteles tratados están ubicados en un sector rural, mientras que el 68% restante se encuentra en el sector urbano. Por otro lado, SECTOR\_CODIGO toma el valor



de 1 cuando el plantel educativo trabaja bajo una modalidad privada, y 0 en caso contrario. En la tabla 4 se aprecia la variación del número de planteles públicos y privados, y se deduce que en promedio en Colombia un 69% del total de sedes educativas son de carácter público, mientras que el 31% restante son organizaciones privadas.

A continuación, se tienen dos variables que sirven como base para analizar la infraestructura de las TIC en los planteles educativos. La variable SEDETE\_INTERNET es dicotómica que toma el valor de 1 cuando la sede educativa disponga de conexión y acceso al servicio de internet, y tomará el valor de 0 en caso contrario; como se muestra en la tabla 2 se tiene que aproximadamente el 13% de las sedes educativas estudiadas no contaban con el servicio de internet, mientras que un 87% si lo presentaba. En el mismo sentido, la variable SEDETE\_EQUIPO\_COMPUTO, que también de tipo dicotómica, busca mostrar si la sede educativa cuenta con algún equipo de cómputo que esté disponible para la interacción y uso por parte de los estudiantes; esta variable tomará el valor de 1 si efectivamente la sede dispone de este servicio, y 0 en caso contrario; en la tabla 5 se puede distinguir el conteo de esta variable, y resalta que una parte mínima de los planteles, muy próxima al 0% del total, no posee algún equipo de cómputo disponible para sus estudiantes.

La variable INDICE\_TOTAL es utilizada para estudiar el desempeño académico que tiene cada uno de los planteles a través de los años de estudio. Sin discernir entre el calendario escolar que esté siendo utilizado por cada uno de los planteles educativos, el índice posee valores mínimos y máximos de 0.421 y 0.9254 respectivamente. El promedio a nivel nacional de este índice, para los años de estudio, es de 0.6843. Entre más cerca se encuentre el índice de 1, mejor será la calificación que tiene el plantel en general respecto a sus resultados en las pruebas ICFES. Además, como se mencionó anteriormente, esta medida tiene en cuenta tanto el promedio como la dispersión de los puntajes individuales. Además de esto, se utilizaron los puntajes en el área de matemáticas y

lectura para obtener resultados más amplios sobre el impacto de la infraestructura de las TIC en materias más específicas de la educación.

Por último, se tienen dos variables que dan cuenta de las características sociodemográficas de las poblaciones de cada sede de estudio. Primero está *prop\_muj*, la cual representa el porcentaje de mujeres en el último año académico que tiene cada plantel en el momento de presentación de las pruebas ICFES para los años de estudio. Y, además, se tiene a la variable *mediase*, que representa la media para cada plantel de los valores INSE creados por el ICFES, el cual busca representar el estatus socioeconómico de las personas, teniendo en cuenta factores que evalúan el capital humano, el capital físico y el capital social de cada uno de los estudiantes que realizan el cuestionario adicional de las pruebas ICFES. Este índice permite estudiar desde una perspectiva más integral el impacto que tiene el nivel socioeconómico de los estudiantes sobre su desempeño académico. Para más información sobre la construcción, interpretación y comparación del INSE, revisar el documento oficial del ICFES (2019). Para los años de estudio este índice tuvo unos valores mínimos y máximos de 21.24 y 85.32, respectivamente, y un valor medio de 49.70.

### **Metodología**

Como se vio en la sección anterior, las bases de datos que se tienen permiten el estudio y seguimiento del comportamiento de muchos individuos a través de los años 2015, 2016, 2017 y 2018. Por ende, permite la implementación de modelos de tipo panel que muestren, de la manera más precisa, el efecto que tiene la tenencia o la ausencia de la infraestructura y las TIC's sobre el desempeño académico de los estudiantes.

Los modelos de datos tipo panel tienen ciertas ventajas sobre los modelos que utilizan datos de corte transversal o de series de tiempo, y son que los de datos panel, en primer lugar, reducen el

efecto del sesgo derivado de la heterogeneidad individual no observada, es decir, minimizan los efectos de uno de los problemas econométricos básicos; en segundo lugar, permite contrastar de manera más precisa la consistencia de los parámetros planteados en el modelo a través de un periodo; y por último, elimina el sesgo derivado de la agregación de datos de sus estimaciones. Para estudiar la relación que existe entre la infraestructura de TIC en los planteles educativos y el desempeño académico de los estudiantes se planteó un modelo panel estático con efectos fijos.

Pero antes de crear algún modelo panel que permitiese un primer acercamiento al tema de estudio, fue necesario depurar las bases de datos disponibles, de forma que se llegara a una base de datos única, que contuviese las variables, tanto de control como explicativas, suficientes y relevantes, y así permitiera el estudio acertado del modelo, sin que se presentase un problema a causa de la introducción deliberada de variables que no influyen en la estimación del modelo. Para lo anterior, fue necesario realizar varias modificaciones y combinaciones entre las bases de datos mencionadas en la última sección.

Para lo anterior, fue necesario compilar, en primer lugar, las bases de datos que permiten identificar las cualidades de cada plantel educativo (Bases C600 del DANE) a nivel de cada uno de los años de estudio, y una vez se tenían estas, se combinaban nuevamente en una que permitiera reconocer el desarrollo de cada plantel en el periodo tratado (2015 - 2018). En segundo lugar, era necesario tener datos que mostraran el nivel educativo de cada plantel, por lo que se utilizaron las bases de datos que seguían la clasificación académica de cada plantel a lo largo de los años; y se combinaron entre los dos periodos que tiene el año académico, para posteriormente unir estas bases en una sola que tuviese en cuenta los cambios de los índices académicos representados por el ICFES a través de los años considerados para el estudio. Por último, ya teniendo dos bases de datos que muestran las variaciones de características importantes para los individuos a través de los datos

de estudio, fue necesario unir las en una última base que, una vez filtrada por variables, sólo contuviese aquellas que permitían estudiar el efecto de la infraestructura de las TICs en el desempeño de los estudiantes. Esta base final, que funciona como los cimientos para empezar a realizar las regresiones, contiene las variaciones relevantes respecto al tema de estudio para 9186 sedes educativas a través de los años 2015, 2016, 2017 y 2018.

Cabe resaltar el hecho de que existían algunos de los planteles estudiados que presentaban las pruebas ICFES en los dos periodos académicos existentes en el año, y su consideración en el modelo podría sesgar sus resultados. Para evitar esta situación, se tomó cada uno de los planteles educativos, en cada uno de los periodos, como los individuos de estudio. Además, se incluyeron dos variables más a la base de datos final, una que representa el porcentaje de mujeres que presentaron el examen ICFES para cada año, y otra que representa el promedio socioeconómico, de forma que se tuvieran variables explicativas que varían a través del tiempo, ya que las consideradas dentro de la infraestructura de TICs rara vez cambian de un periodo a otro.

Para la estimación del modelo tipo panel, se utilizó una simplificación de modelo lineal especializado para datos panel, en los que se obtuvo un primer acercamiento a la regresión, la cual presentaba problemas de autocorrelación y heterocedasticidad. Para corregir este defecto, se implementó una regresión robusta que corrige los errores estándares para los datos de tipo panel, inmersa en el paquete para R: “Implementing Panel-Corrected Standard Errors in R: The *pcse* Package” (Bailey & Katz, 2011). Este tipo de regresión permite el estudio de los datos mediante el sistema un sistema “pooling”, que caracteriza a todos los individuos a través del tiempo mediante una única ecuación de regresión.

## Modelo panel

El modelo de regresión tipo panel estudiado fue:

$$\begin{aligned} \text{Indice\_total}_{it} = & \alpha + \beta_1 \text{area\_codigo}_{it} + \beta_2 \text{sector\_codigo}_{it} + \beta_3 \text{sedete\_internet}_{it} \\ & + \beta_4 \text{sedete\_equipo\_computo}_{it} + \beta_5 \text{prop\_muj}_{it} + \beta_6 \text{mediase}_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, 7055.$$

$$t = 2015, 2016, 2017, 2018.$$

Donde, como se mencionó en la sección anterior, *area\_codigo* representa el sector en donde está ubicada cada sede educativa, *sector\_codigo* representa el sector educativo en el que presta sus servicios la sede, *sedete\_internet* muestra la tenencia de internet en las sedes, *sedete\_equipo\_computo* representa la tenencia de algún equipo de cómputo disponible para el uso de los estudiantes de la sede, *prop\_muj* muestra la proporción de mujeres en cada una de las sedes estudiadas y, por último, *mediase* representa al INSE promedio para los planteles.

Cabe resaltar que el modelo previamente mencionado se tuvo en cuenta como el modelo principal del estudio en cuestión, pero para tener resultados más precisos del comportamiento de los resultados académicos a cambios en los factores estudiados, se realizaron dos modelos complementarios en los que la variable dependiente pasó a ser el índice de matemáticas y el índice de lectura crítica respectivamente.

## Resultados

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del modelo principal y de los complementarios. Cabe resaltar que, para asegurar el correcto comportamiento de los datos, se realizaron las respectivas pruebas formales y, en caso de ser necesario, sus correcciones para

obtener un modelo robusto. Además, se realizará un análisis comparativo entre los resultados obtenidos en este estudio y otras investigaciones consideradas anteriormente en el análisis de la literatura de este trabajo. De esta forma, se buscará corroborar, o refutar, los supuestos encontrados por demás autores.

Tabla 6  
*Modelos panel sobre el desempeño académico*

VARIABLES INDEPENDIENTES	Modelo 1 (Total)	Modelo 2 (Lectura)	Modelo 3 (Matemáticas)
Constante	0.481*** (-0.003)	0.482*** (-0.003)	0.488*** (-0.004)
sector_codigo	0.030*** (-0.001)	0.020*** (-0.001)	0.034*** (-0.001)
area_codigo	0.012*** (-0.001)	0.013*** (-0.001)	0.017*** (-0.001)
sedete_internet	0.003*** (-0.001)	0.003*** (-0.001)	0.004*** (-0.001)
sedete_equipo_computo	0.003 (-0.002)	-0.006* (-0.002)	0.003 (-0.002)
prop_muj	0.008*** (-0.001)	0.012*** (-0.001)	0.002 (-0.001)
mediase	0.004*** (0)	0.004*** (0)	0.003*** (0)
rho	0.6981	0.6594	0.7238
N	28220	28220	28220

*Nota: En paréntesis se encuentran los errores estándar; \*:  $0.05 < p < 0.1$ , \*\*\*:  $p < 0.01$*

En la tabla anterior puede observarse que casi todas las variables son estadísticamente significativas para el modelo, a excepción de la tenencia de equipos de cómputo en la sede educativa. Ahora se realizará la descripción estándar de los resultados del modelo.

*Constante: Un plantel educativo del sector público que se encuentre en un área rural, que no disponga de servicio de internet ni equipos de cómputo disponibles para el uso de los estudiantes tendrá, en promedio, un puntaje total de 0.481. Significativo al 99% de confianza.*

*Sector\_codigo: En promedio, se espera que una sede educativa de carácter privado obtenga un puntaje 0.030 desviaciones estándar mayor que aquellas de carácter público. Significativo al 99% de confianza.*

*Area\_codigo: En promedio, aquellos planteles educativos que se encuentren en un sector urbano tendrán un puntaje 0.012 desviaciones estándar mayor que aquellas presentes en un sector rural. Significativo al 99% de confianza.*

*Sedete\_internet: En Promedio, el tener internet aumenta 0.003 desviaciones estándar el índice total de cada plantel educativo. Significativo al 99% de confianza.*

*Sedete\_equipo\_computo: La tenencia de equipos de computo en el plantel educativo no influye en el índice total.*

*Prop\_muj: En promedio, las mujeres presentan un índice total 0.006 desviaciones estándar mayor al de los hombres. Significativo al 99% de confianza.*

*Mediase: Ante un aumento de un punto en el INSE, se espera que, en promedio, el índice total de cada plantel incremente en 0.005 desviaciones estándar. Significativo al 99% de confianza.*

Dado lo anterior, es posible ver que, en general, las TIC influyen de manera positiva en el desempeño académico de los estudiantes, pero hay muchas otras variables que hay que tener en cuenta al tratar el desempeño académico y, principalmente, cómo el uso de las TIC, y no únicamente su tenencia, influyen en la construcción de mayores y mejores conocimientos por parte

de los estudiantes. En este sentido es posible comparar los resultados de este estudio, con otros estudios que se venían realizando con respecto al tema en cuestión alrededor del mundo, pero principalmente, llevando los resultados a un contexto colombiano.

En primera instancia, se tiene a la tenencia del internet en un plantel educativo como uno de los factores que afectan al desempeño académico de los estudiantes, más precisamente, a sus resultados en las pruebas ICFES. A pesar de que, como se aprecia en la tabla de resultados, la magnitud del impacto que tiene la tenencia de internet sobre los resultados de las pruebas es pequeño, permite entender que es positivo, es decir, claramente la tenencia de este recurso mejora, en promedio, los resultados académicos de los estudiantes. Además, haciendo la comparación entre los tres modelos, es posible observar que la tenencia de este servicio tiene mayor impacto sobre los resultados de las pruebas de matemáticas, es decir, el internet promueve el uso de estrategias que mejoran de forma más significativa el aprendizaje y entendimiento de la materia en cuestión.

Cabe resaltar, así como plantean Botello & Alba (2014) y Román & Murillo (2014), que la tenencia del internet en la escuela no es lo único que permite el mejoramiento académico de los estudiantes. Hay que tener en cuenta otros factores, como la disponibilidad del internet, la finalidad con la que se utiliza (Entretenimiento, investigación, etc), la capacidad de los docentes respecto a la implementación y utilización de las TIC dentro de sus clases, entre otros, ya que pueden, en primer lugar, incrementar o reducir la magnitud del impacto del uso de las TIC sobre el desempeño académico; segundo, se pueden convertir en las variables más importantes al momento de estudiar el desempeño académico y; por último, permite entender que, en cuestiones políticas, la facilitación de los recursos muchas veces no es suficiente para obtener resultados deseados.



A continuación, se puede estudiar en conjunto la presencia de un plantel educativo en áreas rurales o urbanas, y la afectación del tipo de sector en el que se ubica cada plantel. Se obtiene que aquellos planteles que están ubicados en sectores urbanos obtienen mejores resultados, en promedio, que aquellos planteles ubicados en un sector rural. Esto permite evidenciar la gran diferencia que presenta a Colombia respecto a la calidad de la educación en sectores de alta urbanización, contra sectores que son de más difícil acceso. Estos resultados permiten entender que el acceso a los servicios, y la calidad de estos, en sectores rurales, se tienen a niveles mucho menores que en los lugares urbanos. Lo anterior permite notar que, a pesar de los intentos que se realicen para intentar hacer que los sectores rurales obtengan mayor conectividad, la efectividad de esta solución, comparada con sectores urbanos, será mucho menos efectiva por el hecho de que los recursos que pueden llegar a estos sectores tienen menor alcance y, muchas veces, son de menor calidad.

Cabe resaltar que esta diferencia no se presenta únicamente en el sector en el que se ubique un plantel estudiantil, pero también está presente, como se plantea en Fedesarrollo (Gaviria & Barrientos, 2001) y como vemos en los resultados de este estudio, entre colegios de categoría pública y privada. Es importante notar que dentro de las principales diferencias se encuentran: I. El desempeño académico y características socioeconómicas de los estudiantes, II. Capacidad de los docentes y, III. Infraestructura de sus establecimientos. Son estas características las que permiten cuestionarse si la educación en Colombia debe estudiarse como un todo, o debe ser separada de acuerdo con el sector al que pertenezca al plantel, ya que esta disparidad podría generar resultados confusos a la hora de su interpretación.

En este sentido, se tiene a la variable que muestra la tenencia de equipos de cómputo en cada uno de los planteles educativos, la cual resulta no significativa para el modelo principal, ni en los

resultados de matemáticas, pero sí es significativa para los resultados en el área de lectura crítica. A pesar de que no resulte importante para determinar el índice total, nos permite dar una idea del sentido que tiene la tenencia de computadores sobre el desempeño académico, es decir, da referencia a que estos tienen un impacto positivo sobre sí mismos. En este orden de ideas, puede que la tenencia de un solo computador no sea significativa para mostrar una mejora importante sobre el desempeño académico de los estudiantes, pero a medida que estas unidades incrementan, se podría generar mayores beneficios para los individuos, y que según muestran los resultados, podrían influir más fuertemente en el área de lectura crítica. En el paper *disponibilidad y uso de las TIC en escuelas latinoamericanas: incidencia en el rendimiento escolar* (Román & Murillo, 2014) se evidencia que la tenencia de 10 o más computadores en una escuela, incrementa el rendimiento de los estudiantes en las áreas de matemáticas y lectura, lo que permite dar un mayor sentido en que la cantidad de equipos de cómputo y, tal vez los computadores per cápita, tienen una relación positiva.

Otra de las características de los estudiantes que permiten ver una diferenciación significativa en el desempeño académico es el género del individuo. Dentro de los resultados del modelo se obtuvo que, en promedio, las mujeres obtienen mejores resultados que los hombres en el índice total y en los resultados de lectura crítica, pero el género deja de ser un factor significativo al estudiar los resultados en matemáticas. Según lo anterior, no es posible generalizar estos resultados y decir que las mujeres tienen, en promedio, un desempeño académico mayor que los hombres. Como plantea Cárcamo (2012) en su investigación, la diferenciación por género en el desempeño académico depende de muchas otras variables, y en general los hombres se desempeñan mejor en el componente de matemáticas, mientras que las mujeres lo hacen en el componente de lectura. Lo anterior permite entender que, a pesar de que existe evidencia de que, para algunas materias,

existen diferencias significativas entre un género y el otro, no se puede realizar una generalización respecto a los resultados totales, ya que podría conllevar a conclusiones erróneas.

En último lugar se tiene que a un mayor INSE promedio en un plantel, mejor será el desempeño académico de dicha sede. Esto evidencia que el estatus socioeconómico de los individuos está fuertemente relacionado a su desempeño académico. A pesar de qué el INSE tome en cuenta diversas cuestiones, además de las económicas, es fácil observar que la diferenciación económica de los estudiantes (Entre diferentes planteles educativos) tiene la mayor incidencia dentro de la discrepancia de resultados académicos. En un estudio realizado en Cartagena sobre la desigualdad académica en Colombia (Rangel & Lleras, 2010), se observa este comportamiento, y evidencia que los estudiantes con mayores índice socioeconómicos, tienen mayor posibilidad de integrarse en escuelas con mejores recursos académicos y mejor infraestructura, lo que les crea mayores oportunidades de aprender y, en últimas, se traduce en un mejor desempeño académico.

### **Conclusiones**

El objetivo primario de este estudio era mostrar la correlación que tenía la infraestructura en TIC y el desempeño académico de los estudiantes en los planteles educativos alrededor de Colombia. Esta correlación fue comprobada, y da evidencia de que el uso de las TIC dentro de las aulas académicas tiene un impacto positivo sobre el desempeño académico de los estudiantes, al menos desde los resultados de las pruebas ICFES. Pero, así como ha sido planteado en otros estudios realizados en otros países en el mundo, tanto desarrollados como en vía de desarrollo, la implementación de servicios y herramientas relacionadas con las TIC, por si solas no promoverán un incremento significativo en los resultados académicos de los estudiantes. Además de ofrecer el

mejoramiento de la infraestructura de los planteles educativos, visto como capital físico de cada escuela, es necesario que se implementen estrategias que permitan mejorar el capital humano de las personas que trabajan con dicha infraestructura ya que, como es planteado por Crampton(2009), los beneficios de la implementación de TIC son multiplicados cuando pueden ser utilizados correctamente por personas capacitadas.

Además, cabe resaltar que la infraestructura en TIC tiene diferentes impactos dependiendo de la materia en cuestión que se esté estudiando. El modelo panel planteado en este estudio muestra que la tenencia y el uso del internet en los planteles educativos genera mejores resultados en el área de matemáticas, en contraste con el área de lectura crítica. Lo anterior muestra la idea que los beneficios por la implementación de herramientas tecnológicas tienen mayores y mejores impactos en aquellas áreas que tengan mayor facilidad para ser explotadas.

Por último, el estudio permite apreciar la clara diferenciación por sector académico y por ubicación geográfica en los planteles educativos en Colombia. Aquellas sedes educativas que tienen mayor facilidad en invertir en la infraestructura de sus planteles (Privadas), tendrán mayores beneficios y resultados académicos. Y también, cabe resaltar que aquellas escuelas ubicadas en sectores rurales, caracterizados por su dificultad de acceso a nuevas herramientas y recursos tecnológicos (Y la calidad de estos), tienden a recibir menos beneficios de la implementación de infraestructura en TIC.

Todo lo anterior permite hacer una idea de que, a pesar de que la implementación de estas herramientas impacta, en general, positivamente el desempeño académico en Colombia es necesario estudiar la forma en que estas herramientas se entregan y son utilizadas por las escuelas. Si esta cuestión no es tenida en cuenta, la implementación de TIC en diferentes planteles

educativos en el país podría convertirse en nuevas bases para continuar haciendo crecer la brecha académica sobre el territorio nacional. Es decir, podría convertirse en otra base para fomentar la discriminación educativa.

### **Bibliografía**

- Bailey, D., & Katz, J. N. (2011). Implementing Panel-Corrected Standard Errors in R : The pscse Package . *Journal of Statistical Software*, 42(Code Snippet 1). <https://doi.org/10.18637/jss.v042.c01>
- Bentaouet Kattan, R., Barrera, F., Walter, A., & Taboada, B. (2008). La calidad de la educación en Colombia: un análisis y algunas opciones para un programa de política. *Banco Mundial Colombia*, 133.
- Botello Peñaloza, H., & López Alba, A. (2014). La influencia de las TIC en el desempeño académico: evidencia de la prueba PIRLS en Colombia 2011. *Academia y Virtualidad*, 7(2), 15. <https://doi.org/10.18359/ravi.315>
- Cárcamo Vergara, C., & Mola Ávila, J. (2012). *Diferencias por sexo en el desempeño académico en Colombia: Un analisis regional*. 6(1), 133–169.
- Carneiro, R., Toscano, J. C., Díaz, T., Coll, C., Díaz, F., Da Cruz, L., Bernal, O. M., Martínez, H., Padilha, M., Piscitelli, A., Segura, M., & Sunkel, G. (2009). Los desafíos de las TIC para el cambio educativo. In *Athabasca University Press* (Vol. 78, Issue 940).
- Crampton, F. E. (2009). Spending on school infrastructure: Does money matter? *Journal of Educational Administration*, 47(3), 305–322. <https://doi.org/10.1108/09578230910955755>
- Gaviria, A., & Barrientos, J. H. (2001). *Determinantes De La Calidad de la Educacion En Colombia* (p. 78). Fedesarrollo.
- ICFES. (2019). *Saber al detalle. ¿Cómo se construye el Índice de Nivel Socioeconómico (INSE) en el contexto de las pruebas Saber?*

- Jacovkis, P. (2011). Las TIC en América Latina: historia e impacto social. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 6(18).
- Rangel, C., & Lleras, C. (2010). *International Studies in Sociology of Education Educational inequality in Colombia : family background , school quality and student achievement in Cartagena. November 2014*, 37–41. <https://doi.org/10.1080/09620214.2010.530855>
- Román, M., & Murillo, F. J. (2014). Disponibilidad y uso de TIC en escuelas latinoamericanas: Incidencia en el rendimiento escolar. *Educacao e Pesquisa*, 40(4), 879–895. <https://doi.org/10.1590/s1517-97022014121528>
- Sunkel, G., & Trucco, D. (2010). Impacto de las TIC en los aprendizajes de los estudiantes. Estado del arte. *CEPAL - Colección de Documentos de Proyectos*.

## Anexos

A continuación, se presentan las pruebas formales requeridas para estudiar el comportamiento de los datos discriminado para cada uno de los modelos planteados.

### Modelo 1: $Y = \text{Índice total}$

#### Prueba para modelos de efectos fijos.

$$H_0 = \text{Modelo pool}$$

$$H_A = \text{Modelo efectos fijos}$$

$$\text{Estadístico: } F = 38.20$$

$$\text{Valor } - p: 0.0000$$

#### Test del multiplicador lagrangiano para efectos aleatorios. Breusch – Pagan.

$$H_0 = \text{Modelo pool}$$

$$H_A = \text{Modelo efectos aleatorios}$$

$$\text{Estadístico: } X^2 = 28275.09$$

$$\text{Valor } - p: 0.0000$$

#### Test de Hausman para efectos fijo y efectos aleatorios.

$H_0 = \text{Modelo efectos aleatorios es consistente y eficiente y modelo de efectos fijos es consistente}$

$H_A = \text{Modelo de efectos aleatorios es inconsistente y modelo efectos fijos es consistente}$

$$\text{Estadístico: } X^2 = 13920.51$$

$$\text{Valor } - p: 0.0000$$

**Test de autocorrelación: Wooldridge.**

$H_0 =$  No autocorrelación de primer orden

$H_A =$  autocorrelación de primer orden

Estadístico:  $F = 6692.952$

Valor -  $p$ : 0.0000

**Test de autocorrelación: Rho.**

$H_0 =$  No autocorrelación

$H_A =$  Autocorrelación

Estadístico:  $F = 18179.57$

Valor -  $p$ : 0.0000

**Test de heterocedasticidad: Greene.**

$H_0 =$  Homocedasticidad ( $\sigma_i^2 = \sigma^2$  para todo  $i$ )

$H_A =$  Heterocedasticidad

Estadístico:  $X^2 = 6.8 \times 10^{29}$

Valor -  $p$ : 0.0000

**Modelo 2:  $Y =$  Índice de lectura crítica****Prueba para modelos de efectos fijos.**

$H_0 =$  Modelo pool

$H_A =$  Modelo efectos fijos

Estadístico:  $F = 13.96$

Valor -  $p$ : 0.0000



**Test del multiplicador lagrangiano para efectos aleatorios. Breusch – Pagan.**

$$H_0 = \text{Modelo pool}$$

$$H_A = \text{Modelo efectos aleatorios}$$

$$\text{Estadístico: } X^2 = 20846.97$$

$$\text{Valor } - p: 0.0000$$

**Test de Hausman para efectos fijo y efectos aleatorios.**

$$H_0 = \text{Modelo efectos aleatorios es consistente y eficiente y modelo de efectos fijos es consistente}$$

$$H_A = \text{Modelo de efectos aleatorios es inconsistente y modelo efectos fijos es consistente}$$

$$\text{Estadístico: } X^2 = 3186.38$$

$$\text{Valor } - p: 0.0000$$

**Test de autocorrelación: Wooldridge.**

$$H_0 = \text{No autocorrelación de primer orden}$$

$$H_A = \text{autocorrelación de primer orden}$$

$$\text{Estadístico: } F = 14388.557$$

$$\text{Valor } - p: 0.0000$$

**Test de autocorrelación: Rho.**

$$H_0 = \text{No autocorrelación}$$

$$H_A = \text{Autocorrelación}$$

$$\text{Estadístico: } F = 12443.05$$

$$\text{Valor } - p: 0.0000$$

**Test de heterocedasticidad: Greene.**

$H_0 = \text{Homocedasticidad}(\sigma_i^2 = \sigma^2 \text{ para todo } i)$

$H_A = \text{Heterocedasticidad}$

*Estadístico:*  $X^2 = 2.8 \times 10^{30}$

*Valor - p:* 0.0000

**Modelo 3: Y = Índice de matemáticas****Prueba para modelos de efectos fijos.**

$H_0 = \text{Modelo pool}$

$H_A = \text{Modelo efectos fijos}$

*Estadístico:*  $F = 38.97$

*Valor - p:* 0.0000

**Test del multiplicador lagrangiano para efectos aleatorios. Breusch – Pagan.**

$H_0 = \text{Modelo pool}$

$H_A = \text{Modelo efectos aleatorios}$

*Estadístico:*  $X^2 = 28957.77$

*Valor - p:* 0.0000

**Test de Hausman para efectos fijo y efectos aleatorios.**

$H_0 =$  Modelo efectos aleatorios es consistente y eficiente y modelo de efectos fijos es consistente

$H_A =$  Modelo de efectos aleatorios es inconsistente y modelo efectos fijos es consistente

Estadístico:  $X^2 = 11202.66$

Valor - p: 0.0000

**Test de autocorrelación: Wooldridge.**

$H_0 =$  No autocorrelación de primer orden

$H_A =$  autocorrelación de primer orden

Estadístico:  $F = 5654.126$

Valor - p: 0.0000

**Test de autocorrelación: Rho.**

$H_0 =$  No autocorrelación

$H_A =$  Autocorrelación

Estadístico:  $F = 21537062$

Valor - p: 0.0000

**Test de heterocedasticidad: Greene.**

$H_0 =$  Homocedasticidad ( $\sigma_i^2 = \sigma^2$  para todo  $i$ )

$H_A =$  Heterocedasticidad

Estadístico:  $X^2 = 7 \times 10^{30}$

Valor - p: 0.0000