

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE CIENCIAS**

### **EL ACCESO A LAS TIC Y SU INFLUENCIA EN LA MATRICULACIÓN ESCOLAR EN EL ECUADOR EN EL PERIODO 2018 - 2020**

#### **TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS**

##### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**JHEISON ALEXIS LEÓN CUMBICOS**

jheison.leon@epn.edu.ec

**JOSSUA NICOLAS SILVA ESTRELLA**

jossua.silva@epn.edu.ec

**DIRECTOR: JUAN PABLO DÍAZ SÁNCHEZ, PhD.**

juan.diaz@epn.edu.ec

**Quito, junio, 2022**

## **DECLARACIÓN**

Nosotros, Jheison Alexis León Cumbicos y Jossua Nicolas Silva Estrella, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

**Jheison Alexis León Cumbicos**

---

**Jossua Nicolas Silva Estrella**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jheison Alexis León Cumbicos y Jossua Nicolas Silva Estrella, bajo mi supervisión.

---

**Juan Pablo Díaz Sánchez, PhD.**

**Director**

## AGRADECIMIENTOS

*A Vilma mi madre a quien admiro mucho y me ha inculcado valores para ser una persona de bien y sobre todo la fe en Dios, gracias por todo tu sacrificio y trabajo para permitirme cumplir mi sueño, por siempre brindarme todo tu apoyo y consejo en todas mis aventuras y andanzas de la vida, todo te lo debo a ti y algún día espero poder devolverte eso y más. A mis abuelitos Florentino y Eudocía a quienes les debo mucho, gracias por todas sus oraciones.*

*A mis hermanos Bryan, Juan y Dayana por todo el apoyo que de una u otra manera me han sabido brindar, espero que podamos seguir manteniéndonos juntos como lo hemos estado hasta ahora. A mis sobrinos Dyland y Briana quienes han sabido sacarme muchas sonrisas y alguna que otra cana, los quiero mucho. A Álvaro quien ha sabido ser como mi padre, gracias por todas esas charlas motivadoras y todo el apoyo que has sabido brindarme desde que te conocí cuando era un niño, no lo voy a olvidar.*

*A Daniela quien es una persona muy especial para mí y ha estado conmigo todo este tiempo, gracias por enseñarme a enamorarme de mis defectos y brindarme tu apoyo incondicional, te llevo en el corazón.*

*A mi segunda familia, mis amigos, gracias por hacer de esta etapa un gran recuerdo, Cristian, Estefy, Josue, David, Sol, Marilyn y Jossua, aunque no nos hayamos visto en mucho tiempo quiero que sepan que los llevaré siempre conmigo. A Jossua mi compañero de tesis, gracias por haberme permitido trabajar contigo, no solo aquí, sino en toda la etapa universitaria y por apoyarme en todos aquellos momentos difíciles, eres una gran persona y un excelente ser humano, espero que puedas cumplir todas tus metas.*

*A todos mis profesores quienes han sabido formarme no solo como profesional sino también como persona, especialmente a mi tutor de tesis y al que considero un gran amigo, el Doctor Juan Pablo Díaz, gracias por todo el apoyo y todos los consejos y enseñanzas impartidas, espero que siempre continúe con ese gran carisma y esa pasión por enseñar, lo admiro mucho.*

*Jheison Alexis*

## AGRADECIMIENTOS

*Aprender y nutrirse de todas las personas que nos rodean es vital para ser cada vez mejor en todos los ámbitos de nuestra vida sea personal, profesional o académico. Agradezco inmensamente a todas las personas que formaron parte de mi vida debido a que por ellas me he convertido en la persona que hoy soy, en especial a ...*

*A mis padres, Lorena y Cesar por formarme como una persona íntegra con valores. Gracias por su paciencia, amor, consejos y todo el esfuerzo que realizaron durante 23 años para permitirme llegar hasta aquí.*

*A mis hermanos Nicole y Emilio por su apoyo incondicional cuando lo necesité. Gracias por las risas, abrazos y disyuntivas que nos hicieron crecer más y afianzar nuestra amistad y hermandad.*

*A mi compañero Jheison León con quien compartí de principio a fin mi vida universitaria y de quien me llevo una gran amistad por todos los esfuerzos realizados en conjunto y los cientos de anécdotas vividas fuera de las actividades académicas.*

*A mis amigos Marilyn, Sol, David, Josué, Christian, Jazmín y Estefanía a quienes tuve el gusto de conocer y compartir momentos inolvidables fuera de las aulas de clase.*

*Al Doctor Juan Pablo por impartirnos toda su sabiduría y consejos durante los semestres que fue nuestro maestro y durante nuestro proyecto de titulación.*

*Y finalmente a todos los increíbles maestros que tuve el lujo de tener y quienes son auténticos ejemplos a seguir.*

*Jossua Nicolas*

## **DEDICATORIA**

*A mi madre Vilma que siempre quiso ver a su hijo terminar la universidad y desde siempre me ha brindado todo su apoyo para conseguirlo, este logro es para ti.*

*Jheison Alexis*

## **DEDICATORIA**

*A mis padres, a quienes quiero mucho, por su dedicación, esfuerzo en la crianza de sus hijos  
y por ser un apoyo incondicional en el cumplimiento de nuestros sueños.*

# Índice General

Índice de tablas .....	I
Índice de figuras.....	II
Índice de anexos.....	III
Resumen.....	IV
Abstract.....	V
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción .....	1
CAPÍTULO 2.....	4
2. Revisión de la Literatura.....	4
2.1. Educación y matriculación .....	4
2.2. El caso ecuatoriano: Matrícula escolar y brecha digital.....	8
CAPÍTULO 3.....	12
3. Datos & Metodología.....	12
3.1. Metodología .....	12
3.1.1. <i>Modelo Probit</i> .....	12
3.1.2. <i>Especificación del modelo</i> .....	15
3.1.3 <i>Validación del Modelo</i> .....	17
3.2. Datos.....	24
3.2.1 <i>Descripción de variables</i> .....	25

3.2.2 <i>Estadística descriptiva</i> .....	30
CAPÍTULO 4.....	36
4. Resultados.....	36
4.1. Resultados de las estimaciones probit.....	36
4.2. Efectos marginales .....	37
CAPÍTULO 5.....	40
5. Conclusiones y Recomendaciones.....	40
6. Bibliografía.....	43
7. Anexos .....	47

# Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Porcentaje de matriculación en todos los niveles de educación por sexo.....	10
<b>Tabla 2.</b> Criterio de decisión residuos estudentizados .....	19
<b>Tabla 3.</b> Observaciones con mayor valor de la distancia de Cook .....	20
<b>Tabla 4.</b> Tabla de clasificación .....	23
<b>Tabla 5.</b> Variables de control .....	28
<b>Tabla 6.</b> Estadística descriptiva - Variables cuantitativas.....	31

# Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Variación anual de la tasa neta de matriculación en EGB y Bachillerato .....	9
<b>Figura 2.</b> Curva ROC .....	24
<b>Figura 3:</b> Porcentaje de niños y adolescentes matriculados y no matriculados por año.....	25
<b>Figura 4.</b> Porcentaje de niños y adolescentes que se matricularon o no en el sistema educativo por año clasificados según la posesión de por lo menos un dispositivo tecnológico en sus hogares .....	27
<b>Figura 5:</b> Porcentaje de niños y adolescentes que se matricularon o no en el sistema educativo por año clasificados según la posesión de internet en sus hogares .....	27
<b>Figura 6:</b> Porcentaje de niños y adolescentes que se matricularon o no en el sistema educativo por año clasificados según su sexo.....	32
<b>Figura 7:</b> Porcentaje de niños y adolescentes que se matricularon o no en el sistema educativo por año clasificados según su área de residencia .....	33
<b>Figura 8</b> Porcentaje de niños y adolescentes que se matricularon o no en el sistema educativo por año clasificados según el sexo del jefe del hogar en el que viven.....	34
<b>Figura 9:</b> Porcentaje de niños y adolescentes que se matricularon en el sistema educativo por año clasificados según el estado civil del jefe del hogar en el que viven .....	35

## Índice de anexos

<b>Anexo 1.</b> Resultados del VIF y GVIF .....	47
<b>Anexo 2.</b> Residuos estudentizados .....	48
<b>Anexo 3.</b> Distancia de Cook .....	48
<b>Anexo 4.</b> Especificaciones de los modelos.....	49
<b>Anexo 5.</b> Resultados de las estimaciones .....	51
<b>Anexo 6.</b> Efectos marginales .....	53

## **Resumen**

Esta investigación persigue desvelar la influencia que tienen las Tecnologías de la Información y Comunicación –TICs- como una herramienta fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje escolar. Su acceso y manejo es indispensable para que los niños y adolescentes puedan aprovechar todas las ventajas que las TICs ofrecen, sobre todo en la modalidad virtual a la que se acogieron la mayoría de los países tras el apareamiento de la pandemia por Covid-19. Con este fin, empleamos un modelo probit para determinar cuál es la influencia del acceso a las TICs en la probabilidad de que un niño o adolescente se matricule en el sistema educativo ecuatoriano durante el periodo 2018 - 2020. Nuestros resultados sugieren que el acceso a dispositivos tecnológicos y al internet aumentan la probabilidad de matriculación, pero su ausencia no priva de acceder a la educación escolar. Además, encontramos que aún existen brechas en la matriculación escolar dependiendo de las características socioeconómicas y demográficas de los de los niños y adolescentes en edad escolar y el hogar en donde viven. A la luz de nuestros hallazgos, nos permitimos plantear un conjunto de recomendaciones en pro de la disminución de las brechas en la matriculación y acceso a las TICs.

**Palabras clave:** TICs, Dispositivos tecnológicos, Internet, Covid-19, Matriculación Escolar.

**Abstract**

This study attempts to identify the influence that Information and Communication Technologies (ICTs) have as a fundamental tool in the teaching and learning process. Their access and control are essential for children and teenagers to take full advantage of all the benefits ICTs have. Particularly, in virtual/remote classes that many educational systems have adopted due to the Covid-19 pandemic. To do so, we employ a probit model to measure the influence of access to ICTs on the probability of school enrollment in the Ecuadorian educational system for the period 2018 -2020. Our results suggest a positive relationship between ICT access and school enrollment; however, ICT access is not imperative to enroll in higher education. Additionally, we found that there are still gaps in school enrollment depending on the socioeconomic and demographic characteristics of the children and teenagers (i.e., school age and the household in which they live). Finally, we propose a set of recommendations with the objective of reducing gaps in enrollment and access to ICTs.

**Key words:** ICTs, Technological devices, Internet, Covid-19, School Enrolment.

## **CAPÍTULO 1**

### **1. Introducción**

La educación es un derecho fundamental que permite la solución de diversos problemas sociales arraigados históricamente a los países en vías de desarrollo, además rompe las barreras de lo monetario, pues sus efectos positivos mejoran la calidad de vida a nivel individual y colectivo. La educación es la mejor herramienta para reducir la pobreza y la desigualdad, fomenta la cohesión social e igualdad de oportunidades entre todos los grupos. Así mismo, un buen sistema educativo fomenta el empleo y la generación de ingresos contribuyendo así al desarrollo a largo plazo de un país (World Bank, 2018, 2020).

Eliminar cualquier brecha existente en la educación en todos sus niveles es un objetivo global contemplado en los Objetivos de Desarrollo Sostenible –ODS- y en la mayoría de las constituciones del mundo, sin embargo, estas constituciones no siempre incluyen apartados explícitos para eliminar las brechas de género, ingreso, etnia, religión, idioma o discapacidad. Incluso la gratuidad y obligatoriedad no siempre se integran como características de la educación, sobre todo en países de ingresos medios y bajos, y en ocasiones solo están presentes para la educación primaria, pero no para la secundaria (Heymann et al., 2014). La constitución del Ecuador en el artículo 3, 26, 27 y 28 garantiza una educación primaria y secundaria universal, gratuita y obligatoria (Asamblea Nacional, 2008), no obstante, aún existen diferencias en el acceso según las características socioeconómicas, demográficas, culturales y del entorno de los niños y adolescentes (Ministerio de Educación del Ecuador, 2020b, 2020c).

La pandemia por Covid-19 ha provocado que llegar a tener una educación universal y sin barreras sea mucho más difícil por el cierre de instituciones educativas y el cambio en la metodología de enseñanza. A nivel mundial, más de 1,200 millones de estudiantes dejaron de asistir a clases presenciales durante la pandemia, de los cuales más de 160 millones provienen de América Latina y el Caribe (CEPAL-UNESCO, 2020). Por tal motivo, para que los niños y

adolescentes puedan continuar con su proceso educativo los gobiernos implementaron diversas estrategias para la educación a distancia de manera sincrónica y asincrónica haciendo uso de plataformas digitales, paquetes de actividades y medios de comunicación tradicionales como la televisión y radio (CEPAL-UNESCO, 2020).

La llegada de la pandemia por Covid-19 puso en evidencia que el acceso a las Tecnologías de la Información y Comunicación –TICs- es un requisito indispensable para garantizar que ningún estudiante pierda la oportunidad de tener un proceso de aprendizaje de calidad. Las TICs abarcan toda tecnología con la que se puede recibir, transmitir, intercambiar y distribuir información. Sin embargo, en este estudio solo se contempla el acceso al internet y a los dispositivos tecnológicos desde donde un estudiante puede realizar sus actividades académicas como computadoras, laptops y tablets<sup>1</sup>. Por consiguiente, las TICs cumplen un papel fundamental en la educación pues incentivan el aprendizaje activo y colaborativo entre estudiantes, además de permitir la producción de conocimientos en lugar de limitarlos (UNESCO, 2010).

La diferencia en el acceso a las TICs, también conocida como brecha digital, es notoria en América Latina. Según Rieble-Aubourg & Viteri (2020), usando los datos PISA 2018 revelaron que en promedio solo el 29% de los hogares del quintil más bajo poseen una computadora para las tareas escolares, en contraste con el 94% de los hogares del quintil más alto. Los mismos autores indican que también existen diferencias en el acceso al internet en los hogares de la región. Aproximadamente, el 45% de hogares más vulnerables tiene acceso al internet, mientras que en los hogares más favorecidos esta cifra alcanza el 98%.

El presente estudio analiza la influencia del acceso a las TICs (internet y dispositivos tecnológicos) en la matriculación escolar durante el periodo 2018 - 2020. Así, nuestra hipótesis

---

<sup>1</sup> No se consideró la información de los dispositivos celulares debido a la metodología en el levantamiento de la información del INEC.

a ser contrastada es la siguiente: El acceso a las TICs tiene un efecto positivo y significativo en la matriculación escolar de los niños y jóvenes de entre 5 y 18 años en el Ecuador en el periodo 2018 - 2020. En el apartado 2 realizamos la revisión de la literatura y brindamos información sobre el contexto ecuatoriano en la matriculación escolar y acceso a las TICs. En el apartado 3 describimos los datos y la metodología a utilizarse. En el apartado 4 se presentan los resultados del estudio. En el apartado 5 se presentan las conclusiones y recomendaciones. Finalmente, se presentan las referencias y los anexos utilizados en el estudio.

## **CAPÍTULO 2**

### **2. Revisión de la Literatura**

#### **2.1. Educación y matriculación**

Dentro de la Teoría del Capital Humano la educación es vista como una inversión que aumenta el valor de la mano de obra por los conocimientos que son inherentes a ella. Esta teoría fue desarrollada por Schultz (1961) quien utilizó por primera vez el término “capital humano” y fue ampliamente desarrollada años posteriores por Becker (1964) y Mincer (1974). Ambos autores llegan a la conclusión de que la educación es uno de los principales factores para el desarrollo a nivel individual y el crecimiento económico a largo plazo de una nación.

La teoría del capital humano establece que la educación es la principal herramienta para alcanzar dos de los objetivos más deseados en todo el mundo a lo largo de la historia: el crecimiento económico y la distribución equitativa de los recursos. La evidencia empírica señala que el crecimiento sostenido de las principales potencias y las naciones emergentes se debe a la inversión en conocimiento que aumenta tanto la productividad del trabajo como la materia prima. A pesar del costo de oportunidad de la educación (tiempo y recursos invertidos) las personas con una mayor educación reciben beneficios monetarios mayores, sobre todo en países en vías de desarrollo, comparadas con las personas menos letradas que tienden a recibir rentas constantes durante toda su vida (Becker, 1964). Así, la educación se convierte en un determinante para lograr una sociedad armónica e igualitaria que debe avanzar de la mano con el desarrollo tecnológico (Patrinos, 2016; Rengifo, 2009) debido a que la constante innovación del mundo actual y las nuevas exigencias del mercado laboral demandan la adquisición de habilidades y destrezas digitales.

Los beneficios de la educación a nivel microeconómico y macroeconómico han sido ampliamente documentados desde la segunda mitad del siglo XX. La inversión en capital humano o años de escolaridad tienen un efecto positivo en la distribución de ingresos de una

persona (Becker, 1964; Mincer, 1974), hipótesis que ha sido ampliamente probada con datos de diversos países (Patrinos & Psacharopoulos, 2018). De hecho, en un estudio reciente de Peet et al. (2015), encontraron al analizar 61 encuestas de 25 países en desarrollo, que un año de educación completa se asocia con un incremento del 7.6% en los ingresos.

Sin embargo, a pesar de que la educación es un derecho y un pilar fundamental para el progreso de la sociedad, aún persisten diversas brechas socioeconómicas, tecnológicas y culturales dentro de un mismo país y entre países en términos de matriculación escolar. Incluso, estas brechas se han acentuado con la llegada de la pandemia por COVID-19, debido al cambio drástico que provocó en gran parte de los sistemas educativos de todo el mundo afectando especialmente a las personas que no poseían los insumos necesarios para adaptarse a las nuevas metodologías. Según la UNESCO (2021b), aproximadamente un tercio de los estudiantes en todo el mundo no pueden educarse de forma remota desde sus hogares por falta de equipos o políticas de aprendizaje. Por este motivo, en la Reunión Mundial sobre la Educación convocada por la UNESCO en octubre del 2020, tanto los gobiernos como la comunidad internacional se comprometieron, entre otras cosas, a reducir la brecha digital en la educación con el objetivo de lograr un aprendizaje más equitativo (UNESCO, 2020).

Pese a que la pandemia por Covid -19 puso en evidencia la importancia de la tecnología en la educación, la brecha en el acceso a las tecnologías de la comunicación y la información (TICs) no es reciente. Fairlie (2005) encontró que la presencia de una computadora en el hogar influye positivamente en la tasa de matriculación escolar, sin embargo, el acceso a estos dispositivos varía dependiendo del sexo, etnia y del nivel de educación e ingreso de los padres. El mismo autor, en un estudio posterior, mostró que el acceso a la electricidad, los ingresos y la educación son factores que influyen en el acceso a la computadora y el internet (Chinn & Fairlie, 2007), conclusión a la que llegan otros autores añadiendo diferencias entre personas de distinta etnia y género (Ono & Zavodny, 2007; Schmitt & Wadsworth, 2006).

Además del efecto en la matriculación escolar, el acceso a una computadora en el hogar incide de forma positiva en el desarrollo de habilidades cognitivas e informáticas de los estudiantes, en contraste con el efecto en el desempeño académico que es ampliamente cuestionado. Debido a la versatilidad de la tecnología y los diversos usos que se le puede dar, los estudiantes no solo utilizan la computadora y el internet para actividades académicas, sino también lúdicas, razón por la cual existe evidencia a favor y en contra del efecto que provoca su uso en el rendimiento académico (Fairlie & London, 2012; Fairlie & Robinson, 2013; Malamud & Pop-Eleches, 2011; Schmitt & Wadsworth, 2006; Wittwer & Senkbeil, 2008). En un estudio para Ecuador, Chérrez-Ojeda et al. (2020), llegan a la conclusión de que la computadora debe ir necesariamente acompañada de programas educativos para que exista un mejor rendimiento académico y no represente una distracción.

Como se manifestó anteriormente, la educación es un derecho universal e igualitario, sin embargo, existen diferencias en la matriculación dependiendo de las características individuales de los niños. Las diferencias entre niños y niñas de distinto género, etnia, edad o religión varían según el entorno social, cultural y económico en el que se desenvuelven. Estudios en países en vías de desarrollo muestran que aún existe una brecha de género en el acceso a la educación primaria y secundaria que afecta principalmente a las niñas en zonas rurales o de bajos recursos debido a que se encargan de las labores domésticas o el cuidado de otros niños (Connelly & Zheng, 2003; Huisman & Smits, 2009). A pesar de que la brecha de género ha disminuido a nivel mundial, tras la pandemia por COVID-19 se estima que aproximadamente 11 millones de niñas no regresen a la escuela, especialmente en los países de bajos ingresos (UNESCO, 2021a).

El costo de oportunidad de la educación y por ende de la matriculación de los niños en la escuela es alto. La posibilidad de contribuir en el ingreso familiar y encargarse de actividades domésticas afecta de manera especial a los niños de edades más avanzadas, es decir, a mayor

edad, menor es la probabilidad de matrícula escolar (DeGraff & Bilsborrow, 1993), sin embargo, Kuno et al. (2021), en su estudio encuentra efectos opuestos en donde a mayor edad, mayor es la probabilidad de matriculación al establecer un efecto lineal entre la edad y la matriculación.

Este costo de oportunidad también se ve reflejado en la composición del hogar. Un niño que tiene hermanos menores de 5 años, es decir, que aún no asisten a la escuela, tiene una menor probabilidad de matricularse debido a las actividades de cuidado que se le pueden encomendar (Connelly & Zheng, 2003; DeGraff & Bilsborrow, 1993; Glick & Sahn, 2000). La presencia de hermanos en edad de ir a la escuela también representa una disminución en la probabilidad de matriculación por la competencia de los recursos económicos o materiales necesarios para la educación (Connelly & Zheng, 2003). Sin embargo, otros autores mencionan que la presencia de este grupo provoca un efecto contrario debido a que pueden compartir las tareas domésticas (Glick & Sahn, 2000). Adicionalmente, el número total de personas que residen en el hogar o su tamaño también influye de manera negativa en la probabilidad de matriculación (Kuno et al., 2021).

Por otra parte, se debe tomar en cuenta que el jefe del hogar juega un papel fundamental en la calidad de vida de todas las personas bajo su tutela. Su educación, además de estar íntimamente relacionada con el nivel del ingreso del hogar, tiene una relación directa con la educación de los niños que viven en el mismo. Los hogares con mayores ingresos, así como también, los hogares cuyos jefes por lo menos terminaron la primaria, tienen una mayor probabilidad de escolarizar a los niños. Así, la educación del jefe del hogar se convierte en uno de los factores más importantes para explicar la escolarización primaria y secundaria (AL-Qudsi, 2003; DeGraff & Bilsborrow, 1993; Huisman & Smits, 2009; Kuno et al., 2021; Tharmpornphilas, 2013). Además, la educación del jefe del hogar, así como también la de

los padres<sup>2</sup> fueron determinantes para que los niños tengan un apoyo adecuado en el proceso de aprendizaje remoto durante la pandemia por Covid-19 (Azubuike et al., 2021; Iivari et al., 2020).

## **2.2. El caso ecuatoriano: Matrícula escolar y brecha digital**

El estado ecuatoriano a través de la Constitución en el art. 28 garantiza el acceso universal, sin discriminación, gratuito y obligatorio a la educación básica y el bachillerato a todo niño, niña o adolescente (Asamblea Nacional, 2008). De la misma forma, esto también se encuentra en normas jurídicas de menor jerarquía como: el Código de la Niñez y Adolescencia (art. 37), la Ley Orgánica de Educación Intercultural (art. 4) y la Ley Orgánica de Educación Superior (Arts. 2, 5, 8, 11, 80) (Asamblea Nacional, 2003, 2011, 2018).

Para precautelar este derecho, ante la imposibilidad de que los estudiantes asistan a las instituciones educativas por las medidas que tomó el gobierno para frenar los contagios de la pandemia por Covid-19, el Ministerio de Educación puso en marcha el programa “Aprendemos juntos en casa”. Este programa brindó una serie de lineamientos y utilizó herramientas como la radio, televisión y portales educativos, basándose principalmente en el estudio autónomo con el apoyo constante del docente y la familia del estudiante (Ministerio de Educación del Ecuador, 2020a, 2021). De esta forma, se amplió la matriculación a la mayoría de los estudiantes y no solo a aquellos que poseían acceso al internet y a un dispositivo desde donde conectarse.

En los años anteriores a la pandemia por Covid-19 la escolaridad en el Ecuador presentó cifras alentadoras. Para el año 2011 el Ecuador superó el 95% en la tasa neta de matriculación<sup>3</sup>

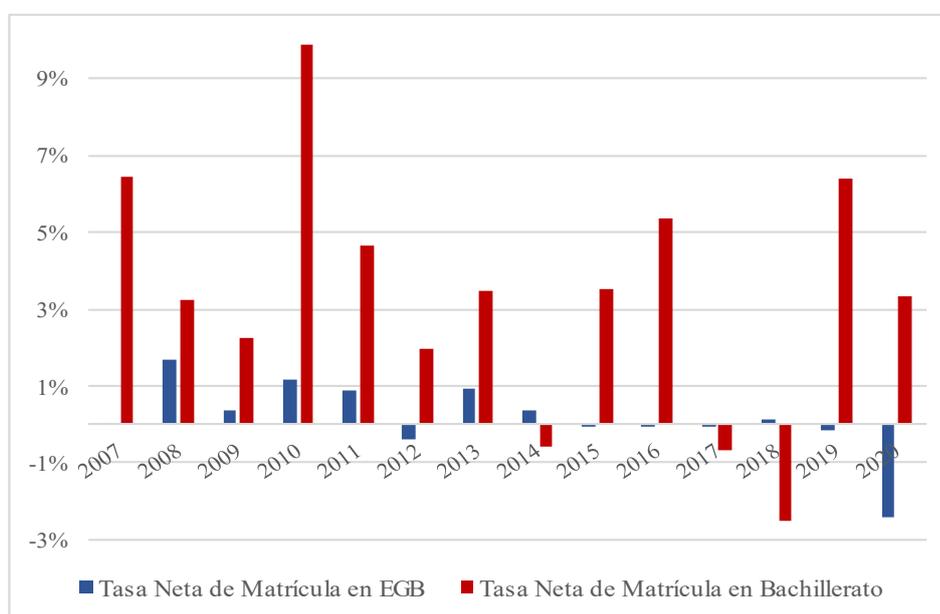
---

<sup>2</sup> Existen hogares en los que el jefe de hogar no necesariamente es el padre o madre de los niños que viven en el mismo.

<sup>3</sup> Ratio que expresa la proporción de la matrícula de aquellos que tienen las edades preferentes para cursar un nivel educativo y lo hacen, si este llega al 100 %, indica que existe una participación oportuna de la población en edad escolar, en un determinado nivel.

en la Educación General Básica (EGB)<sup>4</sup> y en los siguientes 8 años esta tasa tuvo pequeñas variaciones (**Figura 1**). Sin embargo, para el año 2020, con la llegada de la pandemia por Covid-19 se registró un decrecimiento de 2.44 %, es decir, una tasa neta de matriculación en la EGB del 93.82 %, un porcentaje similar al del año 2009. Esto representó un retroceso de 11 años en la matriculación escolar que afectó en mayor medida a los niños que registraron un decrecimiento de 2.98% mientras que para las niñas fue de 1.9% (Ministerio de Educación del Ecuador, 2020c). Por el contrario, la tasa neta de matriculación en el Bachillerato<sup>5</sup> ha tenido un crecimiento en la mayoría de los años y el 2020 no fue la excepción al registrar un valor de 76.12 %, 3.34% más que el 2019 (**Figura 1**). Este crecimiento fue mayor para las mujeres y para el área rural que tuvieron un crecimiento de 5.33% y 4.64 %, respectivamente (Ministerio de Educación del Ecuador, 2020b).

**Figura 1.** Variación anual de la tasa neta de matriculación en EGB y Bachillerato



**Fuente:** Ministerio de Educación del Ecuador (2020)

**Elaboración:** Los autores

<sup>4</sup> La EGB comprende 10 niveles de estudio desde primer hasta décimo grado.

<sup>5</sup> Bachillerato General Unificado: Programa de estudios en el que los estudiantes adquieren una formación general completa y pueden escoger entre dos opciones en función de sus intereses: bachillerato en ciencias o bachillerato técnico (equivalencia anterior: cuarto, quinto y sexto curso de secundaria).

En cuanto a la brecha de género, la tasa neta de matriculación en la EGB en los últimos 15 años es muy similar para niños y niñas, para el último año de estudio tuvo un valor de 94.63% para las niñas y de 92.99% para los niños. En el caso del Bachillerato, en el mismo periodo de tiempo, la tasa para las mujeres ha sido mayor que la de los hombres en todos los años a excepción del 2013. En el 2020 tuvo un valor de 78.15% para las niñas y de 74.11% para los niños. Estas estadísticas muestran que la brecha de género en la matriculación escolar en el Ecuador ha sido solucionada completamente. Conclusión a la que también llega el World Economic Forum (2021) al mencionar que la brecha de género en la matriculación primaria, secundaria y terciaria ha sido completamente cerrada en el Ecuador (**Tabla 1**).

**Tabla 1.** Porcentaje de matriculación en todos los niveles de educación por sexo

	<b>Mujeres</b>	<b>Hombres</b>
Matriculación en educación primaria	96.1 %	93.1 %
Matriculación en educación secundaria	86 %	83.4 %
Matriculación en educación terciaria	48.4 %	41.5 %

**Fuente:** World Economic Forum (2021)

**Elaboración:** Los autores

A nivel geográfico, la tasa neta de matriculación en la EGB es muy similar para el área urbana y rural, contrario a lo que sucede en el Bachillerato. Aunque la tasa neta de matriculación en el Bachillerato del área rural ha tenido una gran evolución en los últimos años, la diferencia con el área urbana aún es mayor a 10 puntos porcentuales.

Asimismo, el acceso a las TICs en el Ecuador presenta diferencias significativas a nivel geográfico. A pesar de que en el año 2020 el porcentaje de personas que utilizaron el internet<sup>6</sup> aumentó más en el área rural que en la urbana, la diferencia entre ambas sigue siendo de más de 20 puntos porcentuales al registrar el área rural un valor de 56.9% y el área urbana un valor

<sup>6</sup> Se refiere a la población de 5 y más años que ha usado internet en los últimos 12 meses, desde cualquier lugar.

de 77.1 %. Realidad similar que se presenta si se analiza el porcentaje de hogares con acceso al internet dado que el área urbana tiene un porcentaje de 61.7 %, casi 30 puntos porcentuales más que el área rural, que tiene un valor de 34.7 %. Complementariamente, también existe una diferencia de 30 puntos porcentuales entre los hogares que poseen por lo menos una computadora en el área urbana con respecto a los del área rural (INEC, 2021a).

## CAPÍTULO 3

### 3. Datos & Metodología

#### 3.1. Metodología

##### 3.1.1. Modelo Probit

Para este estudio se utilizará un modelo probit, mediante el cual es posible analizar los cambios en la probabilidad de matriculación. Esta metodología ha sido usada por diversos estudios como: Tharmpornphilas, R. (2013), Glick, P., & Sahn, D. E. (2000), Fairlie, R. W. (2005), DeGraff, D. S., & Bilsborrow, R. E. (1993), AL-Qudsi, S. S. (2003). Además, Tharmpornphilas, R. (2013), menciona que, el modelo probit es un modelo muy usado para estudiar la probabilidad de que un niño se matricule o no a la escuela.

La forma general del modelo probit es la siguiente:

$$P(y = 1|x) = G(\beta_0 + \beta_1x_1 + \dots + \beta_kx_k) = G(\beta_0 + X\beta) \quad (1)$$

Donde:

$$y_i = \begin{cases} 1; & \text{si el estudiante } i \text{ se matricula} \\ 0; & \text{si el estudiante } i \text{ no se matricula} \end{cases}$$

$x$  es el conjunto de variables explicativas y  $G$  es una función que asume valores estrictamente entre 0 y 1, es decir  $0 \leq G(z) \leq 1$ , para todos los números reales  $z$ , asegurando así que las probabilidades de respuesta estimada estén estrictamente entre 0 y 1 (Wooldridge, 2010).

En el modelo probit  $G(z)$  es la función de distribución acumulada normal estándar expresada como una integral:

$$G(z) = \Phi(z) = \int_{-\infty}^z \phi(v)dv \quad (2)$$

donde  $\phi(z)$  es la densidad normal estándar:

$$\phi(z) = (2\pi)^{-\frac{1}{2}} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right)$$

esta elección de  $G(z)$  asegura que la ecuación (1) esté estrictamente entre cero y uno para todos los parámetros  $\beta_j$  y las  $x_j$ . La función  $G(z)$  en la ecuación (2) es una función creciente que incrementa con una rapidez mayor cuando  $z = 0$ ,  $G(z) \rightarrow 0$  conforme  $z \rightarrow -\infty$ , y a su vez,  $G(z) \rightarrow 1$  conforme  $z \rightarrow +\infty$  (Wooldridge, 2010).

Pese a que solo es posible observar la matriculación escolar en dos estados,  $y = 1$  (matriculado) e  $y = 0$  (no matriculado), el modelo probit puede derivarse de un modelo de variable latente o inobservable subyacente, en este caso, una variable latente de propensión a la matriculación  $y^*$  que genera el estado observado  $y_i$ .

El modelo subyacente muestra cómo las diferentes variables explicativas afectan a la probabilidad de matriculación de los niños y adolescentes en edad escolar, donde  $y^*$  representa la variable latente o no observada de propensión a matricularse de la siguiente manera:

$$y^* = \beta_0 + \mathbf{x}\boldsymbol{\beta} + e \quad (3)$$

Donde:

$$y = 1[y^* > 0] \quad (4)$$

el lado derecho de la ecuación (4) es una función indicador que asume el valor de uno si el evento dentro de los corchetes es verdadero y de cero si no lo es (Wooldridge, 2010). Por lo tanto, la variable observable  $y$  se relaciona con la variable latente  $y^*$  de la siguiente manera:

$$y = 1 \text{ si } y^* > 0$$

$$y = 0 \text{ si } y^* \leq 0$$

Además, se supone que  $e$  es independiente de  $x$  y que sigue una distribución normal estándar, con lo cual,  $e$  se distribuye simétricamente en torno a cero, por lo tanto:

$$1 - G(-z) = G(z)$$

A partir de la ecuación (3) y de los supuestos establecidos, se puede calcular la probabilidad de respuesta para  $y$  como:

$$\begin{aligned} P(y = 1|x) &= P(y^* > 0|x) = P(e > -(\beta_0 + \mathbf{x}\boldsymbol{\beta})|x) \\ &= 1 - G(-(\beta_0 + \mathbf{x}\boldsymbol{\beta})) = G(\beta_0 + \mathbf{x}\boldsymbol{\beta}) \end{aligned}$$

resultado exactamente igual a la ecuación (1).

La estimación del modelo probit se realiza a través del método de máxima verosimilitud, en el cual se estiman los parámetros desconocidos de manera que maximizan la función de log-verosimilitud, misma que se describe a continuación:

$$\ell_i(\boldsymbol{\beta}) = y_i \log[G(x_i\boldsymbol{\beta})] + (1 - y_i) \log[1 - G(x_i\boldsymbol{\beta})]$$

Como esta estimación está basada en la distribución de  $y$  dado  $x$ , la heteroscedasticidad en  $Var(y|x)$  se toma en cuenta de manera automática (Wooldridge, 2010).

En este modelo es de especial interés el efecto parcial de las  $x_j$  sobre la probabilidad de éxito  $p(x) = P(y = 1|x)$ , los coeficientes  $\beta_j$  no son especialmente útiles, debido a que, su estimación no puede interpretarse de manera directa, sin embargo, estos indican la dirección del efecto parcial sobre la probabilidad de respuesta, así como también, la significancia estadística.

El efecto parcial de las variables prácticamente continuas sobre la probabilidad de éxito se obtiene de la derivada parcial:

$$\frac{\partial p(x)}{\partial x_j} = g(\beta_0 + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})\beta_j, \text{ donde } g(z) = \frac{dG}{dz}(z)$$

mientras que, el efecto parcial para las variables dicotómicas se obtiene de la siguiente manera, si  $x_1$  es una variable explicativa binaria, el efecto parcial del cambio de 0 a 1 ceteris paribus es:

$$\begin{aligned} & P(y = 1|x_1 = 1, x_2, \dots, x_k) - P(y = 1|x_1 = 0, x_2, \dots, x_k) \\ &= G(\beta_0 + \beta_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_kx_k) - G(\beta_0 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_kx_k) \quad (5) \end{aligned}$$

de la misma manera, si  $x_k$  es una variable discreta, se puede usar esta diferencia descrita en la ecuación (5) para calcular su efecto parcial, entonces, el efecto parcial de cambiar  $x_k$  de  $c_k$  a  $c_k + 1$  estará dado por:

$$\begin{aligned} & P(y = 1|x_1, x_2, \dots, x_k = c_k + 1) - P(y = 1|x_1, x_2, \dots, x_k = c_k) \\ &= G(\beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_k(c_k + 1)) - G(\beta_0 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_kc_k) \end{aligned}$$

Es importante mencionar que, el efecto parcial de cualquiera de las variables  $x_j$ , va a depender del valor que tomen todos los otros regresores diferentes a  $x_j$ .

### 3.1.2. Especificación del modelo

Para analizar el efecto del acceso a las TIC sobre la probabilidad de matriculación se estima un modelo probit, donde se incluyen una serie de variables de control que capturan las características sociales, demográficas y económicas de los estudiantes y sus hogares, el modelo se especifica de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} & P(\text{Matriculación}_i = 1|x) \\ &= G(\gamma + \lambda 2019 + \delta 2020 + \alpha \text{Internet}_i + \beta \text{Dispositivo tecnológico}_i \\ &+ \theta \text{Internet}_i * 2020 + \omega \text{Dispositivo tecnológico}_i * 2020 + \rho X_i) \end{aligned}$$

Donde:

- *Matriculación<sub>i</sub>*, toma el valor de 1 cuando el estudiante se matricula y 0 caso contrario;
- 2019, es una variable dummy que toma el valor de 1 para las observaciones pertenecientes al 2019 y 0 caso contrario;
- 2020, es una variable dummy que toma el valor de 1 para las observaciones pertenecientes al 2020 y 0 caso contrario;
- *Internet<sub>i</sub>*, es una variable dummy que toma el valor de 1 cuando el hogar tiene internet y 0 caso contrario;
- *Dispositivo tecnológico<sub>i</sub>*, es una variable dummy que toma el valor de 1 cuando el hogar tiene por lo menos una computadora de escritorio, laptop o tablet y 0 caso contrario;
- *Internet<sub>i</sub> \* 2020*, es una variable dummy interactuada en esquema multiplicativo que toma el valor de 1 cuando el hogar tiene internet en el 2020 y 0 caso contrario;
- *Dispositivo tecnológico<sub>i</sub> \* 2020*, es una variable dummy interactuada en esquema multiplicativo que toma el valor de 1 cuando el hogar tiene por lo menos una computadora de escritorio, laptop o tablet en el 2020 y 0 caso contrario;
- *X<sub>i</sub>*, es un vector de variables de control<sup>7</sup> que incluye las características de los estudiantes, del jefe del hogar, de la vivienda y geográficas;

---

<sup>7</sup> Para visualizar todas las variables de control véase **Tabla 5**.

### 3.1.3 Validación del Modelo

#### 3.1.3.1 Multicolinealidad

La multicolinealidad hace referencia a la existencia de un alto grado de correlación entre variables explicativas o entre una variable y una combinación lineal de las demás. Sin embargo, ante la existencia de multicolinealidad las estimaciones de los parámetros serán consistentes e insesgadas, pero presentarán varianzas y covarianzas grandes que dificultan la estimación precisa, lo que puede provocar errores tipo II, es decir, variables que son significativas sean consideradas como que no lo son (Gujarati & Porter, 2010).

Según Alin (2010), la correlación es un caso especial de la multicolinealidad. Una alta correlación implica multicolinealidad, pero lo contrario no necesariamente es cierto, debido a que, se puede tener multicolinealidad entre las variables explicativas, pero no tener una alta correlación entre los pares de estas variables.

Para la detección de la multicolinealidad es posible hacer uso del factor de la inflación de la varianza (VIF), el cual nos indica hasta qué punto el incremento de la varianza de un estimador es causado por la multicolinealidad, mismo que se define como:

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2}$$

donde  $R_j^2$  es el coeficiente de determinación de la regresión auxiliar en donde la variable  $x_j$  se encuentra en función de las demás variables explicativas. Debido a que el coeficiente de determinación varía entre  $[0; 1]$ , el VIF variará entre  $[1; +\infty]$ , en donde valores del VIF cercanos a 1 indican ausencia de multicolinealidad, entonces:

Si  $VIF_j > 5$  o  $R_j^2 > 0.8$  problema relevante de multicolinealidad.

Si  $VIF_j > 10$  o  $R_j^2 > 0.9$  problema grave de multicolinealidad.

Sin embargo, en el caso de que existan regresores polinómicos en el modelo es recomendable hacer uso del factor de inflación de la varianza generalizado (GVIF) propuesto por Fox & Monette (1992). El GVIF se calcula para conjuntos de regresores relacionados, para un conjunto de regresores indicadores para algún tipo de variable categórica o para variables polinómicas. De esta manera, se obtiene un valor GVIF para cada tipo de categoría por separado; mientras que, para las variables continuas el GVIF toma los mismos valores que el VIF.

Los resultados tanto del VIF como del GVIF (ver **anexo 1**) nos indican que no existen valores que superen los rangos previamente establecidos, por lo cual, se puede decir que no existe multicolinealidad entre las variables explicativas del modelo.

### ***3.1.3.2 Medidas de influencia: Valores influyentes / Observaciones atípicas***

Previo a la estimación del modelo es importante examinar la posible existencia de observaciones atípicas y valores influyentes que pudiesen modificar el ajuste de los datos.

Las observaciones atípicas son observaciones que se caracterizan por un comportamiento muy diferente con respecto a las demás, Cook (1977) recomienda el uso de los residuos estudentizados<sup>8</sup> como el método más apropiado para la detección de estas observaciones atípicas.

Se definen como:

$$r_i = \frac{e_i}{\sqrt{\frac{e'e}{N-k}(1-h_{ii})}}$$

---

<sup>8</sup> Residuos divididos para su desviación estándar.

Donde:

$e_i$ : Residuos

N: Tamaño de la muestra

K: Número de variables

$h_{ii}$ : Leverage<sup>9</sup>

**Tabla 2.** Criterio de decisión residuos estudentizados

Ho: La observación i es una observación atípica		
Ha: La observación i no es una observación atípica		
# de observación	$r_i$	p-value
42,261	-3.664839	0.00024749

**Elaboración:** Los autores

En la **Tabla 2** se presenta la observación que tiene el mayor residuo estudentizado (en valor absoluto), la cual no es posible considerar como una observación atípica y por ende ninguna otra observación con un residuo estudentizado menor puede ser considerada como tal (para visualizar todos los residuos estudentizados de las observaciones véase **Anexo 2**), por lo tanto, no existen observaciones atípicas.

De manera complementaria, se usa la distancia de Cook como medida para detectar posibles valores influyentes, es decir, observaciones que provocan un cambio sustancial en las estimaciones de los coeficientes. La distancia de Cook calcula el efecto sobre el conjunto de estimaciones de parámetros cuando se excluye alguna observación específica y se considera influyente si este valor es mayor que 1 (Sarkar et al., 2011).

Se define como:

$$D_i = \frac{r_i}{k} \left( \frac{h_{ii}}{1 - h_{ii}} \right)$$

<sup>9</sup> El leverage o apalancamiento de una observación se basa en cuánto difiere el valor de la observación en la variable predictora de la media de la variable predictora.

Donde:

$r_i$ : Residuos estudentizados

$k$ : Número de variables

$h_{ii}$ : Laverage

**Tabla 3.** Observaciones con mayor valor de la distancia de Cook

# observación	Distancia de Cook
19,435	0.00654752
18,059	0.005479447
29,398	0.002252743
42,261	0.001920863
198	0.000843672
23,451	0.000618123

**Elaboración:** Los autores

En la **Tabla 3** se presentan las 6 observaciones con mayor distancia de Cook (para visualizar la distancia de Cook de todas las observaciones véase **Anexo 3**), como se puede observar, ninguna observación presenta un valor de distancia de Cook mayor a 1, por tanto, no existen valores influyentes.

### **3.1.3.3 Bondad de ajuste del modelo**

#### **3.1.3.3.1 Pseudo $R^2$ de McFadden**

Para medir la bondad de ajuste de los modelos con una variable dependiente binaria no se puede utilizar la medida convencional  $R^2$ . Sin embargo, existen otras medidas de bondad de ajuste que se asemejan a la medida convencional llamadas pseudo  $R^2$ , que también varían entre 0 y 1. El pseudo  $R^2$  de McFadden es una medida de bondad de ajuste para modelos de respuesta binaria propuesto por McFadden (1974) en el que se compara la función de log-verosimilitud de dos modelos y se define de la siguiente manera:

$$pseudo R^2 McFadden = 1 - \frac{\mathcal{L}_{nr}}{\mathcal{L}_o}$$

Donde:

$\mathcal{L}_{nr}$  es la función de log-verosimilitud para el modelo estimado.

$\mathcal{L}_o$  es la función de log-verosimilitud del modelo que incluye solo una constante.

Valores cercanos a cero nos indican que las variables incluidas en el modelo son poco significativas y valores cercanos a 1 nos indican lo contrario, sin embargo, valores entre 0.2 y 0.4 representan un excelente ajuste (McFadden, 1979).

$$pseudo R^2 McFadden = 0.27109$$

Para nuestro modelo, el pseudo  $R^2$  de McFadden es superior a 0.2 y por lo tanto se puede considerar como un excelente ajuste.

### 3.1.3.3.2 Cuenta $R^2$

La medida de ajuste cuenta  $R^2$  se define como el número de predicciones correctas sobre el número total de observaciones (Gujarati & Porter, 2010; Wooldridge, 2010), cuyo valor para el modelo probit estimado es de:

$$Cuenta R^2 = \frac{\text{número de predicciones correctas}}{\text{número total de observaciones}} = \frac{38,872}{42,356} = 0.9177$$

Sin embargo, se debe aclarar que en los modelos de regresada binaria los signos esperados de los coeficientes de las variables explicativas y su interpretación práctica tienen mayor importancia que la bondad de ajuste del modelo (Gujarati & Porter, 2010; Wooldridge, 2010).

### 3.1.3.3.3 Matriz de clasificación/Porcentaje de correctamente predichos

La tabla de clasificación es otra forma de medir la bondad de ajuste en un modelo de respuesta dicotómica debido a que muestra el porcentaje de observaciones correctamente predicho. Para obtener esta tabla se debe definir un predictor binario ( $\tilde{y}_i$ ) de  $y_i$  de la siguiente manera:

$$\tilde{y}_i = 1 \text{ si } G(\hat{\beta}_0 + x_i\hat{\beta}) \geq 0.5$$

$$\tilde{y}_i = 0 \text{ si } G(\hat{\beta}_0 + x_i\hat{\beta}) \leq 0.5$$

$$\text{con } i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Así, existen 4 posibles resultados cuando  $\tilde{y}_i$  predice a  $y_i$ , de los cuales dos son correctos. Se denomina sensibilidad a la proporción de casos verdaderos positivos clasificados correctamente, es decir, cuando  $\tilde{y}_i$  y  $y_i$  toman el valor de uno. Por otra parte, se denomina especificidad a la proporción de casos verdaderos negativos clasificados correctamente, es decir, cuando  $\tilde{y}_i$  y  $y_i$  toman el valor de cero simultáneamente. Si se suman los dos casos y se divide para el total de observaciones se obtiene la proporción de observaciones correctamente clasificadas, cabe destacar que esta fórmula es la misma con la que se obtiene el *Cuenta R<sup>2</sup>* explicado anteriormente por lo que sus valores deben ser iguales.

Para el modelo probit estimado los valores de clasificación se expresan en la **Tabla 4**, en donde se puede apreciar que las observaciones correctamente predichas positivas son 38,394 y las observaciones correctamente predichas negativas son 478. Es decir, se tiene una sensibilidad de 92.55% y una especificidad de 54.88% para así obtener un porcentaje de correctamente predichos de 91.77%.

**Tabla 4.** Tabla de clasificación

<b>Verdadero</b>			
Clasificación	D	-D	Total
+	38,394	3,091	41,485
-	393	478	871
Total	38,787	3,569	42,356

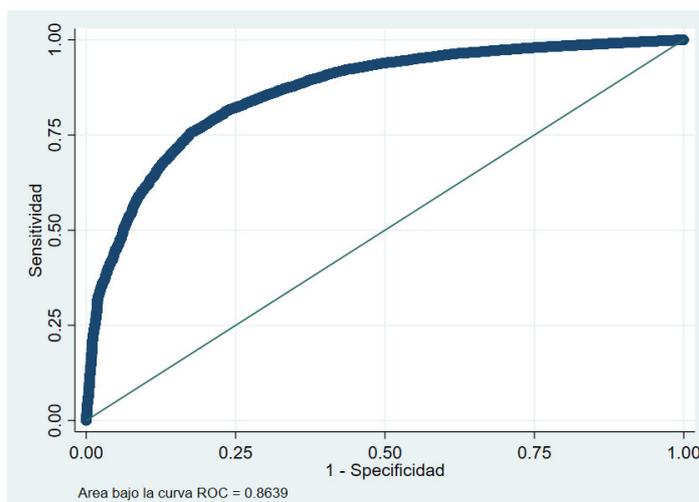
**Elaboración:** Los autores

#### **3.1.3.3.4 Curva ROC**

La curva ROC (Característica Operativa del Receptor) es una herramienta útil para evaluar la precisión de un modelo estadístico que clasifica a los sujetos en 1 de 2 categorías y se representa gráficamente como la tasa de verdaderos positivos (sensibilidad – eje y) sobre la tasa de falsos positivos (1 - especificidad – eje x) según varía el punto de corte (Zou et al., 2007).

Varios índices de resumen están asociados con la curva ROC. Una de las medidas más populares es el área bajo la curva ROC (AUCROC). AUCROC es una medida combinada de sensibilidad y especificidad, y se interpreta como el valor promedio de sensibilidad para todos los valores posibles de especificidad. EL AUCROC puede tomar valores entre cero y uno, sin embargo, valores iguales a 0.5 implican que el modelo realiza una predicción aleatoria o al azar, mientras que, cuanto más cerca esté el AUCROC de 1, mayor será la capacidad predictiva del modelo (Park et al., 2004).

Como se puede observar en la **Figura 2** la curva ROC presenta un comportamiento lejano a la recta de clasificación aleatoria con un AUROC de 0.8639 lo cual nos indica que el modelo tiene una alta capacidad predictiva.

**Figura 2.** Curva ROC

**Elaboración:** Los autores

### 3.2. Datos

Los datos son obtenidos de la Encuesta Nacional Multipropósito de Hogares realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador (INEC) cada diciembre desde el año 2018 hasta el 2020. Posee información demográfica, social y económica de 12,060 viviendas distribuidas a nivel nacional que componen la muestra y su información se puede desagregar a nivel rural y urbano. La base de datos está compuesta por 7 secciones, de las cuales se ocuparon 3 que contienen información del equipamiento del hogar, de sus individuos y de la vivienda (INEC, 2021b).

La muestra con la que trabaja el presente estudio está formada por niños y adolescentes de 5 a 18 años, que es el rango de edad preferente para cursar la primaria y secundaria. Así, al fusionar los datos de sección cruzada independientes de los años 2018, 2019 y 2020, se obtiene un pool cuyo objetivo es estimar el efecto del acceso a las TICs en la matriculación escolar, así como también cuantificar el efecto diferencial en el 2020 por la pandemia del Covid-19. Una vez que se eliminaron las observaciones con información faltante y hogares que reportaron

tener un jefe de hogar menor o igual a 18 años<sup>10</sup>, se obtuvo una muestra total de 42,356 observaciones.

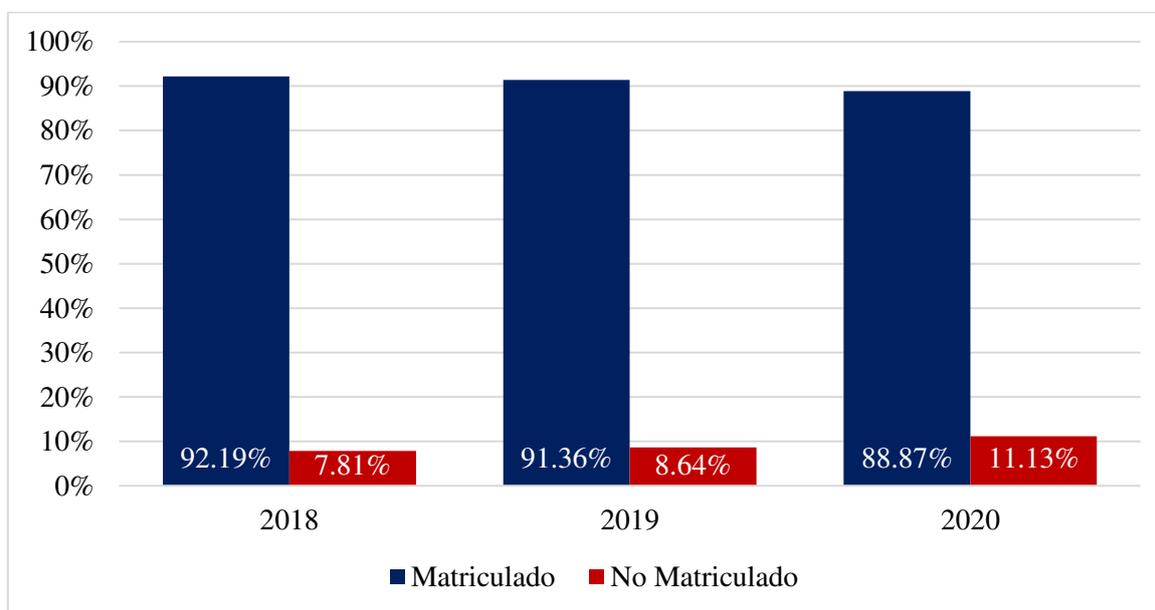
### 3.2.1 Descripción de variables

#### 3.2.1.1 Variable Dependiente

#### Matriculación

La variable  $Matriculación_i$  toma el valor de 1 si el niño o adolescente se matricula en el sistema educativo ecuatoriano en Educación General Básica o bachillerato y 0 caso contrario. Los datos de la muestra reflejan que el porcentaje de matriculación en el sistema educativo ecuatoriano en los dos primeros años de estudio sobre pasa el 90%. Sin embargo, este porcentaje decrece en el año 2020 alrededor de 4 puntos porcentuales con respecto al año 2018, como se puede apreciar en la **Figura 3**.

**Figura 3:** Porcentaje de niños y adolescentes matriculados y no matriculados por año



**Fuente:** Encuesta Nacional Multipropósito (2020)

**Elaboración:** Los autores

<sup>10</sup> Los datos eliminados representan el 0.46 %.

### 3.2.1.2 Variables Independientes

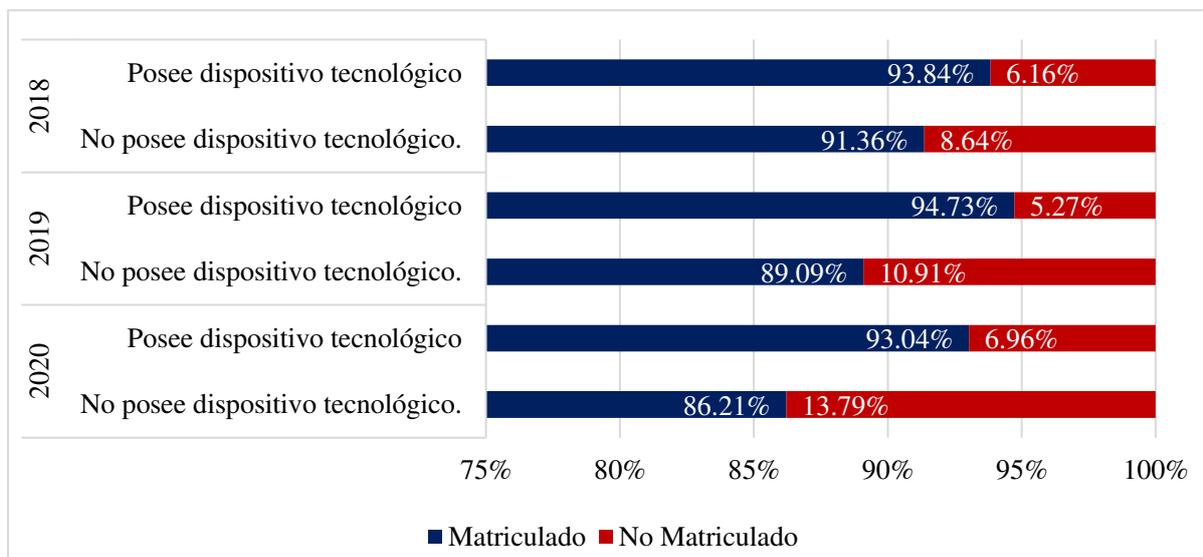
#### 3.2.1.2.1 Variables de interés

##### **Dispositivo tecnológico e Internet**

Las variables *Dispositivo tecnológico<sub>i</sub>* y *Internet<sub>i</sub>* son variables dummy que miden el acceso a las TICs de un niño o adolescente. La primera toma el valor de 1 cuando el hogar tiene por lo menos una computadora de escritorio, laptop o tablet y 0 caso contrario, mientras que la segunda toma el valor de 1 cuando el hogar tiene internet y 0 caso contrario

El porcentaje de estudiantes que se matricularon en el sistema educativo y viven en un hogar donde existe por lo menos un dispositivo tecnológico varía entre 93% y 95% en los tres años de estudio. Sin embargo, el porcentaje de estudiantes que no poseen un dispositivo tecnológico en sus hogares y se matricularon presenta un decrecimiento de 3 puntos porcentuales por año aproximadamente (**Figura 4**). Por otra parte, en la **Figura 5** se puede apreciar una realidad similar para la posesión de internet en el hogar. El porcentaje de estudiantes que se matricularon en el sistema educativo y tienen internet en el hogar varía entre 91% y 94% en los tres años de estudio. Mientras que, el porcentaje de estudiantes que no poseen internet en sus hogares y se matricularon tiene un decrecimiento de 2.31 puntos porcentuales del 2018 al 2019 y de 3.68 puntos porcentuales del 2019 al 2020.

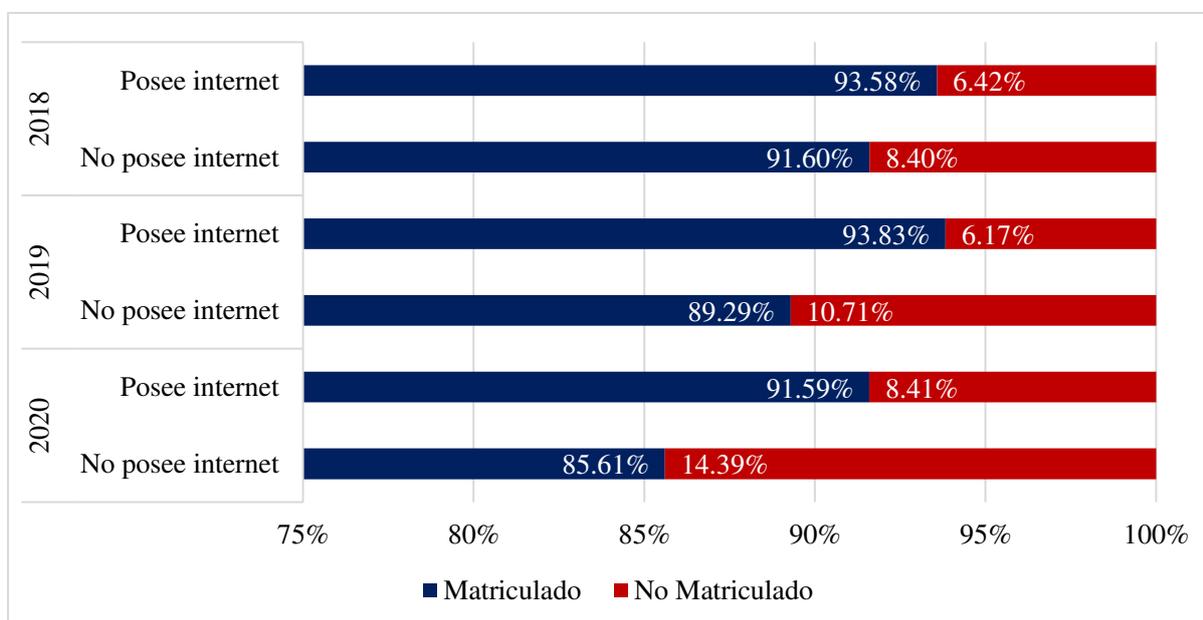
**Figura 4.** Porcentaje de niños y adolescentes que se matricularon o no en el sistema educativo por año clasificados según la posesión de por lo menos un dispositivo tecnológico en sus hogares



**Fuente:** Encuesta Nacional Multipropósito (2020)

**Elaboración:** Los autores

**Figura 5:** Porcentaje de niños y adolescentes que se matricularon o no en el sistema educativo por año clasificados según la posesión de internet en sus hogares



**Fuente:** Encuesta Nacional Multipropósito (2020)

**Elaboración:** Los autores

### 3.2.1.2.2 Variables de Control

El vector de variables de control está compuesto por una serie de variables que engloban las características de los niños y adolescentes en edad escolar, el hogar en donde viven y del jefe del hogar definidas en la **Tabla 5** de la siguiente manera:

**Tabla 5.** Variables de control

<b>Variables</b>	<b>Descripción</b>
<i>Características del los niños y adolescentes en edad escolar</i>	
Rural	Variable dummy que toma el valor de 1 cuando la vivienda se encuentra en el área rural y 0 para el área urbana.
Mujer	Variable dummy que toma el valor de 1 cuando el sexo de la persona que responde es femenino y 0 para masculino.
Edad	Edad de la persona que responde
Indígena	Variable dummy que toma el valor de 1 cuando la autoidentificación étnica es indígena y 0 caso contrario.
Afrodescendiente	Variable dummy que toma el valor de 1 cuando la autoidentificación étnica es afrodescendiente y 0 caso contrario.
Mulato	Variable dummy que toma el valor de 1 cuando la autoidentificación étnica es mulato y 0 caso contrario.
Montuvio	Variable dummy que toma el valor de 1 cuando la autoidentificación étnica es montuvio y 0 caso contrario.
Blanco	Variable dummy que toma el valor de 1 cuando la autoidentificación étnica es blanco y 0 caso contrario.
Mestizo	Categoría de referencia.
Otro	Variable dummy que toma el valor de 1 cuando la autoidentificación étnica no está entre las opciones antes mencionadas o la categoría de referencia “mestizo” y 0 caso contrario.

<b>Variables</b>	<b>Descripción</b>
<i>Características del hogar</i>	
Proporción de miembros del hogar menores a 5 años	Número de niños y niñas menores de 5 años dividido para el total de personas que viven en el hogar.
Proporción de miembros del hogar entre 5 y 14 años	Número de niños y niñas entre 5 y 14 años dividido para el total de personas que viven en el hogar.
Proporción de miembros del hogar entre 15 y 18 años	Número de adolescentes entre 15 y 18 años dividido para el total de personas que viven en el hogar.
Proporción de miembros del hogar mayores a 65 años	Número de adultos mayores a 65 años dividido para el total de personas que viven en el hogar.
Densidad	Número de personas que viven en el hogar dividido para el número de habitaciones de uso exclusivo para dormir que posee la vivienda.
<i>Características del jefe del hogar</i>	
Años de educación del jefe del hogar	Variable que va desde 0 (persona que no sabe ni leer ni escribir) a 23 (persona que ha finalizado sus estudios de posgrado).
Edad del jefe del hogar	Edad del jefe del hogar.
Mujer jefe del hogar	Variable dummy que toma el valor de 1 cuando el sexo del jefe del hogar es mujer y 0 caso contrario.
Divorciado	Variable dummy que toma el valor de 1 cuando el estado civil del jefe del hogar es divorciado y 0 caso contrario.
Soltero	Variable dummy que toma el valor de 1 cuando el estado civil del jefe del hogar es soltero y 0 caso contrario.
Viudo	Variable dummy que toma el valor de 1 cuando el estado civil del jefe del hogar es viudo y 0 caso contrario.
Separado	Variable dummy que toma el valor de 1 cuando el estado civil del jefe del hogar es separado y 0 caso contrario.
Casado	Categoría de referencia

<b>Variab</b> les	<b>Descripción</b>
Unión Libre	Variable dummy que toma el valor de 1 cuando el estado civil del jefe del hogar es unión libre y 0 caso contrario.

**Elaboración:** Los autores

### *3.2.2 Estadística descriptiva*

#### *3.2.2.1 Variables cuantitativas*

##### **Edad**

La edad de los niños o adolescentes de la muestra varía entre 5 y 18 años que es la edad preferente para cursar la educación general básica y el bachillerato en Ecuador. El número de observaciones es similar en cada año de edad, como se puede ver en la **Tabla 6** la media y mediana tienen valores semejantes alrededor de los 12 años, que es la edad en la que un niño cursa la mitad de su vida académica primaria y secundaria.

##### **Proporción de los miembros del hogar y densidad**

La composición del hogar se analiza a través de la proporción de un grupo etario específico con respecto al total de miembros del hogar. Dado que la muestra se compone solamente de hogares con presencia de niños y adolescentes en edad escolar, los grupos etarios con mayor presencia son de 5 a 14 y de 15 a 18 años (**Tabla 6**). Los otros dos grupos de interés analizados son niños menores de 5 y adultos mayores de 65 años, siendo el primer grupo el que tiene una menor presencia en los hogares.

Mientras que la densidad tiene un valor promedio de 2.36 (similar a la mediana), es decir, en promedio en un hogar donde residen niños y adolescentes en edad de escolarización existen 2 personas por cada cuarto exclusivo para dormir. Sin embargo, el valor máximo puede

llegar hasta 15 personas por cada cuarto exclusivo para dormir y el valor mínimo a menos de una persona (**Tabla 6**).

### **Años de educación y edad del jefe del hogar**

Los años de educación del jefe del hogar varían entre 0 y 23 años, desde aquel jefe de hogar que no sabe leer ni escribir con 0 años de educación y aquel que terminó sus estudios de posgrado con 23 años de educación. La media de años de educación es de 8.48 y la mediana de 7, es decir, en promedio la educación del jefe del hogar es primaria (**Tabla 6**).

Por otra parte, la edad del jefe del hogar varía entre 19 y 99 años, con valores de promedio y mediana similares, en torno a los 45 años (**Tabla 6**).

**Tabla 6.** Estadística descriptiva - Variables cuantitativas

	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
Edad	11.83032	12	3.954103	5	18
Proporción de miembros del hogar menores a 5 años	0.0067525	0	0.0380464	0	0.5
Proporción de miembros del hogar entre 5 y 14 años	0.3373276	0.3333333	0.1896515	0	0.85
Proporción de miembros del hogar entre 15 y 18 años	0.1466354	0.1428571	0.1542009	0	0.75
Proporción de miembros del hogar mayores a 65 años	0.027455	0	0.0872097	0	0.75
Densidad	2.355722	2	1.363151	0.33	15
Años de educación del jefe del hogar	8.487652	7	5.332417	0	23
Edad del jefe del hogar	45.39574	43	11.97603	19	99

**Elaboración:** Los autores

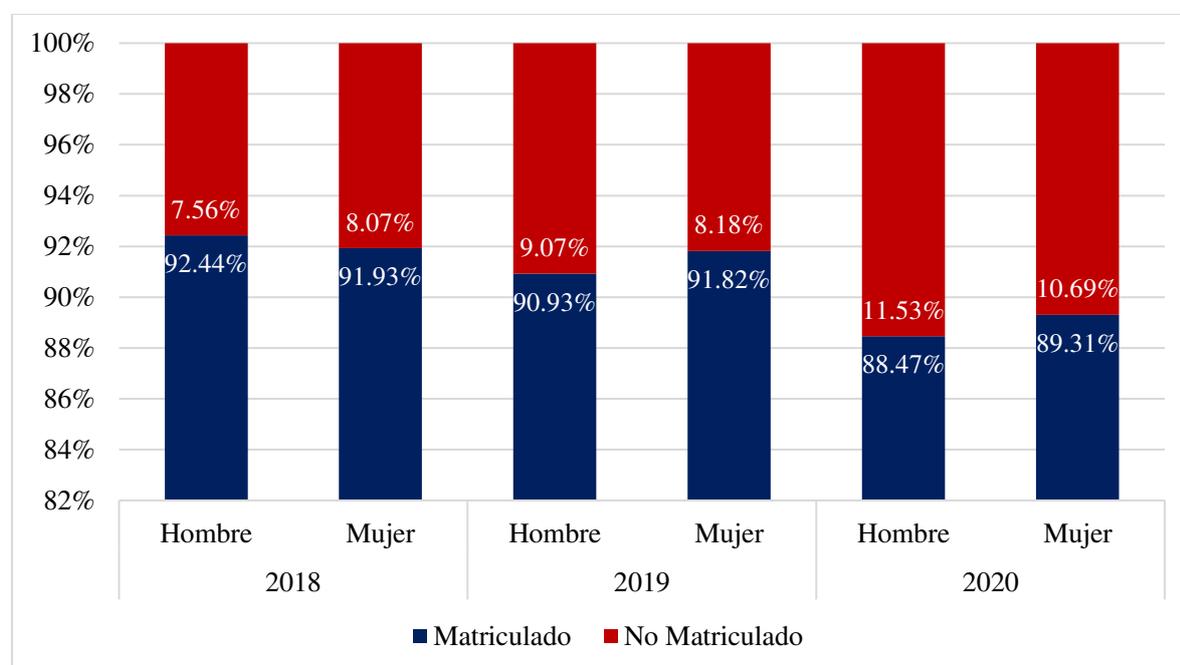
### 3.2.2.2 Variables cualitativas

#### 3.2.2.2.1 Características de los niños y adolescentes

##### Sexo

Tal y como se mencionó anteriormente en el apartado “El caso ecuatoriano: Matrícula escolar y brecha digital” las cifras de matriculación para hombres y mujeres no presentan grandes variaciones. Como se puede apreciar en la **Figura 6**, en el año 2018 el porcentaje de matriculación de los hombres sobrepasa con 0.51 puntos porcentuales a las mujeres. Sin embargo, el porcentaje de matriculación de las mujeres sobrepasa en los dos años siguientes al de los hombres, a pesar de que esta diferencia no supera el 1 punto porcentual. Estas cifras reflejan una realidad similar a la información presentada por el Ministerio de Educación (2020b, 2020c) y el World Economic Forum (2021).

**Figura 6:** Porcentaje de niños y adolescentes que se matricularon o no en el sistema educativo por año clasificados según su sexo



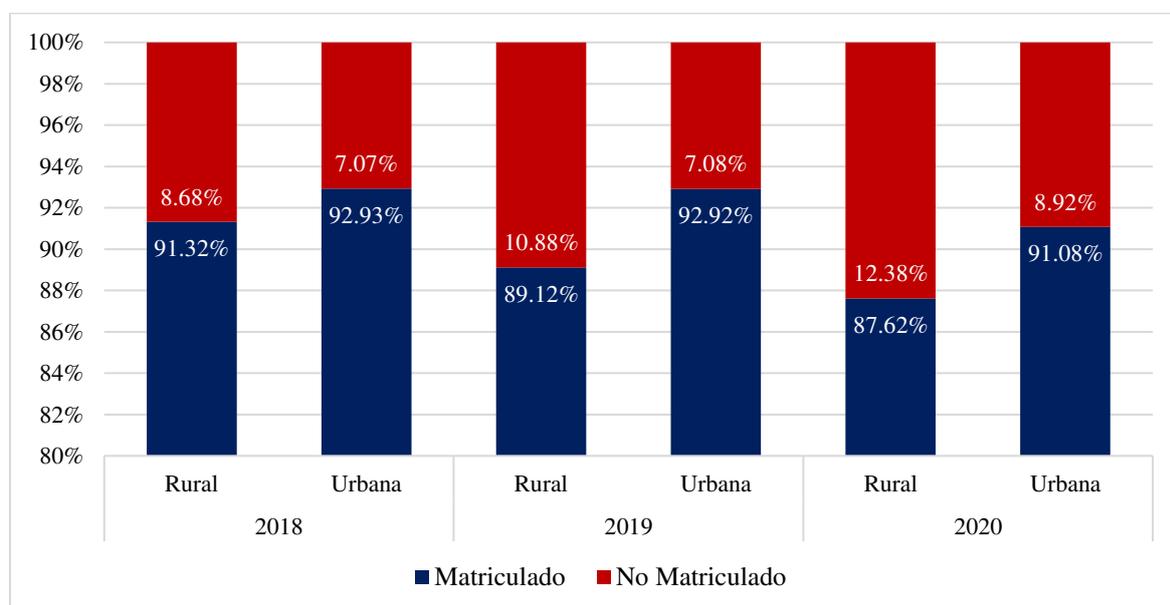
**Fuente:** Encuesta Nacional Multipropósito (2020)

**Elaboración:** Los autores

## Área

En cuanto al área de residencia, el porcentaje de matriculación en el área urbana supera al porcentaje del área rural en los tres años de estudio (**Figura 7**). Para el año 2020, ambos porcentajes llegan a sus valores más bajos, 91.08% para el área urbana y 87.62% para el área rural con un decrecimiento de 1.84 y 1.5 puntos porcentuales con respecto al año anterior, respectivamente. Cabe recalcar que el decrecimiento en el porcentaje de matriculación en el área rural ha sido paulatino en los tres años de estudio.

**Figura 7:** Porcentaje de niños y adolescentes que se matricularon o no en el sistema educativo por año clasificados según su área de residencia



**Fuente:** Encuesta Nacional Multipropósito (2020)

**Elaboración:** Los autores

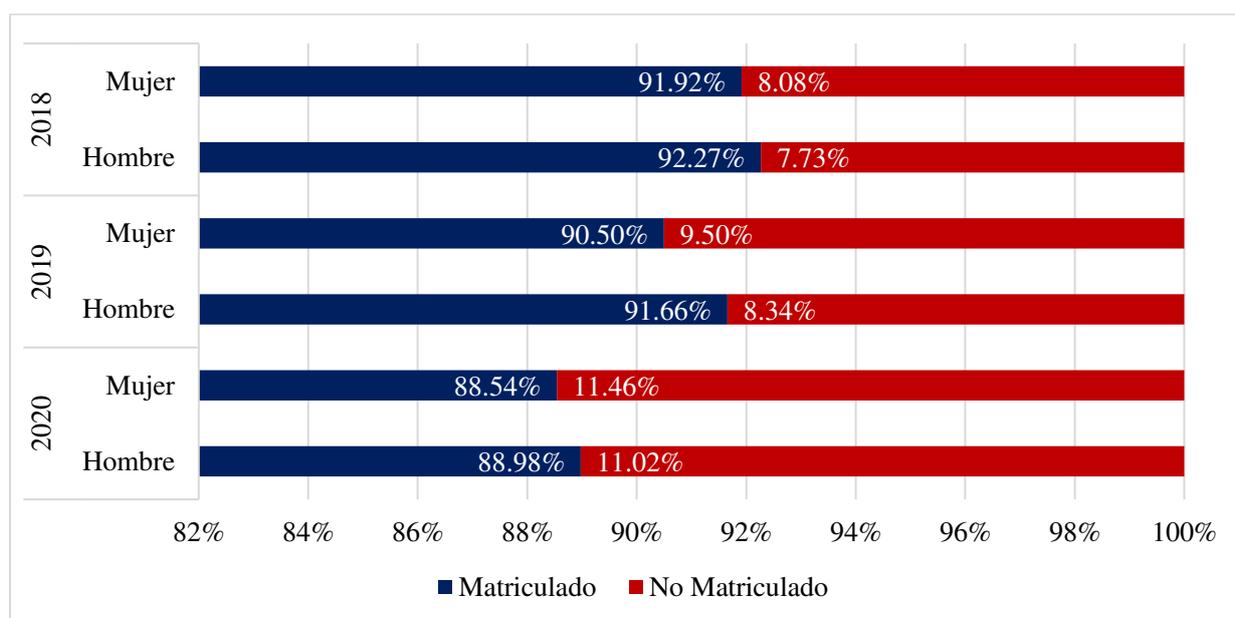
### 3.2.2.2.2 Características del jefe del hogar

#### Sexo del jefe del hogar

La matriculación escolar de los niños y adolescentes a cargo de un jefe de hogar mujer u hombre no presenta grandes variaciones en los tres años de estudio, como se puede apreciar en la **Figura 8**. Para el año 2018 y 2020, esta diferencia es menor a 0.5 puntos porcentuales,

mientras que solo para el año 2019 el porcentaje de niños matriculados, cuyo hogar está al mando de un jefe de hogar hombre tienen un porcentaje mayor de matriculación con respecto a los hogares al mando de un jefe de hogar mujer de 1.16 puntos porcentuales.

**Figura 8** Porcentaje de niños y adolescentes que se matricularon o no en el sistema educativo por año clasificados según el sexo del jefe del hogar en el que viven



**Fuente:** Encuesta Nacional Multipropósito (2020)

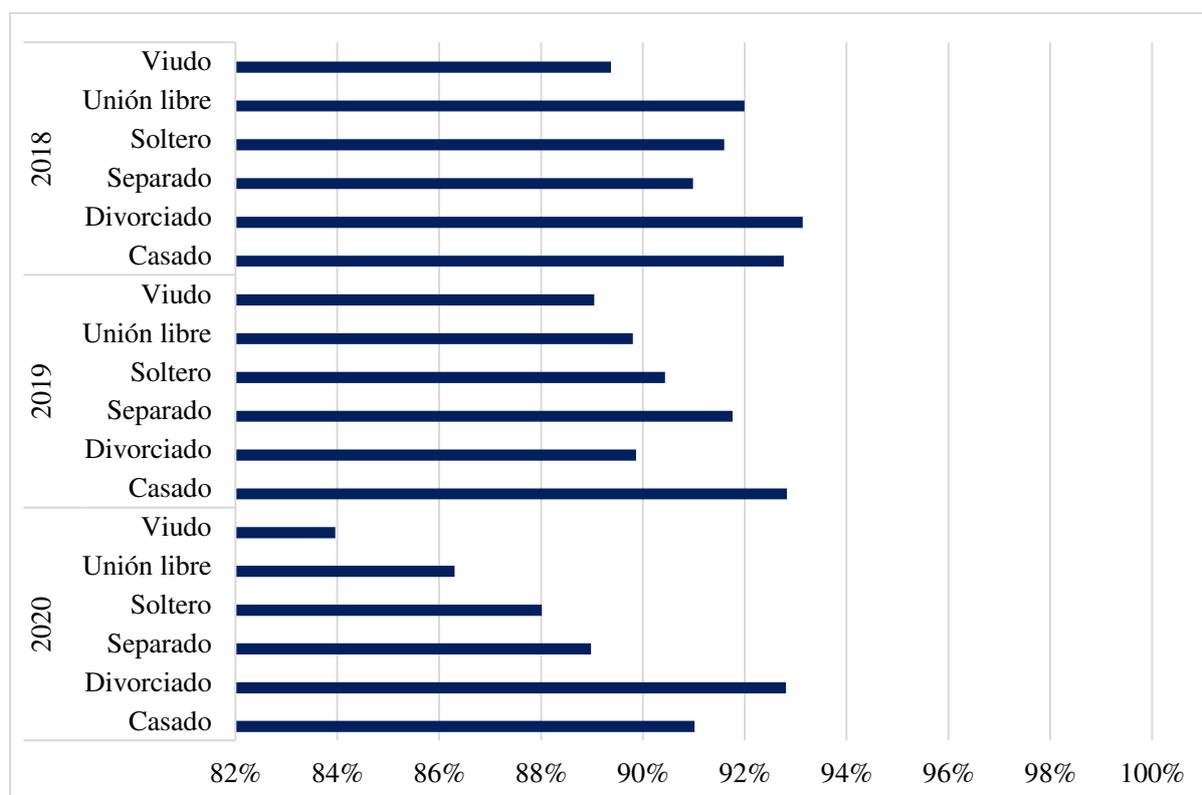
**Elaboración:** Los autores

### Estado civil del jefe del hogar

En la **Figura 9** se presentan los porcentajes de niños y adolescentes matriculados o no en el sistema educativo de los tres años de estudio según el estado civil del jefe del hogar. Aquellos hogares al mando de un jefe de hogar viudo tienen el porcentaje más bajo de matriculación de los niños y adolescentes en edad escolar a su cargo en los tres años. Por otra parte, los hogares cuyos jefes de hogar pertenecen a las categorías “unión libre” y “casado” presentan un decrecimiento progresivo en el porcentaje de matriculación de los niños y adolescentes en edad escolar que viven en ellos. Para los hogares en donde el estado civil del jefe del hogar es

separado y divorciado el porcentaje de matriculación de los niños y adolescentes en edad escolar presenta un valor por debajo del 90% solo en uno de los tres años de estudio. Mientras que, los hogares en donde el jefe del hogar es casado el porcentaje de matriculación escolar supera el 90% en todo el periodo de estudio, siendo esta la única categoría con esta característica.

**Figura 9:** Porcentaje de niños y adolescentes que se matricularon en el sistema educativo por año clasificados según el estado civil del jefe del hogar en el que viven



**Fuente:** Encuesta Nacional Multipropósito (2020)

**Elaboración:** Los autores

## CAPÍTULO 4

### 4. Resultados

#### 4.1. Resultados de las estimaciones probit<sup>11</sup>

En el modelo 1 se realiza la estimación de las variables de interés conjuntamente con las variables que representan a los años de estudio, todas estas variables son significativas al 1%, por lo que tienen influencia para explicar la matriculación. Las variables dispositivo tecnológico e internet presentan una relación positiva, mientras que, las variables correspondientes a los años presentan una relación negativa.

En el modelo 2 se realiza la inclusión del primer grupo de variables de control pertenecientes a las características del hogar, mientras que, en el modelo 3 se incluyen los otros dos grupos de variables de control que se relacionan con los miembros del hogar (características de los niños y adolescentes en edad escolar y las características del jefe del hogar). Tanto la significancia como el signo de las variables de interés se mantienen, al igual que las de los años.

Finalmente, en el modelo 4 se incluyen todas las variables del estudio junto con las variables *Internet* y *Dispositivo tecnológico* interactuadas con el año 2020. En esta estimación final se tiene una disminución de la significancia de la variable de interés *Internet*, pasando del 1% al 10%, situación que podría deberse a la inclusión de la misma variable en interacción, sin embargo, la dirección de su efecto se mantiene.

La interacción del acceso al internet en el hogar con el año 2020 es estadísticamente significativa al 5% con signo positivo, lo cual nos indica que, con la llegada de la pandemia por Covid-19, el poseer internet en el hogar influyó de manera positiva en la matriculación

---

<sup>11</sup> Para visualizar las especificaciones de los 4 modelos y las estimaciones de estos véase **Anexo 4** y **Anexo 5** respectivamente.

escolar. En contraste con la interacción entre el acceso a un dispositivo tecnológico (computadora, laptop o tablet) y el 2020 que no es estadísticamente significativa, es decir, no existe un efecto diferencial para este año a pesar de que su acceso si influye en la matriculación escolar en todo el periodo de estudio.

Debido a que los coeficientes del modelo probit no son directamente interpretables, se debe obtener los efectos marginales, lo cual se lo hace a partir del modelo completo, que es el modelo 4, mismo que cuenta con el menor criterio de información Akaike (AIC) y el mayor pseudo  $R^2$  de McFadden ajustado.

#### **4.2. Efectos marginales<sup>12</sup>**

Los resultados reflejan que el acceso a las TICs en el Ecuador tiene una influencia positiva en la matriculación escolar. El hecho de que un hogar disponga al menos una computadora, tablet o laptop aumenta la probabilidad de matriculación en la EGB y el Bachillerato en 2.74 puntos porcentuales con respecto a los hogares que no poseen estos dispositivos. De la misma manera, el poseer internet en el hogar está asociado a un incremento de la probabilidad de matriculación en 0.93 puntos porcentuales con respecto a los hogares que no lo tienen.

Para el caso ecuatoriano, las características como la edad, etnia y el área de residencia resultaron ser significativas al momento de analizar la matriculación escolar, más no el sexo. La edad resultó tener un efecto marginal mayor que las otras dos características mencionadas anteriormente. Al tener la edad una forma funcional cuadrática, en un inicio el incremento de un año está asociado a un incremento de la probabilidad de matriculación de 7.49 puntos porcentuales. Mientras que, al final del rango de edad de análisis, el incremento de un año está asociado a una disminución de la probabilidad de matrícula en 0.38 puntos porcentuales, es decir, conforme aumenta la edad, disminuye la probabilidad de matriculación. Resultado

---

<sup>12</sup> Para visualizar los efectos marginales de todas las variables véase el **Anexo 6**.

acorde con el estudio de Degraff y Bilsborrow (1993) y los datos publicados por el Ministerio de Educación que puede ser explicado por el aumento en el costo de oportunidad de la educación a medida que la edad aumenta, pues para el caso ecuatoriano a partir de los 15 años los adolescentes ya tienen la facultad de trabajar legalmente y así generar ingresos para su hogar.

En cuanto a las dos características restantes (área de residencia y etnia) los resultados sugieren la presencia de una brecha geográfica y étnica. En primer lugar, aquellos que viven en el área rural tienen una menor probabilidad de matriculación (0.55 puntos porcentuales) con respecto a aquellos que residen en áreas urbanas. Por otra parte, aquellos cuya autoidentificación es indígena y afroamericano no presentan diferencias con respecto a la categoría de referencia “mestizos”; no así, aquellos cuya autoidentificación es mulato, montuvio y blanco, siendo esta última categoría la que tiene una mayor brecha, pues su probabilidad de matriculación se reduce en 3.81 puntos porcentuales con respecto a los mestizos.

La composición del hogar también es un factor importante en la probabilidad de matriculación escolar, debido a que, influye en el ecosistema donde se desenvuelven la mayor parte del tiempo los niños y adolescentes. Los grupos etarios que presentan un efecto significativo, siendo este negativo, en la matriculación escolar son: los niños menores a 5 años y los adolescentes de entre 15 y 18 años, en especial los primeros cuyo efecto es mayor. Este efecto se puede explicar por las actividades de cuidado que se le pueden encomendar a los niños mayores del hogar, resultado al que también llegan Connelly y Zheng (2003), Degraff y Bilsborrow (1993), Glick y Sahn (2000), Huisman y Smits (2009). Por otra parte, el impacto negativo de la presencia de hermanos mayores en un rango de edad entre 15 a 18 años podría deberse a la competencia de los recursos familiares que en muchos de los casos son limitados (Connelly & Zheng, 2003; Huisman & Smits, 2009). No existe tal evidencia estadística en los

resultados para los grupos en el rango de edad entre 5 a 15 años y mayores a 65 años. De la misma manera, la densidad en el hogar también presenta un efecto negativo en la matriculación escolar.

Otros factores importantes para explicar la matriculación escolar están ligados al jefe del hogar que cumple un rol fundamental en el bienestar y calidad de vida de los demás miembros que viven bajo su tutela. La educación es la característica más importante del jefe del hogar al momento de determinar si los niños y adolescentes en edad escolar a su cargo se matriculan en el sistema educativo. Los resultados reflejan que, un año más de educación del jefe del hogar incrementa la probabilidad de matriculación en 0.21 puntos porcentuales. De igual manera, la edad también presenta un efecto similar, aunque en menor medida, tal y como lo reporta la literatura (AL-Qudsi, 2003; DeGraff & Bilsborrow, 1993; Huisman & Smits, 2009; Kuno et al., 2021; Tharmpornphilas, 2013).

El sexo del jefe del hogar no tiene relevancia estadística, resultado que contradice al estudio de Degraff y Bilsborrow (1993), que reportan un mayor bienestar<sup>13</sup> para los hogares encabezados por hombres, con respecto a los encabezados por mujeres en el Ecuador. Por otro lado, el estado civil si tiene relevancia estadística. Los niños y adolescentes en edad escolar en cuyo hogar el jefe está soltero, viudo, separado o en unión libre tienen una menor probabilidad de matricularse en la escuela con respecto a aquellos en donde el jefe del hogar es casado. Mientras que, para la categoría “divorciado” no existe diferencia estadística con respecto a la categoría de referencia., verificando los resultados de Degraff y Bilsborrow (1993).

Finalmente, en cuanto a los años de análisis, tanto el 2019 como el 2020 presentan una menor probabilidad de matriculación escolar con respecto al 2018, siendo de 0.95 y 2.14 puntos porcentuales respectivamente.

---

<sup>13</sup> En el estudio de Degraff y Bilsborrow (1993) se usa la matriculación escolar como medida del bienestar.

## **CAPÍTULO 5**

### **5. Conclusiones y Recomendaciones**

Con el cambio de metodología en el proceso de enseñanza-aprendizaje por la llegada de la pandemia por Covid-19, la importancia del acceso a las TICs en la educación se volvió más evidente. En el año 2020, aquellos estudiantes que tuvieron acceso a internet gozaron de una mayor probabilidad en la matriculación, en comparación con el acceso a un dispositivo tecnológico que no tuvo un efecto diferencial para este año. Esto se puede explicar por los diversos mecanismos adoptados por el Ministerio de Educación para que todos los niños y adolescentes accedan a la educación primaria y secundaria, entre los que se encuentran la presentación de un paquete de actividades en forma de portafolio y clases remotas de forma sincrónica y asincrónica (Ministerio de Educación del Ecuador, 2020a). De esta manera el tener acceso a las TICs representó una ventaja, pero no fue un requisito indispensable para la educación.

La implementación de estos mecanismos de enseñanza fue necesaria puesto que todos los planes y programas llevados a cabo en el Ecuador han sido insuficientes para afrontar el reto de una educación remota. Según Rieble-Aubourg & Viteri (2020), Uruguay es el único país de América Latina que cumple con las condiciones digitales necesarias para poder plantear un sistema educativo virtual. Un resultado que se puede explicar gracias al plan para la Conectividad Educativa de Informática Básica para el Aprendizaje en Línea (CEIBAL), iniciado en el 2007, que consistió en capacitar y otorgar una laptop a todo niño en edad escolar y profesor de instituciones públicas (Dirección Nacional de Impresiones y Publicaciones Oficiales, 2007). Este plan a diferencia de los demás en América Latina ha dado frutos debido a que promueve de una manera mucho más directa el acceso y uso de las TICs, pues no basta solo con crear las condiciones necesarias para que la sociedad pueda adquirirlas, sobre todo en

los sectores sociales menos privilegiados que no tienen el conocimiento necesario para su manejo.

Dado que la educación es una herramienta fundamental para el desarrollo de la sociedad, el gobierno debe precautelar que todos los adolescentes terminen su formación secundaria. Por lo que un programa de becas de vulnerabilidad económica dirigida a estudiantes de bachillerato pertenecientes a los quintiles más pobres podría potenciar la culminación de su formación secundaria y disminuiría el costo de oportunidad de la educación.

Al analizar la composición del hogar en el que residen los niños y adolescentes en edad escolar se puede apreciar un efecto negativo en la matriculación escolar de la densidad y la presencia de dos grupos etarios: niños menores de 5 años y jóvenes entre 15 y 18 años. Por lo que, resulta crucial la reestructuración y potenciación de los Centros de Desarrollo Infantil (CDI) públicos, con el objetivo de que su inscripción este condicionada a la escolarización de los demás niños y adolescentes pertenecientes al hogar.

Como se mostró anteriormente, el acceso a las TICs influye de manera positiva en la matriculación escolar. Sin embargo, por la naturaleza de los datos proporcionados por el INEC, no se tiene información de la velocidad del internet y la calidad de los dispositivos tecnológicos. Para que un estudiante pueda aprovechar las ventajas del acceso a las TICs, la velocidad del internet tiene que ser la adecuada para el número de personas que residen el hogar con el fin de que no presente intermitencia. En el caso de los dispositivos tecnológicos desde donde se conectan, estos deben tener el *hardware* y *software* adecuados para poder usar hojas de cálculo, editores de texto, presentaciones y otras actividades académicas, caso contrario entorpecerían el proceso educativo de los estudiantes.

Además de la computadora, tablet y laptop, los smartphones son dispositivos desde los cuales los estudiantes también pueden recibir clases, dado que, a pesar de que no son los

dispositivos ideales para realizar actividades académicas, estos son a los que se tiene un mayor acceso debido a su relativo bajo costo y su posesión puede influir en la matriculación escolar. Sin embargo, debido a la metodología en el levantamiento de la información del INEC, no se pudo utilizar esta información, al igual que el tipo de institución educativa. Medir el efecto del acceso a las TICs en la matriculación escolar según el tipo de institución educativa puede otorgar valiosa información al gobierno para impulsar políticas eficientes en favor de la eliminación de las brechas existentes<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> Azubuike et al., (2021), en su estudio, señalan la presencia de una brecha digital entre estudiantes de escuelas gubernamentales y privadas.

## 6. Bibliografía

- Alin, A. (2010). Multicollinearity. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2(3), 370–374. <https://doi.org/10.1002/wics.84>
- AL-Qudsi, S. S. (2003). Family background, school enrollments and wastage: Evidence from Arab countries. *Economics of Education Review*, 22(6), 567–580. [https://doi.org/10.1016/S0272-7757\(03\)00028-1](https://doi.org/10.1016/S0272-7757(03)00028-1)
- Asamblea Nacional. (2003). *CÓDIGO DE LA NIÑEZ Y ADOLESCENCIA*.
- Asamblea Nacional. (2008). *CONSTITUCIÓN DEL ECUADOR*.
- Asamblea Nacional. (2011). *LEY ORGÁNICA DE EDUCACIÓN INTERCULTURAL*.
- Asamblea Nacional. (2018). *LEY ORGANICA DE EDUCACION SUPERIOR, LOES*.
- Azubuike, O. B., Adegboye, O., & Quadri, H. (2021). Who gets to learn in a pandemic? Exploring the digital divide in remote learning during the COVID-19 pandemic in Nigeria. *International Journal of Educational Research Open*, 2–2(December 2020), 100022. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2020.100022>
- Becker, G. S. (1964). *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education* (G. S. Becker, Ed.; 1st ed.). The University of Chicago Press.
- Bera, A. K., Jarque, C. M., & Lee, L.-F. (1984). Testing The Normality Assumption In Limited Dependent Variable Models. In *INTERNATIONAL ECONOMIC REVIEW* (Vol. 25, Issue 3). <http://about.jstor.org/terms>
- CEPAL-UNESCO. (2020). *Education in the time of COVID-19*. OREALC/CEPAL. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374075\\_eng](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374075_eng)
- Chérrez-Ojeda, I., Vera, C., Vanegas, E., Gallardo, J. C., Felix, M., Espinoza-Fuentes, F., Chedraui, P., Gavilanes, A. W. D., & Mata, V. L. (2020). The use of information and communication technologies in Latin American dentists: A cross-sectional study from Ecuador. *BMC Oral Health*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01137-z>
- Chinn, M. D., & Fairlie, R. W. (2007). The determinants of the global digital divide: A cross-country analysis of computer and internet penetration. *Oxford Economic Papers*, 59(1), 16–44. <https://doi.org/10.1093/oep/gpl024>
- Connelly, R., & Zheng, Z. (2003). Determinants of school enrollment and completion of 10 to 18 year olds in China. *Economics of Education Review*, 22(4), 379–388. [https://doi.org/10.1016/S0272-7757\(02\)00058-4](https://doi.org/10.1016/S0272-7757(02)00058-4)
- Cook, D. R. (1977). American Society for Quality Detection of Influential Observation in Linear Regression Detection of Influential Observation in Linear Regression. In *Source: Technometrics* (Vol. 19, Issue 1).
- DeGraff, D. S., & Bilsborrow, R. E. (1993). Female-headed households and family welfare in rural Ecuador. *Journal of Population Economics*, 6(4), 317–336. <https://doi.org/10.1007/BF00599041>

- Dirección Nacional de Impresiones y Publicaciones Oficiales. (2007). *Decreto N° 144/007. Creación Del Proyecto Ceibal “Proyecto De Conectividad Educativa De informática Básica Para El Aprendizaje En Línea.”* <http://www.impo.com.uy/bases/decretos/144-2007/1>
- Fairlie, R. W. (2005). The effects of home computers on school enrollment. *Economics of Education Review*, 24(5), 533–547. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2004.08.008>
- Fairlie, R. W., & London, R. A. (2012). The Effects of Home Computers on Educational Outcomes: Evidence from a Field Experiment with Community College Students. *Economic Journal*, 122(561), 727–753. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2011.02484.x>
- Fairlie, R. W., & Robinson, J. (2013). Experimental evidence on the effects of home computers on academic achievement among schoolchildren. *American Economic Journal: Applied Economics*, 5(3), 211–240. <https://doi.org/10.1257/app.5.3.211>
- Fox, J., & Monette, G. (1992). Generalized collinearity diagnostics. *Journal of the American Statistical Association*, 87(417), 178–183. <https://doi.org/10.1080/01621459.1992.10475190>
- Glick, P., & Sahn, D. E. (2000). Schooling of girls and boys in a West African country: The effects of parental education, income, and household structure. *Economics of Education Review*, 19(1), 63–87. [https://doi.org/10.1016/S0272-7757\(99\)00029-1](https://doi.org/10.1016/S0272-7757(99)00029-1)
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Econometría Quinta Edición*.
- Heymann, J., Raub, A., & Cassola, A. (2014). Constitutional rights to education and their relationship to national policy and school enrolment. *International Journal of Educational Development*, 39, 131–141. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2014.08.005>
- Huisman, J., & Smits, J. (2009). Effects of Household- and District-Level Factors on Primary School Enrollment in 30 Developing Countries. *World Development*, 37(1), 179–193. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2008.01.007>
- Iivari, N., Sharma, S., & Ventä-Olkkonen, L. (2020). Digital transformation of everyday life – How COVID-19 pandemic transformed the basic education of the young generation and why information management research should care? *International Journal of Information Management*, 55(June), 102183. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102183>
- INEC. (2021a). *Boletín Técnico de Resultados de la Encuesta Nacional Multipropósito de Hogares (Seguimiento al Plan Nacional de Desarrollo)*. Instituto Nacional de Estadística y Censos, Quito-Ecuador. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Multiproposito/2020/202012\\_Boletin%20tecnico%20Multiproposito.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Multiproposito/2020/202012_Boletin%20tecnico%20Multiproposito.pdf)
- INEC. (2021b). *Documento Metodológico | Encuesta Nacional Multipropósito de Hogares*. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Multiproposito/2020/202012\\_Metodologia%20Multiproposito.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Multiproposito/2020/202012_Metodologia%20Multiproposito.pdf)

- Kuno, C. B., Hein, S., Frankel, L., & Kim, H. J. (2021). Children's schooling status: Household and individual factors associated with school enrollment, non-enrollment and dropping out among Ugandan children. *International Journal of Educational Research Open*, 2–2(December 2020), 100033. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2021.100033>
- Malamud, O., & Pop-Eleches, C. (2011). Home computer use and the development of human capital. *Quarterly Journal of Economics*, 126(2), 987–1027. <https://doi.org/10.1093/qje/qjr008>
- McFadden, D. (1974). Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. In P. Zarembka (Ed.), *Frontiers in econometrics* (pp. 105–142). New York, Academic Press.
- McFadden, D. (1979). Quantitative Methods for Analyzing Travel Behaviour on Individuals: Some Recent Developments. In D. Hensher & P. Stopher (Eds.), *Behavioural Travel Modelling* (p. 306). London : Croom Helm.
- Mincer, J. A. (1974). *Schooling, Experience, and Earnings*. National Bureau of Economic Research.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2020a). *Plan Aprendemos Juntos en casa - Currículo priorizado*. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/09/Curriculo-Priorizado-Sierra-Amazonia-2020-2021.pdf>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2020b). *TASA NETA DE MATRÍCULA EN BACHILLERATO*. [https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/05/IND\\_Tasa\\_Neta\\_Matricula\\_Bachillerato\\_Tasas.xlsx](https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/05/IND_Tasa_Neta_Matricula_Bachillerato_Tasas.xlsx)
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2020c). *TASA NETA DE MATRÍCULA EN EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA*. [https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/05/IND\\_Tasa\\_Neta\\_Matricula\\_EGB\\_Tasas.xlsx](https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/05/IND_Tasa_Neta_Matricula_EGB_Tasas.xlsx)
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2021). *Transformaciones Educativas en Ecuador*. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/05/Transformaciones-educativas-en-Ecuador.pdf>
- Ono, H., & Zavodny, M. (2007). Digital inequality: A five country comparison using microdata. *Social Science Research*, 36(3), 1135–1155. <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2006.09.001>
- Park, S. H., Goo, J. M., & Jo, C.-H. (2004). Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve: Practical Review for Radiologists. *Korean Journal of Radiology*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3348/kjr.2004.5.1.11>
- Patrinos, H. A. (2016). *Why education matters for economic development*. <https://blogs.worldbank.org/education/why-education-matters-economic-development>
- Patrinos, H. A., & Psacharopoulos, G. (2018). Returns to Investment in Education: A Decennial Review of the Global Literature. *World Bank, April*, 2. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-8402>

- Peet, E. D., Fink, G., & Fawzi, W. (2015). Returns to education in developing countries: Evidence from the living standards and measurement study surveys. *Economics of Education Review*, *49*, 69–90. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2015.08.002>
- Rengifo, S. (2009). *SMITH: OTRA RIQUEZA DE LAS NACIONES*.
- Rieble-Aubourg, S., & Viteri, A. (2020). *Covid-19: ¿Estamos preparados para el aprendizaje en línea?* <https://doi.org/10.18235/0002303>
- Sarkar, K., Midi, H., & Rana, S. (2011). Detection of outliers and influential observations in binary Logistic regression: An empirical study. *Journal of Applied Sciences*, *11*(1), 26–35. <https://doi.org/10.3923/JAS.2011.26.35>
- Schmitt, J., & Wadsworth, J. (2006). Is there an impact of household computer ownership on children's educational attainment in Britain? *Economics of Education Review*, *25*(6), 659–673. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2005.06.001>
- Schultz, T. W. (1961). *CAPITAL FORMATION BY EDUCATION*. <http://www.journals.uchicago.edu/t-and-c>
- Tharmpornphilas, R. (2013). Impact of household factors on youth's school decisions in Thailand. *Economics of Education Review*, *37*, 258–272. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2013.09.007>
- UNESCO. (2010). *ICT transforming education: a regional guide*.
- UNESCO. (2020). *2020 Global Education Meeting Declaration* (Vol. 19, Issue October).
- UNESCO. (2021a). *Girls' education and COVID-19: New factsheet shows increased inequalities for the education of adolescent girls*. <https://en.unesco.org/news/girls-education-and-covid-19-new-factsheet-shows-increased-inequalities-education-adolescent>
- UNESCO. (2021b). *Scaling up digital learning and skills in the world's most populous countries to drive education recovery*. <https://en.unesco.org/news/scaling-digital-learning-and-skills-worlds-most-populous-countries-drive-education-recovery>
- Wittwer, J., & Senkbeil, M. (2008). Is students' computer use at home related to their mathematical performance at school? *Computers and Education*, *50*(4), 1558–1571. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.03.001>
- Wooldridge, J. M. (2010). *Introducción a la econometría. Un enfoque moderno*.
- World Bank. (2018). *World Development Report 2018: Learning to Realize Education's Promise* (Issue 77). <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1096-1>
- World Bank. (2020). *Educación*. <https://www.bancomundial.org/es/topic/education/overview>
- World Economic Forum. (2021). *Global Gender Gap Report* (Issue March).
- Zou, K. H., O'Malley, J. A., & Mauri, L. (2007). Receiver-Operating Characteristic Analysis for Evaluating Diagnostic Tests and Predictive Models. *AHA/ASA Journals*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.59492>

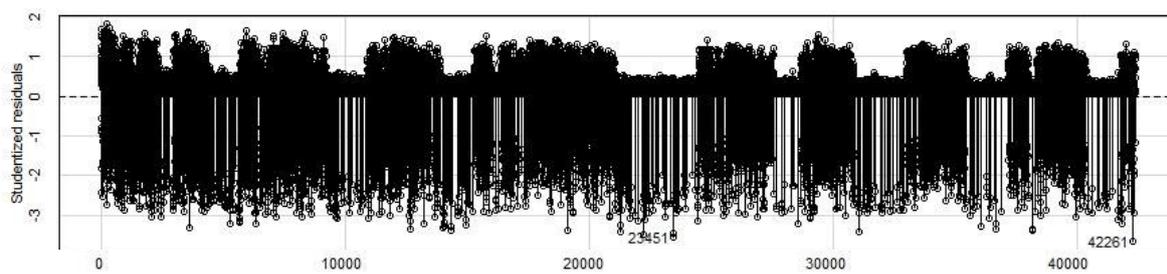
## 7. Anexos

## Anexo 1. Resultados del VIF y GVIF

VARIABLES	VIF	GVIF
2019	1.1071	1.0522
2020	2.3442	1.5311
Dispositivo tecnológico	1.9756	1.4056
Internet	2.1908	1.4801
Rural	1.3204	1.1491
Mujer	1.0012	1.0006
Edad	1.5481	1.2442
Indígena	1.2518	1.1188
Afrodescendiente	1.0268	1.0133
Mulato	1.0171	1.0085
Montuvio	1.0870	1.0426
Blanco	1.0086	1.0043
Otro	1.0080	1.0040
Proporción de miembros del hogar menores a 5 años	1.3937	1.1806
Proporción de miembros del hogar entre 5 y 14 años	2.4173	1.5548
Proporción de miembros del hogar entre 15 y 18 años	2.2064	1.4854
Proporción de miembros del hogar mayores a 65 años	1.4237	1.1932
Densidad	1.2218	1.1054
Años de educación del jefe del hogar	1.1942	1.0928
Edad del jefe del hogar	1.7836	1.3355
Mujer jefe del hogar	2.4625	1.5692
Divorciado	1.2913	1.1364
Soltero	1.7345	1.3170
Viudo	1.5788	1.2565
Separado	1.7639	1.3281
Unión Libre	1.3147	1.1466
Internet*2020	3.0858	1.7566
Dispositivo tecnológico*2020	2.3371	1.5288

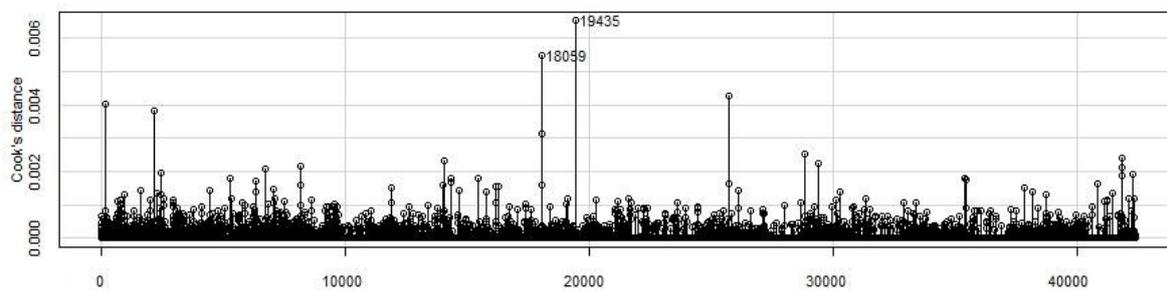
**Elaboración:** Los autores

## Anexo 2. Residuos estudentizados



**Elaboración:** Los autores

## Anexo 3. Distancia de Cook



**Elaboración:** Los autores

#### Anexo 4. Especificaciones de los modelos

##### Modelo 1:

$$P(\text{Matriculación}_i = 1|x) \\ = G(\gamma + \lambda 2019 + \delta 2020 + \alpha \text{Internet}_i + \beta \text{Dispositivo tecnológico}_i)$$

##### Modelo 2:

$$P(\text{Matriculación}_i = 1|x) \\ = G(\gamma + \lambda 2019 + \delta 2020 + \alpha \text{Internet}_i + \beta \text{Dispositivo tecnológico}_i \\ + \rho X_{1i})$$

##### Modelo 3:

$$P(\text{Matriculación}_i = 1|x) \\ = G(\gamma + \lambda 2019 + \delta 2020 + \alpha \text{Internet}_i + \beta \text{Dispositivo tecnológico}_i \\ + \rho X_{2i})$$

##### Modelo 4:

$$P(\text{Matriculación}_i = 1|x) \\ = G(\gamma + \lambda 2019 + \delta 2020 + \alpha \text{Internet}_i + \beta \text{Dispositivo tecnológico}_i \\ + \theta \text{Internet}_i * 2020 + \omega \text{Dispositivo tecnológico}_i * 2020 + \rho X_i)$$

Donde:

- $\text{Matriculación}_i$ , toma el valor de 1 cuando el estudiante se matricula y 0 caso contrario;
- 2019, es una variable dummy que toma el valor de 1 para las observaciones pertenecientes al 2019 y 0 caso contrario;
- 2020, es una variable dummy que toma el valor de 1 para las observaciones pertenecientes al 2020 y 0 caso contrario;

- $Internet_i$ , es una variable dummy que toma el valor de 1 cuando el hogar tiene internet y 0 caso contrario;
- $Dispositivo\ tecnologico_i$ , es una variable dummy que toma el valor de 1 cuando el hogar tiene por lo menos una computadora de escritorio, laptop o tablet y 0 caso contrario;
- $Internet_i * 2020$ , es una variable dummy interactuada en esquema multiplicativo que toma el valor de 1 cuando el hogar tiene internet en el 2020 y 0 caso contrario;
- $Dispositivo\ tecnologico_i * 2020$ , es una variable dummy interactuada en esquema multiplicativo que toma el valor de 1 cuando el hogar tiene por lo menos una computadora de escritorio, laptop o tablet en el 2020 y 0 caso contrario;
- $X_{1i}$ , es un vector de variables de control pertenecientes a las características del hogar;
- $X_{2i}$ , es un vector de variables de control que se relacionan con los miembros del hogar (características de los niños y adolescentes en edad escolar y las características del jefe del hogar);
- $X_i$ , es un vector de variables de control que incluye todos los grupos de variables de control, como son: las características de los estudiantes, del jefe del hogar, de la vivienda y geográficas;

## Anexo 5. Resultados de las estimaciones

<b>VARIABLES</b>	<b>Modelo (1)</b>	<b>Modelo (2)</b>	<b>Modelo (3)</b>	<b>Modelo (4)</b>
Dispositivo tecnológico	0.21202*** (0.02453)	0.23439*** (0.02614)	0.26868*** (0.02951)	0.24288*** (0.03198)
Internet	0.08347*** (0.02440)	0.10435*** (0.02593)	0.10369*** (0.02965)	0.05463* (0.03317)
<b>Características del hogar</b>				
Proporción de miembros del hogar menores a 5 años		- 0.64576*** (0.25010)		- 0.70890*** (0.26862)
Proporción de miembros del hogar entre 5 y 14 años		1.05322*** (0.06765)		- 0.01859 (0.07074)
Proporción de miembros del hogar entre 15 y 18 años		- 1.85274*** (0.07558)		-0.17988** (0.08572)
Proporción de miembros del hogar mayores a 65 años		0.10836 (0.10781)		0.09603 (0.12469)
Densidad		- 0.07632*** (0.00657)		- 0.06588*** (0.00738)
<b>Características de los niños y adolescentes en edad escolar</b>				
Rural			- 0.04040* (0.02364)	- 0.04820** (0.02372)
Mujer			- 0.015038 (0.02066)	- 0.01383 (0.02074)
Edad			0.64951*** (0.01776)	0.65575*** (0.01932)
Edad al cuadrado			- 0.03292*** (0.00074)	- 0.03312*** (0.00081)
Indígena			- 0.06780** (0.02988)	- 0.02691 (0.03056)
Afrodescendiente			- 0.03343 (0.05723)	- 0.01620 (0.06034)
Mulato			- 0.16557** (0.07598)	- 0.14262* (0.07762)
Montubio			- 0.24134*** (0.04620)	- 0.20944*** (0.04791)
Blanco			- 0.27785*** (0.08614)	- 0.28943*** (0.08821)
Otro			- 0.42415* (0.22021)	-0.34683 (0.22723)
<b>Características del jefe del hogar</b>				
Años de educación del jefe del hogar			0.01999*** (0.00200)	0.01803*** (0.00202)
Edad del jefe del hogar			0.00391*** (0.00097)	0.00294** (0.00117)
Mujer jefe del hogar			0.03729 (0.03723)	0.03728 (0.03968)
Divorciado			- 0.02635 (0.07123)	- 0.03520 (0.07147)
Soltero			- 0.15730*** (0.04872)	- 0.15566*** (0.05272)

Variables	Modelo (1)	Modelo (2)	Modelo (3)	Modelo (4)
Viudo			- 0.17871*** (0.05493)	- 0.16817*** (0.05560)
Separado			- 0.13770*** (0.05062)	- 0.13160** (0.05290)
Unión Libre			- 0.18461*** (0.02536)	- 0.15760*** (0.02514)
2019	- 0.07782*** (0.02105)	- 0.07925*** (0.02240)	- 0.08958*** (0.02497)	- 0.08125*** (0.02533)
2020	- 0.22780*** (0.02620)	- 0.16402*** (0.03139)	- 0.20702*** (0.03149)	- 0.24308*** (0.04525)
Internet * 2020				0.18197** (0.0719)
Dispositivo tecnológico * 2020				0.05819 (0.07590)
Constante	1.33199*** (0.01264)	1.54030*** (0.03736)	- 1.12184*** (0.10660)	- 0.88013*** (0.11628)
N° de observaciones	42,356	42,356	42,356	42,356
Pseudo $R^2$ de McFadden ajustado	0.010	0.108	0.263	0.267
AIC	0.572	0.516	0.426	0.424

<sup>a</sup> Errores estándar robustos (ajustados por heteroscedasticidad) entre paréntesis.

<sup>b</sup> \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

**Elaboración:** Los autores

### Anexo 6. Efectos marginales

<b>VARIABLES</b>	<b>Efectos Marginales</b>
Dispositivo tecnológico	0.0274*** (0.00306)
Internet	0.00929*** (0.00333)
<i>Características de los niños y adolescentes en edad escolar</i>	
Rural	-0.00551** (0.00271)
Mujer	-0.00158 (0.00236)
Edad	0.0749*** (0.00214)
Edad al cuadrado	-0.00378*** (9.01e-05)
Indígena	-0.00310 (0.00355)
Afrodescendiente	-0.00187 (0.00700)
Mulato	-0.0174* (0.0101)
Montubio	-0.0263*** (0.00660)
Blanco	-0.0381*** (0.0132)
Otro	-0.0470 (0.0360)
<i>Características del hogar</i>	
Proporción de miembros del hogar menores a 5 años	-0.0809*** (0.0306)
Proporción de miembros del hogar entre 5 y 14 años	-0.00212 (0.00808)
Proporción de miembros del hogar entre 15 y 18 años	-0.0204** (0.00979)
Proporción de miembros del hogar mayores a 65 años	0.0110 (0.0141)
Densidad	-0.00751*** (0.000846)
<i>Características del jefe del hogar</i>	
Años de educación del jefe del hogar	0.00206*** (0.000230)
Edad del jefe del hogar	0.000335** (0.000134)
Mujer jefe del hogar	0.00420 (0.00443)
Divorciado	-0.00409 (0.00843)
Soltero	-0.0190*** (0.00686)

Variables	Efectos Marginales
Viudo	-0.0207*** (0.00737)
Separado	-0.0159** (0.00676)
Unión Libre	-0.0185*** (0.00304)
2019	-0.00947*** (0.00301)
2020	-0.0214*** (0.00485)
Internet * 2020	
Dispositivo tecnológico * 2020	

<sup>a</sup> Errores estándar robustos (ajustados por heteroscedasticidad) entre paréntesis.

<sup>b</sup> \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

<sup>c</sup> N° de observaciones: 42,356

<sup>d</sup> El % de correctamente clasificados es: 91.77%.

<sup>e</sup>  $R^2$  de McFadden = 0.271

<sup>f</sup> AUROC = 0.8639

**Elaboración:** Los autores