

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ECONOMÍA

**Trabajo de Integración Curricular
previo a la obtención del título de Economista**

Artículo Académico

“Impacto económico en el ingreso laboral del uso de internet y las tecnologías de la información en el Ecuador para el periodo 2015-2016”

Juan Sebastián Zary Naranjo
jszary@puce.edu.ec

Director: Pablo Samaniego
psamaniego038@puce.edu.ec

Quito, septiembre de 2023

Resumen y palabras clave

El objetivo principal de este artículo fue determinar el impacto del uso de internet sobre el ingreso laboral en el Ecuador para el periodo 2015-2016. Para ello, se realizó una revisión de la literatura económica que aborda las relaciones entre el uso de las tecnologías de la información y el crecimiento económico y del ingreso a través de la mejora de las condiciones económicas de una persona fruto del uso de las TICs; así, se presenta una síntesis de distintos estudios que infieren una contribución positiva de la tecnología sobre el salario, la productividad, el empleo, entre otros. Respecto al apartado metodológico, se utiliza el método de Diferencias en Diferencias para la estimación del impacto real. Además, en este proceso se incluye el modelo de emparejamiento Coarsened Exact Matching para conseguir muestras más homogéneas. Asimismo, se incluye una aplicación de la corrección de Heckman para la reducción del sesgo de selección de la muestra. Como resultado de esta investigación, se obtuvo que efectivamente existe una mejora del ingreso debido al uso del internet. De modo que, en general, esta investigación desea plantear un marco teórico – empírico que dado el impacto encontrado, promueva la democratización, expansión, asequibilidad y cobertura de los bienes y servicios de las tecnologías de la información mediante la política pública y la regulación del sector telecomunicaciones a fin de mejorar la situación económica de los grupos más vulnerables y a quienes la tecnología les ha sido esquiva.

Palabras clave: desarrollo económico, salario, tecnología, telecomunicaciones

Índice

Resumen y palabras clave	2
Introducción	4
Preguntas de Investigación.....	5
Objetivos de Investigación	5
Marco Teórico y Empírico:	6
Marco Metodológico	9
Modelo de diferencias en diferencias (DiD).....	9
Emparejamiento Coarsened Exact Matching (CEM).....	12
Variables del análisis.....	12
Definición de la muestra.....	12
Procedimiento del análisis	14
Resultados	14
Estadística Descriptiva de las tecnologías de la información en el Ecuador.....	14
Modelos y Resultados.....	22
Coarsened Exact Matchin (CEM).....	22
Método de emparejamiento Coarsened Exact Matching automático.....	22
Método de emparejamiento Coarsened Exact Matching ajustado por el usuario	23
Modelo Diferencia en Diferencias	24
Modelo de diferencias en diferencias con emparejamiento automático	24
Modelo de diferencias en diferencias con emparejamiento ajustado por el usuario	25
Discusión de resultados, conclusiones y recomendaciones	28

Introducción

La pandemia de COVID 19 marcó un hito en la historia de la humanidad, generando una coyuntura sin precedentes y una fuerte afección a la economía global. Además, Beteta (2020) afirma que este fenómeno mostró muchas de las fallas estructurales que América Latina viene acumulando desde la crisis de la deuda de 1980. De modo que el escenario de recesión post pandemia ha concentrado varias dinámicas socioeconómicas en auge. La de especial interés para este artículo es la creciente inserción de las tecnologías de la información y comunicación (TICs) en distintos ámbitos de la vida, ya que la cuarentena obligó a buscar nuevas formas de llevar a cabo los procesos educativos, pero también los procesos de comercialización, empleo, entretenimiento, gestión empresarial, relación con el gobierno, etc.

Este hecho, en conjunto con la que la Comisión Económica para América Latina y el Caribe denomina “cuarta revolución industrial o industria 4.0” supone la presencia de un acelerado cambio tecnológico, caracterizado por la migración hacia nuevos sistemas de distinta naturaleza, así como cambios en la infraestructura del tejido social. Esto introdujo abundantes tecnologías en la vida cotidiana y en el aparato productivo, cambiando por ejemplo la forma en la que nos comunicamos y relacionamos en sociedad, el contenido de la información que consumimos, los formatos de educación y capacitación a los que accedemos, hasta cambios en los procesos productivos y de consumo. Además, este cambio tecnológico se caracteriza por ser vertiginoso, ya que, si bien históricamente la tecnología ha supuesto diversos cambios radicales en el mundo, estos han sido menos intensos. (CEPAL, 2020)

De modo que las tecnologías de la información han cobrado una mayor relevancia en la vida cotidiana, lo cual no sorprende dado que diversos autores asocian al acceso y uso de las TICs con el crecimiento económico y la mejora de la calidad de vida, presentando relaciones positivas tanto a nivel macro y microeconómico, aunque estas últimas en menor medida. Por ejemplo, Pérez y otros (2006) afirman que las tecnologías de la información y comunicación han sido capaces de modificar las dinámicas existentes de producción e insertarse en muchas actividades económicas, dando como resultado un aumento de la productividad. Este hecho resulta evidente también para Martínez (2014) que afirma que el aumento de una inclusión en términos de digitalización puede aportar a mejorar la igualdad de oportunidades y el bienestar en la vida de los ciudadanos. Asimismo, Carrasco (2008) establece que el internet contribuye a una mejor dinámica en las relaciones de comercio, además que crea canales de rápido acceso entre vendedores y consumidores. Por otro lado, Pineda – Serna (2008), afirma también que algunos sectores económicos encuentran en el internet un canal para ser influenciados positivamente, permitiendo el desarrollo y el crecimiento de la economía. Finalmente es importante entender que esta relación no solo busca ser directa, si no que permita también potenciar el bienestar, de modo que Barrientes Solano (2011) establece que la tecnología es capaz de mejorar también ámbitos emocionales, sociales y cognitivos, lo cual puede tener algún efecto en la calidad de vida e indirectamente en el ingreso.

Específicamente en cuanto a una mejora del ingreso a causa de las TICs, Zaballos y otros, (2019) explican que son varios los canales a través de los cuales las TICs pueden ser un catalizador del crecimiento económico y el ingreso laboral. El primero, es el denominado “efecto construcción” el cual, consiste en que el despliegue y construcción de infraestructura de las telecomunicaciones implica directamente un aumento del empleo y el ingreso laboral de las áreas aledañas a dicho proceso ya que es probable que se contrate mano de obra local. El segundo es el “efecto derrame”, el cual implica que la dotación de dicha red tiene la capacidad de aumentar la demanda, al ofrecer nuevos canales de información, de modo que existe también un aumento de las oportunidades de mercado para las firmas, estimulando el crecimiento económico y el empleo. Finalmente, el último efecto es el “efecto innovación”, el cual implica que la investigación y desarrollo (I+D) de las TICs promueven el desarrollo de nuevos procesos y productos los cuales a su vez aumentan la productividad.

Empero, si bien la literatura sugiere esta relación positiva de la inserción tecnológica en el aparato productivo y la economía, nuestro país presenta una estructura laboral que probablemente no aproveche adecuadamente los posibles efectos positivos del despliegue de las TICs, pues el sector del empleo informal no suele gozar de los medios primordiales para el uso de las TICs y además suele presentar dinámicas comerciales o productivas

que en general hacen poco uso de las TICs, Y según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (2022) en el I trimestre de 2022 el 51.1% del total de la población ocupada correspondió al sector informal, suponiendo una limitación.

En ese contexto ecuatoriano, la problemática también abarca la existencia de brechas digitales de acceso y uso de los bienes y servicios de las tecnologías de la información, pues el actual estado del Ecuador presenta un despliegue asimétrico de estos factores. Según Valencia, (2016) esto se debe a que el mercado de las telecomunicaciones experimentó una estructura inusual, fruto de la gestión privada de dichos servicios en los años 90, lo que en palabras del autor ha causado que “todo el fomento e inversión en tecnología se haya generado alrededor de los sitios donde se previó un alto retorno sobre la inversión” dejando de lado muchos lugares y poblaciones sin acceso o cobertura.

Como prueba de esto, las estadísticas que dan vista del estado de las TICs en la actualidad son las siguientes: a 2023, según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) el 78,5% de la población del área urbana ha usado internet al menos una vez en los últimos 12 meses, mientras que, en el área rural, el uso ha sido de 50,5%. Una brecha de más de 25 puntos porcentuales. En un análisis más focalizado, a 2023 el 40% de los individuos de etnia indígena han usado internet en los últimos 12 meses mientras que los individuos de etnia mestiza lo han hecho en un 78,3%. En cuanto a quintiles de ingreso, el quintil 1 y 2 han hecho uso de internet en los últimos 12 meses en un 51% y 69,3% respectivamente mientras que el quintil 4 y 5 lo ha hecho en un 81,7% y 85,7% respectivamente.

La presencia de brechas para otros indicadores de las TICs como lo son la tenencia de celular, el equipamiento tecnológico del hogar, el acceso a internet o el analfabetismo digital no distan mucho de los resultados anteriormente presentados, demostrando la vulnerabilidad de ciertas zonas geográfica, etnias o estratos en términos de inclusión digital.

Por tanto, partiendo de la relevancia que va tomando el uso y acceso a bienes y servicios de las tecnologías de la información en el desenvolvimiento de la vida presente y que además la literatura sugiere que dichas tecnologías pueden ser un catalizador del ingreso, la economía y la mejora de la calidad de vida, el presente texto tiene como objetivo realizar un análisis de estimación del posible impacto que puede tener el uso del servicio de internet y las tecnologías de la información sobre el ingreso laboral en el contexto ecuatoriano para el periodo 2015-2016, siendo el último periodo disponible que presenta información con una robustez y estructura adecuada para el análisis. Para ello, con información panel de la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) se emplea un análisis de evaluación de impacto cuasiexperimental de diferencias en diferencias a fin de encontrar el impacto real del uso de internet en el ingreso laboral.

Preguntas de Investigación

- ¿Existe algún impacto estadísticamente significativo del uso de internet y las tecnologías de la información en el ingreso laboral en el Ecuador dentro del periodo 2015-2016?

Objetivos de Investigación

- Analizar y evaluar la bibliografía que sugiere un impacto del uso de internet en el ingreso laboral a fin de reconocer y explorar las limitantes estructurales del Ecuador para aprovechar de manera efectiva dicho impacto.
- Estimar cuantitativamente la posible contribución del uso de internet en el ingreso laboral en el Ecuador dentro del periodo 2015-2016.
- Establecer una aproximación teórico - empírica que permita impulsar la política pública hacia la democratización y el despliegue de los bienes y servicios de las TICs en el Ecuador.

Marco Teórico y Empírico:

La idea de que la tecnología y la innovación es un factor importante de desarrollo ha sido consecutivamente abordada, principalmente en el análisis macroeconómico como un factor de crecimiento endógeno. Es así como Schumpeter (1978) comparte la opinión de que la dinámica económica que promueve los cambios es orgánica y surge dentro del sistema (modelo de crecimiento endógeno), además que le otorga a la innovación tecnológica un papel fundamental en dicha dinámica. El autor parte de la consideración de que el incremento de la producción depende de, entre otros factores, la tasa de crecimiento de la tecnología.

Afirma además que este cambio es decisivo y más dinámico, considerándolo como una de “las fuerzas del desenvolvimiento económico”. En tal sentido, la idea de que estas innovaciones radicales o disruptivas suponen un cambio en los procesos económicos marca un escenario en donde prima el pensamiento de que la tecnología e innovación son las causantes de todas las dinámicas económicas en la sociedad, dejando de lado a los factores socio culturales y empezando un periodo de determinismo tecnológico en ese entonces. (Montoya, 2004)

Este determinismo tecnológico ha establecido un canon teórico que valora a la tecnología e innovación como actores fundamentales del crecimiento económico. Por tanto, siguiendo esta línea Paul M. Romer (1990) establece un modelo de crecimiento endógeno impulsado también por los cambios tecnológicos, fruto de la toma de decisiones de inversión que tiene como objetivo maximizar los beneficios.

Sin embargo, una característica fundamental de la tecnología que resalta Romer, es que, como insumo, no tiene las propiedades de un bien tradicional, pues la tecnología es un bien no rival, parcialmente excluible, permitiendo una acumulación ilimitada de este insumo, debido a que se carece de una limitación de tiempo. Por ejemplo, un principio de ingeniería, un software, una ecuación matemática, una patente o un plano no desaparecen a medida que pasa el tiempo, a diferencia de, por ejemplo, los conocimientos y técnicas que un trabajador adquirió a lo largo de su vida, los cuales desaparecen el momento en el que el trabajador abandone la empresa o muera. Así, estas características de la tecnología están ligadas a las no convexidades, lo que supone una mayor capacidad de producción ya que no es necesario replicar los bienes no rivales y por tanto incurrir costos en ello. Bajo esta premisa, otro de los aportes de Romer es integrar en el modelo también el entendimiento de funciones de producción con rendimientos constantes o crecientes a factores de producción que pueden ser acumulables. Estos cambios implicarían que el crecimiento de la producción puede ser indefinido, ya que, por medio del avance de la tecnología, así como la acumulación de capital, (y de capital humano) se compensa los rendimientos marginales decrecientes

Bajo esta premisa de la importancia de la tecnología en el desarrollo económico como insumo, Katz (2010) indaga acerca de la relación entre la digitalización, y el crecimiento económico. Así la relaciona con el aumento del ingreso. En ese sentido, asocia a la inversión de capital informático (banda ancha) con un aumento de la productividad laboral. Esto se debe a que en las etapas tempranas de industrialización se requería de una coordinación entre los subprocesos de la cadena de valor en el proceso de producción, así como de una mejora en la eficiencia de distribución de los productos y de reabastecimiento de los componentes. Estas necesidades a su vez requieren que los trabajadores se capaciten y procesen información para esta coordinación, entonces a largo plazo, la banda ancha ofrece una plataforma para llevar a cabo estas tareas, ya que aumenta la velocidad en el procesamiento y difusión de la información. De modo que realiza un modelo de regresión con el que concluye que un aumento del 1% en la penetración de banda ancha contribuye a un incremento del PIB de 0,0158% en América Latina y el Caribe. De ese modo, el autor asocia a la digitalización con el crecimiento económico, estableciendo que esta puede ser un insumo tanto a nivel de capital físico, como las computadoras, el teléfono celular o el internet, y puede suponer un aumento del capital humano, gracias al acceso masivo de información y capacitación.

De forma que siguiendo la idea de la capacidad de las TICs para el despliegue de capital humano, se presenta también el trabajo de Becker (1964) y su teoría del capital humano, definido como todas aquellas aptitudes, habilidades y capacidades productivas que un individuo es capaz de adquirir por la acumulación de conocimientos. Así, esta teoría afirma que la inversión que mayor rentabilidad puede suponer para una

economía y su crecimiento es la que se invierte en capital humano, en formación de las capacidades y recursos individuales, en la tecnificación y tecnología, en la mejora de los métodos de gestión y de organización y, sobre todo, a la educación de las personas.

Con esto en mente, según Barrientes-Solano (2011) el aumento de la digitalización supone una mejora en el capital humano ya permite el acceso a mejores oportunidades, causa de una mayor oferta laboral, más información disponible, mayor conocimiento a un costo más bajo y con más alcance y, por tanto, un aumento de la educación general y específica, ya que también existe mucha información en el internet que capacitar en el desarrollo actividades específicas de un puesto laboral en concreto, de manera que ello se traduce en un aumento en la productividad y por tanto del nivel de ingreso.

Dando paso a la valoración también de los efectos de las TICs en la educación, se tiene, por ejemplo, el trabajo de Badasyan y Simone (2018), autores que realizaron un análisis de cómo afecta la accesibilidad a internet al rendimiento escolar del área urbana de Brasil. Los hallazgos del estudio aluden que una mayor accesibilidad al servicio de internet es capaz de mejorar las puntuaciones de los exámenes estudiantiles para el periodo 2006-2009. Esto se relaciona con un aumento en el ingreso a largo plazo fruto de la idea de que la acumulación de educación y capital humano permite acceder a mejores oportunidades de empleo a futuro.

Respecto a la relación entre TICs y aumento de la demanda y toma de decisiones, un autor que ahonda en esta temática es Gi-Soon, (2005) el cual realiza un estudio en el que determina que el uso y acceso de las TICs permite un ahorro en términos de tiempo y costos para el acceso a la información, así como permite acceder a bloques de información más grandes y de mejor calidad, lo que implica también menores costos de transacción y una menor incertidumbre, conllevando a un mejor proceso de toma de decisiones. En ese sentido, estas decisiones más informadas llevan a un impacto en el incremento de la diversificación, de la eficiencia y de la productividad en términos generales, causando efectos en el mercado en cuanto a tamaño y precios. Esta esta dinámica a su vez causa un aumento de la calidad de vida de los hogares y su bienestar.

Es menester también mencionar que, si bien la bibliografía sugiere a las tecnologías de la información como una herramienta que ofrece oportunidades en términos de productividad, educación, aprendizaje, creatividad, comunicación, y demás, también están ligadas diversos riesgos, como el ciberacoso, el exceso de distracciones, la pornografía, las adicciones a los videojuegos, a las redes sociales, etc. (Martínez, Garmendia, & Garitaonandia, 2020)

Estos riesgos además están más presentes en los más jóvenes ya que, “cuanto más usan internet los menores, más se benefician de sus oportunidades y adquieren más competencias, pero también se exponen más frecuentemente a riesgos” (Livingstone, 2011)

Además, los posibles efectos adversos de la digitalización no se limitan únicamente a las situaciones descritas, si no que podrían afectar a la sociedad en su conjunto de una manera más profunda, por ejemplo, Byung-Chul Han (2013) afirma que la digitalización genera una mirada sin distancia, sin respeto, en donde la intimidad queda expuesta públicamente y lo privado se hace público, ya que la comunicación digitalizada deshace la distancia entre actores sociales. Asimismo, también afirma que la revolución digital a dado paso a una masa carente de alma y espíritu en donde los individuos se encuentran aislados, pero a la vez aglutinados en un “enjambre digital” que se presentan como colectivos de movimientos fugaces, inestables y volátiles, en donde el ser humano se masifica en un ser digital.

Nicholas Carr (2008) también afirma que, por ejemplo, la forma en la que leemos digitalmente es distinta a la forma tradicional de lectura física. La diferencia radica en que el internet al ser una fuente masiva de información permite al lector ofrecer soluciones rápidas y lecturas superficiales, en donde se ojea brevemente un fragmento de los textos y se salta a otros, obstaculizando al lector una revisión más profunda y consciente.

De modo que las tecnologías de la información y comunicación pueden no ser siempre un factor que permita el desarrollo o traiga consigo un aumento del bienestar, pero siempre producen grandes cambios en las dinámicas que la incluyen.

Por otro lado, es importante también mencionar teóricamente a la brecha digital, ya que el Ecuador tiene una estructura heterogénea puesto que el acceso a la infraestructura que permite hacer uso de las tecnologías previamente descritas no es equitativo. El desarrollo tecnológico no tiene la capacidad de ser distribuido

equitativamente, de igual forma y con la misma rapidez y accesibilidad a todos los sectores de la sociedad. Esta asimetría marca en el largo, mediano y corto largo plazo un alejamiento entre los grupos que sí gozan del acceso a la tecnología más reciente. En 1985 la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), incorpora en el 22° Informe “El Eslabón Perdido” el problema del acceso telefónico heterogéneo entre los países de alta industrialización y el resto de los países; destacando también el desequilibrio en el acceso a los servicios de la telecomunicación (Gómez 2009, 14).

Con esto en mente, se puede visibilizar la inequitativa distribución de los beneficios que generan las TICs para todos los ciudadanos, dando paso a diversos factores de desigualdad los cuales Castells (2023) denomina como “brecha digital”, los cuales además afirma el autor que reproducen dinámicas ya presentes en la sociedad llevando a una intensificación de las desigualdades en el acceso entre sectores sociales.

Ahora bien, en términos de evidencia empírica, han surgido diversos estudios que buscan comprobar los impactos de la tecnología en el aumento del bienestar y del ingreso. En ese sentido, el primero abordado es el de Reategui (2020) el cual presenta un estudio que tiene como finalidad estimar el impacto que puede tener el uso y acceso del servicio de internet sobre el bienestar de los hogares para el Perú en el periodo 2017-2019 a través del uso de datos de panel basados en la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHOG). De modo que establece un modelo de evaluación de impacto cuasiexperimental de diferencias en diferencias (DID) complementado con una técnica de emparejamiento llamada Propensity Score Matching (PSM) con la finalidad de reducir el posible sesgo de selección. El autor parte estableciendo que el internet se ha vuelto cada vez más importante para un sinnúmero de tareas laborales y cotidianas. Así, los resultados que se obtuvo de la estimación DID – PSM utilizando como variable de tratamiento el acceso a internet, fueron los siguientes: para el año 2017, se estimó una diferencia de 550.6 soles entre el grupo de tratamiento y de control, el cual asciende en 2019 a 1,147.5 soles. Estos resultados además a los niveles de significancia comúnmente utilizados rechazan la hipótesis nula de no significancia del estimador DID, de modo que el cambio en el salario mensual de 2017 a 2019 entre grupo de tratamiento y de control es de 298.5 soles mensuales en promedio por año.

Otro estudio empírico es el de Valencia (2016) en donde su aplicación tiene la finalidad de encontrar un impacto de la accesibilidad a internet y red móvil sobre el nivel de ingresos en promedio de los hogares ecuatorianos en el periodo 2009 – 2010 de modo que establece un modelo que permita establecer una relación causal entre los aportes de las telecomunicaciones y una disminución del nivel de pobreza como mejoramiento del ingreso. A partir de ello, la literatura que el autor aborda se basa en la literatura económica que relaciona a la disminución del nivel de pobreza con una mejora en las condiciones económicas del hogar. Con el método aplicado, se observó que el modelo planteado tiene una robustez adecuada, dando como resultado la estimación de un impacto en el salario laboral promedio de 10,14% en el periodo 2009 – 2010 y para el uso de internet, de 18,6%. A modo de conclusión, la investigación sugiere que, dado el hallazgo encontrado, se podría guiar a la política pública para que expanda la cobertura y acceso de este servicio de forma focalizada, para que así los sectores carentes de esta tecnología puedan impulsar su economía.

Finalmente, Galperin y Katz (2022) también elaboran un estudio a fin de examinar el posible impacto que puede suponer un despliegue de la banda ancha en los ingresos laborales y el empleo en la ruralidad ecuatoriana para el periodo 2011 – 2019. Para la estimación del impacto, el estudio de Galperin hace uso de una elección semiparamétrica al estimador estándar de efectos fijos bidireccionales propuesta por Callaway, lo que resulta en que la expansión de cobertura de la banda ancha en la ruralidad está fuertemente asociado con una ganancia en los ingresos laborales y el empleo. Los valores de esta ganancia oscilan entre 14% y 21% por encima del nivel esperado si es que no se hubiera dado el despliegue de la tecnología en la zona. Sin embargo, en el caso del empleo los resultados son un poco más modestos, ya que se establece que oscilan entre 3 y 5% dependiendo de la especificación. Esto corrobora también que las TIC contribuyen a un aumento del bienestar y a la diversificación de las oportunidades de empleo, puesto que la proporción de empleo agrícola disminuye en zonas conectadas. Asimismo, también el estudio concluye que los beneficios económicos asociados a la banda ancha favorecen a los trabajadores de menor edad, probablemente debido a que sus cualificaciones se ajustan mejor a los puestos de trabajo más nuevos.

Marco Metodológico

La metodología utilizada en la presente propuesta consiste en una metodología cuantitativa correlacional mediante la técnica deductiva debido a que se empleó un modelo econométrico en base a un pensamiento lógico – teórico. Es así que en primer lugar se emplea un modelo de emparejamiento Coarsened Exact Matching (CEM) con la finalidad de emparejar a individuos de características similares para cuantificar la relación de la variable y reducir el sesgo de selección. El siguiente paso será la aplicación de la metodología de Diferencias en diferencias (DID) incluyendo la mencionada técnica de emparejamiento a fin de estimar el posible cambio que pudiese tener la variable ingreso debido al uso de internet fundado por la diferencia entre periodos sin un sesgo de endogeneidad.

En ese sentido, se suelen utilizar diversas metodologías en la evaluación de impacto, por ende, García (2011) establece que es recomendable el uso de una metodología que se adecúe a la característica de los datos, al objeto del estudio y a otros componentes de relevancia. Así que existe varias referencias empíricas que utilizan la evaluación de impacto mediante el uso de los impactos del tratamiento de diferencias en diferencias (DID) como un confiable método de evaluación no experimental, más aún cuando se tiene secciones transversales o datos de panel.

Partiendo de la metodología establecida, se definió a los grupos de tratamiento y de control en base a las variables del módulo de TICs que se ha venido levantando a través de la ENEMDU de manera periódica desde el año 2008 al 2017, de modo que ello determinó el periodo de estudio.

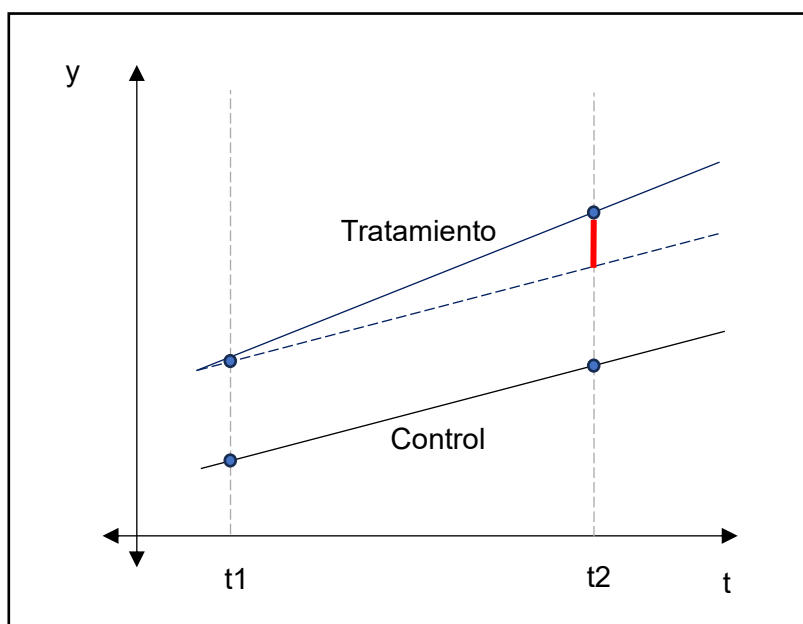
Modelo de diferencias en diferencias (DiD)

El DID es un método que se utiliza para evaluar el efecto causal de una intervención en comparación con un grupo de control. El DID compara la diferencia en los cambios observados en el grupo de tratamiento con la diferencia en los cambios observados en el grupo de control. Se utilizará una variable indicadora de tiempo y una variable indicadora de tratamiento para crear cuatro grupos:

- Grupo de tratamiento pre-intervención: personas que en 2015 **no usaron** internet
- Grupo de tratamiento post-intervención: personas que en 2016 **usaron** internet
- Grupo de control pre-intervención: personas que en 2015 **no usaron** internet
- Grupo de control post-intervención: personas que en 2016 **no usaron** internet

De modo que gráficamente, el método de diferencias en diferencias se puede representar de la siguiente forma:

Ilustración 1: Modelo de diferencias en diferencias gráfico



Fuente: Elaboración propia

En esa representación se muestra cómo ambos grupos, tratamiento **T** y control **C**, evolucionan en la variable **y** entre periodos. Entonces, podría pensarse que la diferencia de **y** entre el grupo de tratamiento en **t2** y el grupo de tratamiento en **t1** es el impacto de la intervención. Sin embargo, este pensamiento estaría ignorando al resto de variables que pudieron haber influido en el cambio en **y**. Por ello es necesario la estimación de un contrafactual o grupo de control, es decir, un grupo que no haya recibido la intervención, pero que sea estadísticamente similar al grupo que sí lo hizo, permitiendo suponer que las tendencias del grupo de control y de tratamiento son idénticas antes de la intervención (línea entrecortada color azul), y así utilizar el cambio del grupo de control como una medida que recoge la información de todas las otras variables que influenciaron en el cambio de **y**. Entonces, se puede determinar el impacto de la intervención en **y** únicamente como la diferencia de la diferencia entre el grupo de control en t2 y el grupo de control en t1 y la diferencia entre el grupo de tratamiento en t2 y el grupo de tratamiento en t1 (línea gruesa color rojo), expresado de la siguiente forma:

$$DID = (YT_{t2} - YT_{t1}) - (YC_{t2} - YC_{t1})$$

Y en términos de regresión:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Trat}_i + \beta_2 \text{Post}_i + \beta_3 \text{Post}_i \text{Trat}_i + u_i$$

Donde:

y_i es la variable dependiente, variable en la que se visibiliza el impacto

$\text{Trat}_i \begin{cases} 1 & \text{si el individuo es tratamiento} \\ 0 & \text{si el individuo es control} \end{cases}$

$\text{Post}_i \begin{cases} 1 & \text{si el individuo está después de la intervención} \\ 0 & \text{si el individuo está antes de la intervención} \end{cases}$

De modo que:

Tratados pre-intervención (YT_{t1})

$$\beta_0 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3$$

Tratados post-intervención (YT_{t2})

$$\beta_0 + \beta_1$$

Control post-intervención (YC_{t2})

$$\beta_0 + \beta_2$$

Control pre-intervención (YC_{t1})

$$\beta_0$$

Y volviendo a:

$$\begin{aligned}
DID &= (YT_{t2} - YT_{t1}) - (YC_{t2} - YC_{t1}) \\
&= (\beta_0 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 - (\beta_0 + \beta_1)) - (\beta_0 + \beta_2 - (\beta_0)) \\
&= \beta_3
\end{aligned}$$

De modo que el coeficiente de interacción β_3 es el estimador del Efecto Promedio de Tratamiento (ATE).

Por otro lado, el modelamiento de diferencias en diferencias presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas para generar una estimación más robusta, insesgada y significativa, de modo que, a partir de Angrist J. (2008) y Imbens G. (2009), se presenta a continuación un resumen de estas limitaciones y la forma en las que se superaron:

Asunción de Paralelismo Pretratamiento: Para que la estimación DiD sea válida, esta depende de la existencia de una estructura de tendencias paralelas entre el grupo de control y el grupo de tratamiento antes de la intervención. Si esta característica no se cumple, los resultados podrían estar sesgados. Son varios los factores que pueden afectar a este paralelismo, como por ejemplo eventos inesperados o cambios en las políticas externas. Para ello, la verificación rigurosa del paralelismo pretratamiento a través de pruebas estadísticas y análisis gráficos puede proporcionar una indicación crucial sobre la validez de la metodología DiD.

Contaminación Temporal: La posible existencia de eventos inesperados o intervenciones simultáneas puede incidir en los resultados. Si estos eventos no son controlados, pueden causar que la estimación sea sesgada de los efectos causales atribuidos a la intervención de interés.

Sesgo de Selección: En casos de estudios observacionales, hay la probabilidad de que las observaciones que se autoseleccionen para recibir el tratamiento difieran sistemáticamente de aquellos que no lo hacen. Para hacer frente a esta limitación, métodos como el modelo de propensión o el emparejamiento por puntaje de propensión pueden abordar este sesgo al crear grupos de tratamiento y control comparables en términos de características observadas.

Pruebas de Sensibilidad: Realizar análisis de sensibilidad, como la inclusión de covariables adicionales o el uso de diferentes especificaciones del modelo, puede ayudar a evaluar la robustez de los resultados ante posibles sesgos.

Endogeneidad de Tratamiento: La asignación de tratamiento puede ser endógena, lo que significa que factores no observados podrían influir tanto en la probabilidad de tratamiento como en los resultados. Estrategias como la inclusión de variables instrumentales o la aplicación de métodos de emparejamiento pueden abordar esta limitación, controlando la posible endogeneidad del tratamiento.

Spillover y Contaminación: En contextos donde existe la posibilidad de que el tratamiento se "derrame" desde el grupo tratado al de control, o viceversa, los efectos estimados pueden estar sesgados. La utilización de métodos de emparejamiento espacial o la incorporación de covariables específicas de lugar pueden ayudar a controlar el spillover y minimizar la contaminación entre grupos.

Cambios No Observados en el Tiempo: Cambios no observados en el tiempo, como tendencias de crecimiento diferentes entre los grupos tratado y de control, pueden afectar la validez interna de la estimación DiD. La implementación de pruebas de robustez, como la inclusión de variables de tendencia temporal, puede ayudar a abordar este problema potencial.

Heterogeneidad del Tratamiento: La variabilidad en la respuesta al tratamiento entre subgrupos puede afectar la interpretación de los resultados. Estrategias como la estimación de efectos heterogéneos y la realización de análisis de subgrupos pueden proporcionar una comprensión más completa de cómo el tratamiento afecta a diferentes segmentos de la población.

Emparejamiento Coarsened Exact Matching (CEM)

El método de emparejamiento Coarsened Exact Matching es ampliamente aplicable en cuanto a datos observacionales, pues según Blackwell & Iacus (2010) es un método que permite mejorar la estimación de los impactos causales a través de la reducción del desequilibrio en las covariables entre el grupo de control y el grupo de tratamiento. El método denominado CEM es una metodología de emparejamiento monotónica que permite la elección del equilibrio entre los grupos tratados y de control ex ante mediante el usuario, en contraposición a otros métodos suelen tener un proceso de comprobación a posteriori. Así, la metodología limita estrictamente el grado de dependencia del modelo y el error medio de estimación del impacto del tratamiento, además elimina la posible necesidad de utilizar un proceso separado que restrinja los datos a un soporte empírico común, también cumple con el principio de congruencia, tiene un buen funcionamiento con métodos de imputación de datos y es robusto.

En este caso, el CEM se utilizó para seleccionar individuos que utilizaron internet y emparejarlos con individuos similares que no lo hicieron. Para lograr esto, se prevé crear una variable coarsened de estratos de covariables basada en las características de los individuos. Las covariables incluidas en la variable coarsened de estratos fueron la edad, el género, el nivel de educación y la etnia.

- Finalmente, aplicar el método de diferencias en diferencias para obtener el resultado del efecto causal y determinar la validez de la tesis propuesta.

Variables del análisis

El presente estudio utilizará el panel de dos años (2015 y 2016) de la ENEMDU, lo que permitirá obtener el ATE en el ingreso mediante el cálculo de diferencias en diferencias. Para la estadística descriptiva y para el modelo, se utiliza la serie histórica de acceso a internet de la ENEMDU, 2008-2017;2022-2023 y la Encuesta Nacional Multipropósito 2018 – 2020.

En ese sentido, las variables analizadas fueron:

Variable	Indicador
Ingresos laborales	Variable continua que indica el ingreso en dólares del individuo
Uso de internet	Variable binaria que indica si el individuo hizo uso del internet en los últimos 12 meses
Uso de computador	Variable binaria que indica si el individuo hizo uso de un computador en los últimos 12 meses
Tenencia de celular activado	Variable binaria que indica si el individuo tiene un celular activado
Tenencia de celular inteligente	Variable binaria que indica si el individuo tiene un celular inteligente
Sexo	Variable binaria que determina el sexo del individuo
Edad	Variable continua que indica la edad del individuo
Nivel de instrucción / Años de educación	Variable categórica que determina el nivel de instrucción alcanzado de la persona / Variable continua que determina el número de años de educación que la persona tiene
Etnia (afroecuatoriana/indígena/otros)	Variable binaria que determina la etnia de la persona en donde cada variable es una etnia en específico

Definición de la muestra

La metodología de diferencias en diferencias requiere el uso de datos de panel, de modo que se hace uso de las observaciones que hayan tenido seguimiento en la ENEMDU en los años 2015 y 2016, por tanto, la muestra se reduce significativamente ya que no toda la encuesta tiene esta característica. En términos de número de observaciones, la encuesta de 2015 tiene 112 821 observaciones y la de 2016 tiene 114 086, pero al extraer solo las observaciones con seguimiento panel se tiene finalmente 33 032 observaciones, de las cuales no todos

presentan información en la variable ingreso laboral, por lo cual se advierte al lector que esta podría ser una limitación en el análisis, a pesar de que el INEC afirma que el panel permite levantar resultados de la población con significancia estadística. A continuación, se presenta estadística descriptiva de la muestra antes y después de la extracción de las observaciones panel respecto a la variable ingreso laboral, a fin de contrastar la estructura de la base de datos.

Muestra ENEMDU módulo TICs 2015	
Observaciones con información de ingreso:	44807
Ingreso promedio:	\$458,25
Ingreso promedio hombres:	\$498,03
Ingreso promedio mujeres:	\$392,83
Desviación estándar:	704,67
Valor máximo:	\$50 000
Muestra ENEMDU módulo TICs 2016	
Observaciones con información de ingreso:	44560
Ingreso promedio:	\$459,15
Ingreso promedio hombres:	\$497,07
Ingreso promedio mujeres:	\$398,47
Desviación estándar:	768,01
Valor máximo:	\$100 000
Muestra ENEMDU panel módulo TICs 2015	
Observaciones con información de ingreso:	13658
Ingreso promedio:	\$447,53
Ingreso promedio hombres:	\$491,18
Ingreso promedio mujeres:	\$374,48
Desviación estándar:	653,64
Valor máximo:	\$34330
Muestra ENEMDU panel módulo TICs 2016	
Observaciones con información de ingreso:	13595
Ingreso promedio:	\$442,93
Ingreso promedio hombres:	\$480,93
Ingreso promedio mujeres:	\$381,49
Desviación estándar:	574,26
Valor máximo:	\$24000

Procedimiento del análisis

A fin de realizar un correcto análisis de los hallazgos del presente artículo, a continuación, se determina el proceso llevado a cabo:

En ese sentido, este fue el procedimiento:

- Determinar la muestra de análisis, en este caso, los individuos de la encuesta ENEMDU módulo TICS del periodo 2008-2023
- Analizar la base de datos y levantar estadística descriptiva de interés, además de identificar el alcance del seguimiento panel de la encuesta, para determinar el mejor periodo de análisis de acuerdo a la información disponible, siendo este 2015-2016
- Obtener el total de individuos para el grupo tratado y el grupo de control, basado en la variable de interés que es el uso de internet y el seguimiento panel de la ENEMDU
- Emparejar las muestras tratamiento y control mediante la técnica de emparejamiento coarsened exact matching, a fin de homogenizar y balancear la muestra.

Resultados

Estadística Descriptiva de las tecnologías de la información en el Ecuador

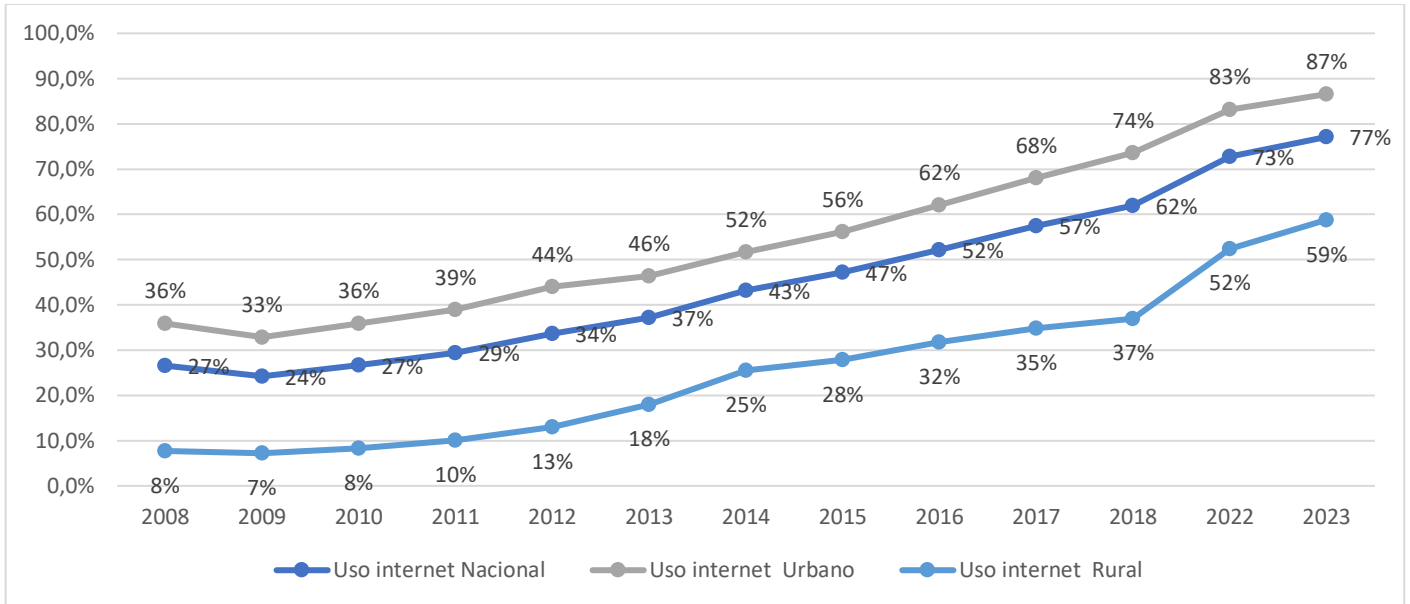
El Ecuador en los últimos 13 años ha tenido en general, un incremento en los indicadores de las tecnologías de la información. Sin embargo, este crecimiento sostenido no afecta a todos por igual, ya que los datos muestran que algunos subgrupos de la población presentan una evolución más lenta.

Para evidenciar este hecho, a continuación, se presenta un resumen estadístico de los indicadores de las tecnologías de la información y comunicación en el periodo 2008-2023 obtenido de la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU), en donde se distingue solamente a la Población Económicamente Activa (PEA)

Uso de Internet

Siendo el internet una de las principales tecnologías de la información y comunicación, su uso es un indicador que muestra cuánto de la población ocupa este servicio. En ese sentido, el país ha presentado un crecimiento considerable a nivel nacional, pues en los últimos 15 años el incremento fue de 50 puntos porcentuales. Sin embargo, el mayor uso de internet se concentra en las zonas urbanas, de ahí que la brecha urbano-rural de dicho indicador no ha variado considerablemente, dando en 2023 una diferencia de 18 puntos porcentuales. (Ver Gráfica 1)

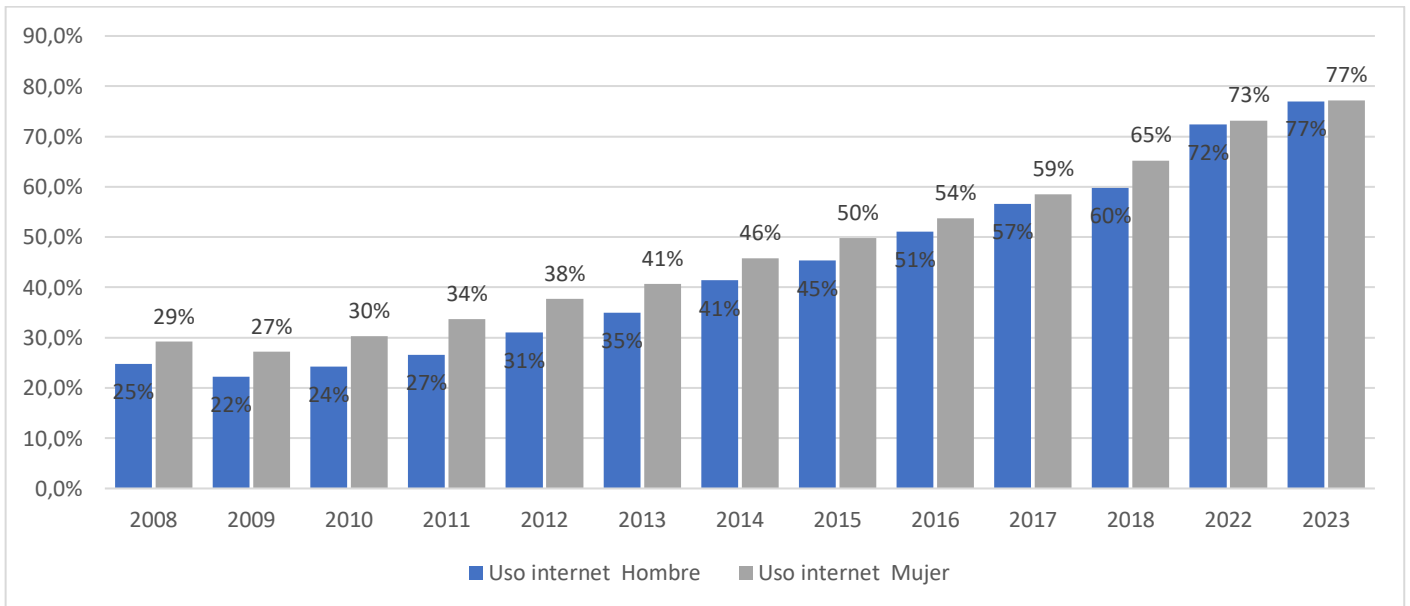
Gráfica 1: Uso de Internet



Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos: ENEMDU periodo 2008-2017;2022; Encuesta Nacional Multipropósito periodo 2018-2020

Respecto a un análisis de acceso por sexo, la información muestra que, en términos generales, la brecha de uso de internet entre hombres y mujeres se encuentra entre un 1% y 5%, sin embargo, con el pasar del tiempo la brecha se ha ido cerrando, por lo que en 2023 no existe diferencia, permitiendo visualizar que el sexo no es un factor determinante en el acceso y uso del internet. (Ver Gráfica 2)

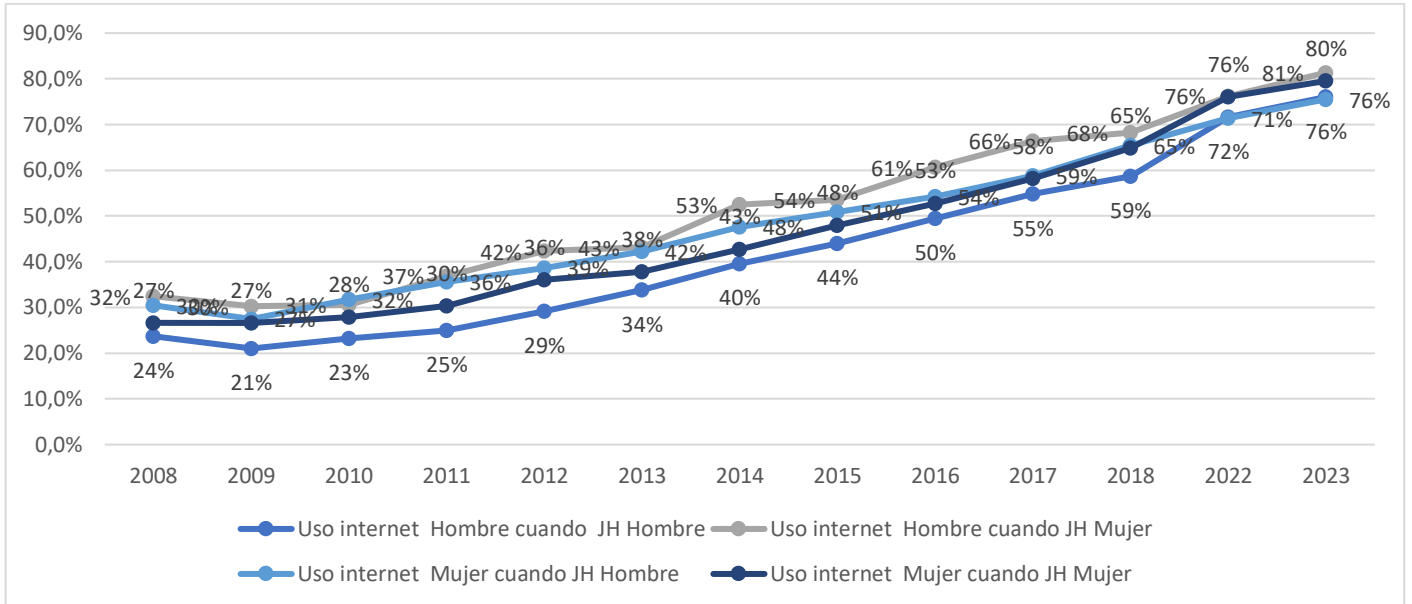
Gráfica 2: Uso de internet por sexo



Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos: ENEMDU periodo 2008-2017;2022; Encuesta Nacional Multipropósito periodo 2018-2020

Ahora bien, si al análisis se incluye también la información del sexo del jefe de hogar al que pertenece el individuo, se puede observar que históricamente, los hombres que pertenecen a un hogar encabezado por una mujer utilizan más el internet y los hombres que pertenecen a un hogar encabezado por un hombre, utilizan menos internet. (Ver Gráfica 3)

Gráfica 3: Uso de internet por sexo del individuo y sexo del jefe de hogar



Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos: ENEMDU periodo 2008-2017;2022; Encuesta Nacional Multipropósito periodo 2018-2020

Respecto a un análisis del uso de internet por etnia, en el área urbana la etnia con menor uso es la indígena, con una diferencia en relación con el resto de las etnias (mestiza y blanca) de 10 puntos porcentuales en 2023. La etnia afroecuatoriana también presenta un menor uso respecto al resto de etnias. Asimismo, la etnia indígena presenta la mayor brecha urbano – rural ya que el uso del internet en la población indígena del área rural se encuentra por detrás del resto de etnias de esa misma área. (Ver Tabla 1)

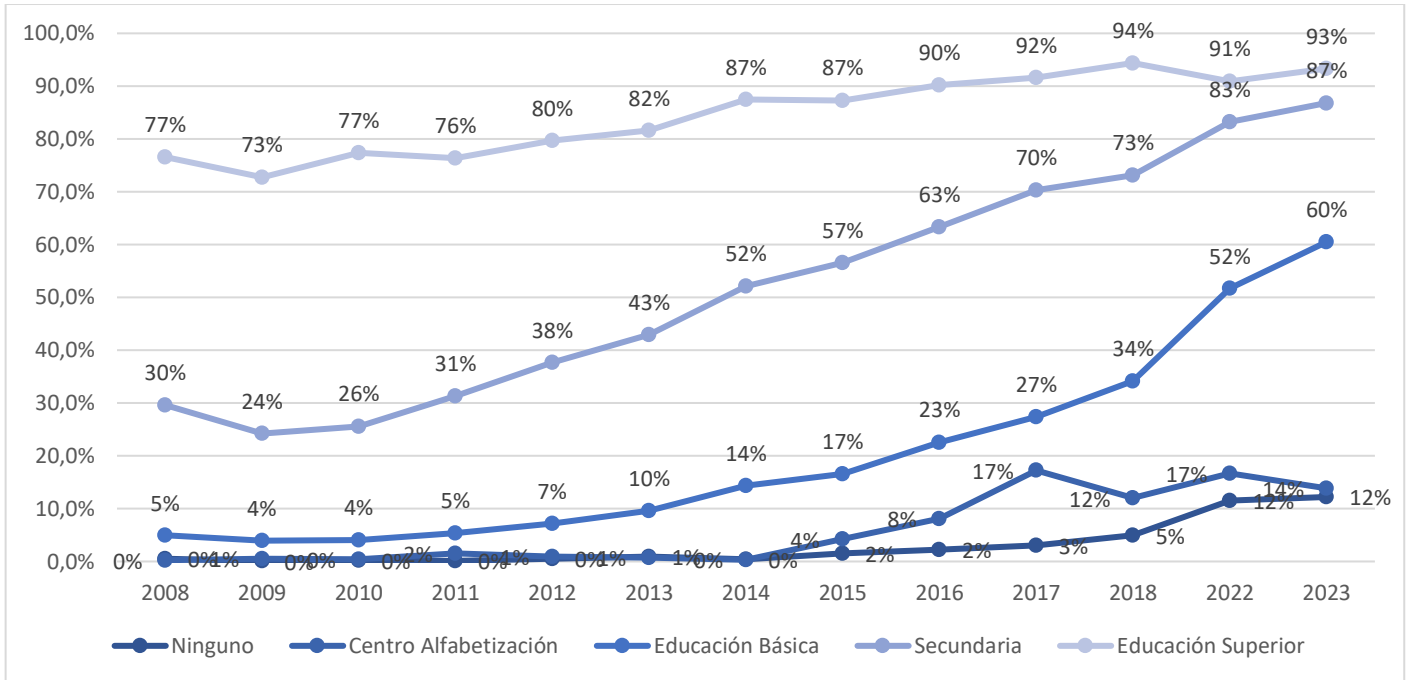
Tabla 1: Uso de internet por área geográfica y etnia

Año	Indígenas Urbano	Indígenas Rural	Brecha Urbano - Rural	Afroecuatorianos Urbano	Afroecuatorianos Rural	Brecha Urbano - Rural	Resto Urbano	Resto Rural	Brecha Urbano - Rural
2008	14,7%	4,8%	10,0%	23,7%	5,3%	18,4%	37,2%	8,5%	28,7%
2009	20,2%	6,7%	13,5%	21,4%	4,1%	17,3%	33,8%	7,4%	26,3%
2010	17,9%	5,7%	12,2%	25,1%	7,7%	17,3%	37,4%	9,4%	28,0%
2011	18,0%	6,1%	11,9%	28,3%	9,1%	19,3%	40,4%	11,8%	28,7%
2012	25,8%	8,2%	17,5%	29,8%	9,4%	20,4%	45,3%	15,0%	30,3%
2013	27,0%	12,4%	14,6%	32,7%	14,0%	18,8%	47,9%	20,0%	28,0%
2014	31,0%	18,4%	12,6%	44,2%	18,3%	25,9%	53,1%	27,9%	25,2%
2015	37,6%	20,3%	17,3%	48,6%	22,7%	25,9%	57,7%	31,5%	26,2%
2016	42,8%	23,5%	19,3%	54,6%	25,0%	29,6%	63,6%	35,2%	28,4%
2017	52,4%	22,7%	29,7%	61,5%	34,6%	26,9%	69,5%	40,6%	29,0%
2018	60,2%	22,0%	38,2%	70,4%	38,5%	31,9%	74,7%	42,5%	32,2%
2022	69,3%	41,9%	27,4%	81,9%	58,8%	23,1%	83,9%	60,1%	23,8%
2023	77,0%	46,7%	30,3%	83,9%	67,9%	16,0%	87,1%	68,0%	19,1%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos: ENEMDU periodo 2008-2017;2022; Encuesta Nacional Multipropósito periodo 2018-2020

Respecto al uso de internet por el nivel de educación alcanzado, se puede afirmar que mientras más educación tiene el individuo, hace un mayor uso de internet. En ese sentido, las personas sin nivel de educación presentan un uso de internet de entre 0 y 12% en los últimos 15 años. Asimismo, se puede observar que el uso de internet con una mayor tasa de crecimiento se ha dado en los individuos que han alcanzado la secundaria. (Ver Gráfica 4)

Gráfica 4: Uso de internet según nivel de educación alcanzado



Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos: ENEMDU periodo 2008-2017;2022; Encuesta Nacional Multipropósito periodo 2018-2020

Respecto al análisis según nivel de ingresos, se puede afirmar que mientras mayor es el nivel de ingresos, o si el individuo se encuentra en un quintil más alto, también utiliza más internet. La brecha entre el quintil 5 y el 1 fue de 46 puntos porcentuales en 2008 y 32 puntos porcentuales en 2023. (Ver Tabla 2)

Tabla 2: Uso de internet según quintil de ingreso

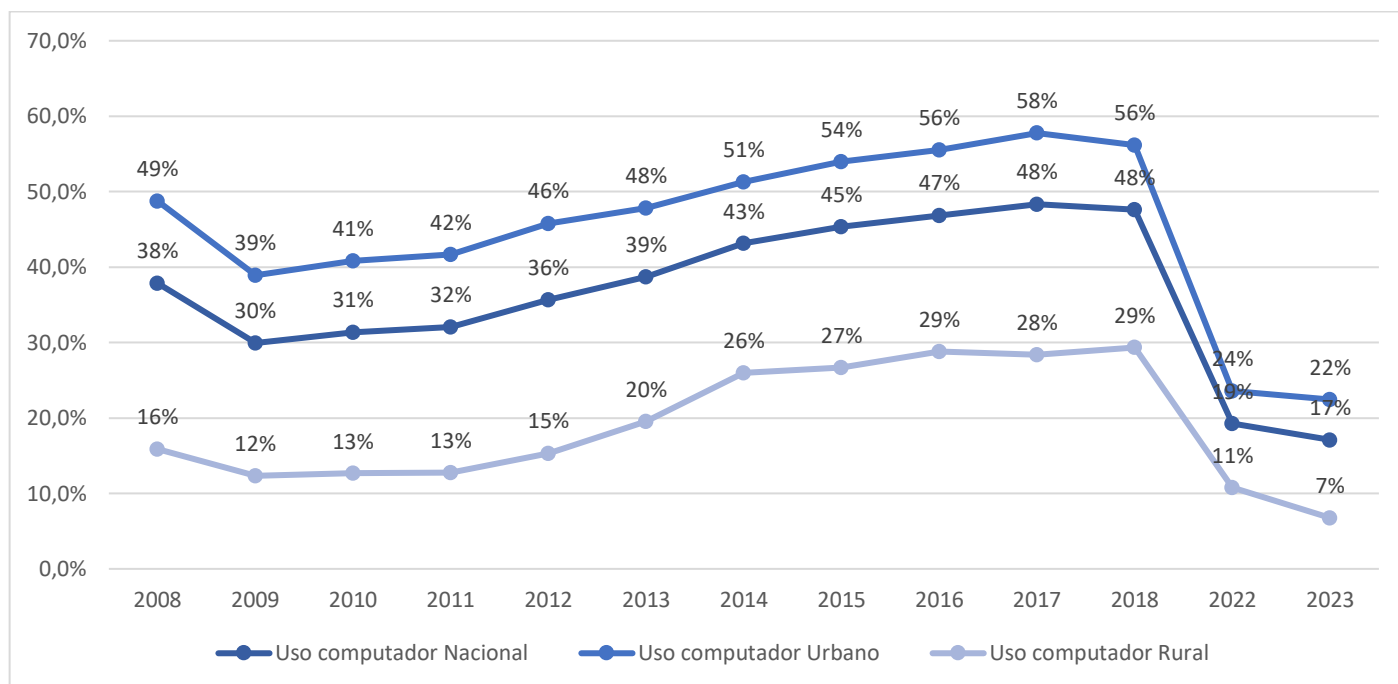
Año	Quintil 1	Quintil 2	Quintil 3	Quintil 4	Quintil 5
2008	16%	15%	26%	45%	62%
2009	16%	13%	23%	36%	60%
2010	16%	12%	25%	39%	63%
2011	18%	14%	26%	40%	59%
2012	20%	15%	27%	39%	65%
2013	24%	17%	27%	43%	69%
2014	31%	26%	32%	45%	71%
2015	35%	28%	36%	49%	73%
2016	32%	35%	41%	57%	77%
2017	37%	41%	45%	64%	81%
2018	50%	49%	60%	77%	94%
2022	60%	64%	71%	84%	88%
2023	58%	70%	78%	87%	90%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos: ENEMDU periodo 2008-2017;2022; Encuesta Nacional Multipropósito periodo 2018-2020

Uso de computador

En cuanto al uso de computador, la información muestra que, en los últimos años, el uso de computador está reduciéndose considerablemente. Teniendo en cuenta la estructura que tiene la tenencia de teléfono celular inteligente, probablemente las personas están supliendo el uso de computador con el celular inteligente, el cual hoy en día es capaz de realizar muchas de las tareas que se hacían en una computadora. Finalmente, también se observa que el área rural presenta un menor uso del computador frente al área urbana. (Ver Gráfica 5)

Gráfica 5: Uso de computador

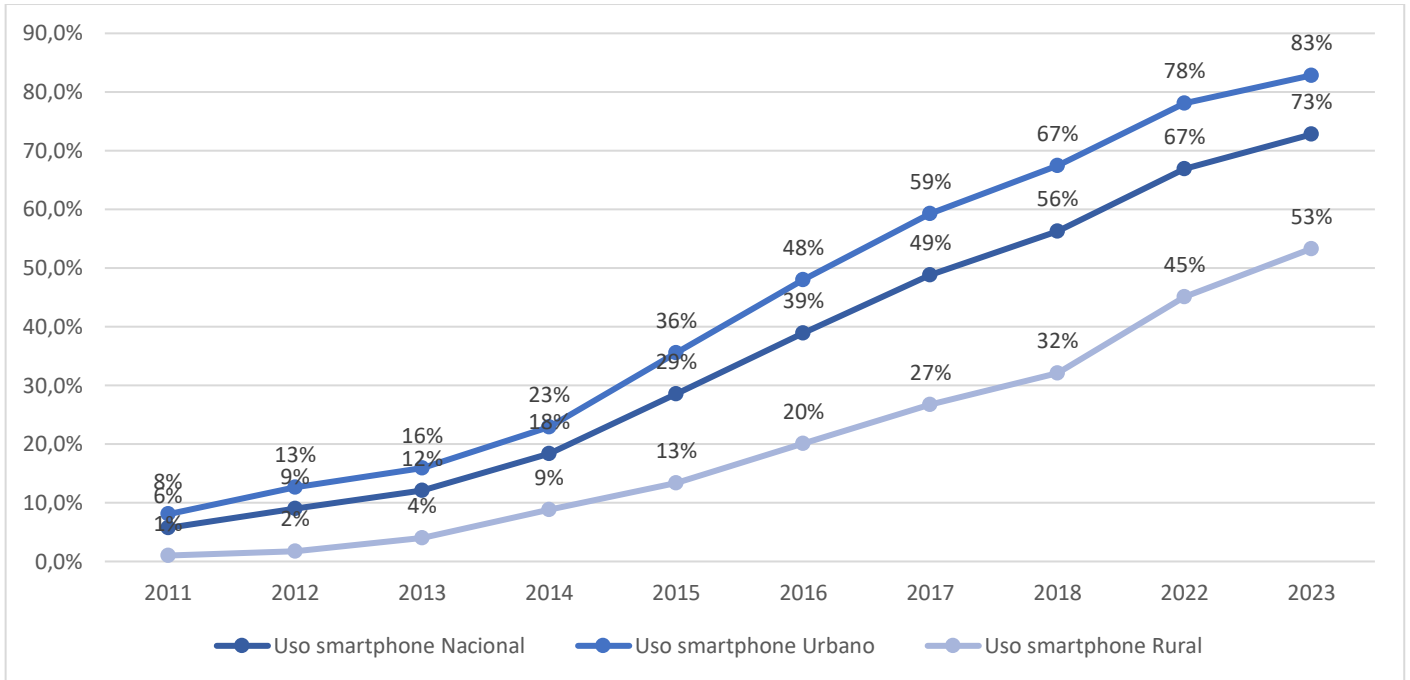


Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos: ENEMDU periodo 2008-2017;2022; Encuesta Nacional Multipropósito periodo 2018-2020

Tenencia de celular inteligente

Según el INEC (2023), se define como celular inteligente a todo dispositivo celular que sea capaz de conectarse a internet, utilizar servicios de mensajería instantánea, correo electrónico y aplicaciones. En el Ecuador, la tenencia de celular inteligente ha evolucionado de manera vertiginosa a partir del 2014. Se puede observar que, en 7 años, ha pasado de 13% a 52% a nivel nacional. Finalmente, en este indicador la brecha urbano – rural es más marcada, mostrando que hay 25 puntos porcentuales de diferencia entre las dos áreas. (Ver Gráfica 6)

Gráfica 6: Tenencia de smartphone



Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos: ENEMDU periodo 2008-2017;2022; Encuesta Nacional Multipropósito periodo 2018-2020

Motivos de uso de internet

Una de las variables más importantes que determinan la manera cómo afecta el internet a la economía, es el motivo de uso de internet, ya que este indicador da indicio de todas las actividades económicas y de aumento de capital humano que la población puede estar llevando a cabo a través del internet. En ese sentido, a continuación, se presenta el histórico de los motivos de uso de internet en el que se aprecia que la actividad más realizada a través de internet es la comunicación; a esta actividad le sigue el entretenimiento, la educación, el obtener información y por razones de trabajo. En contraparte, los trámites gubernamentales, el comercio electrónico, la banca electrónica y la lectura son las actividades menos realizadas a través de internet. Es interesante señalar también que, en la mayoría de las actividades, el área urbana presenta una mayor intensidad que el área rural, sin embargo, hay algunas excepciones como lo son la educación, visibilizando que el área rural de alguna forma aprovecha el internet para transmitir educación. Asimismo, también es importante señalar que la actividad “comunicación en general” presenta la brecha de uso urbano – rural más grande, con 28 puntos porcentuales, seguido por la actividad “por razones de trabajo” con 19. (Ver tabla 3)

Tabla 3: Motivos de uso de internet

Año		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2022	2023
Obtener información	NACIONAL	9%	11%	10%	12%	17%	19%	23%	26%	29%	33%	30%	37%
	Urbano	13%	15%	15%	17%	23%	24%	29%	31%	36%	40%	34%	43%
	Rural	2%	3%	2%	4%	5%	7%	11%	14%	15%	17%	22%	26%
Comunicación en general	NACIONAL	15%	12%	15%	20%	25%	26%	33%	35%	43%	47%	70%	75%
	Urbano	20%	17%	22%	28%	34%	33%	40%	42%	51%	57%	81%	85%
	Rural	3%	3%	3%	5%	7%	11%	17%	20%	24%	27%	49%	57%
Comprar / ordenar productos o servicios	NACIONAL	1%	1%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	3%	4%	4%
	Urbano	2%	1%	2%	3%	2%	3%	3%	3%	3%	3%	6%	5%
	Rural	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
NACIONAL		3%	2%	4%	4%	4%	5%	6%	5%	4%	4%	9%	11%

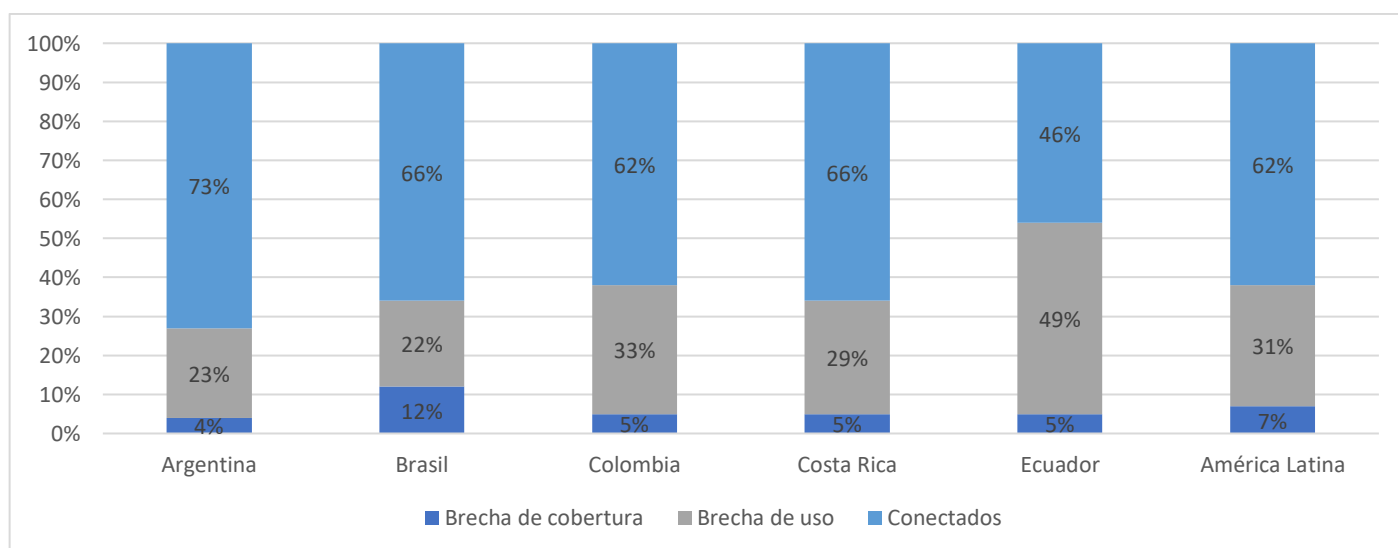
Banca electrónica y otros servicios financieros	Urbano	4%	3%	5%	6%	6%	7%	7%	7%	5%	5%	13%	14%
	Rural	0%	0%	0%	1%	1%	1%	2%	2%	1%	1%	2%	4%
Educación y aprendizaje	NACIONAL	13%	12%	13%	15%	15%	15%	17%	18%	19%	21%	11%	8%
	Urbano	17%	15%	16%	19%	19%	18%	20%	20%	22%	24%	11%	7%
	Rural	5%	5%	6%	6%	8%	10%	11%	12%	13%	15%	12%	9%
Trámites con organismos gubernamentales en línea	NACIONAL	1%	1%	1%	1%	1%	2%	1%	1%	1%	1%	4%	3%
	Urbano	1%	1%	2%	2%	2%	2%	1%	2%	2%	2%	5%	5%
	Rural	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	2%
Actividades de entretenimiento	NACIONAL	7%	6%	9%	11%	14%	16%	20%	21%	28%	33%	42%	49%
	Urbano	10%	9%	12%	15%	19%	20%	24%	25%	32%	39%	48%	54%
	Rural	1%	2%	3%	4%	6%	9%	11%	11%	19%	23%	31%	41%
Leer / descargar libros electrónicos, periódicos	NACIONAL	3%	3%	4%	4%	5%	4%	5%	5%	4%	5%	5%	4%
	Urbano	4%	4%	5%	5%	6%	5%	6%	6%	5%	6%	5%	4%
	Rural	1%	1%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	3%	3%	5%	3%
Por razones de trabajo	NACIONAL	9%	9%	10%	9%	11%	12%	11%	12%	14%	15%	22%	22%
	Urbano	12%	13%	14%	12%	15%	16%	14%	16%	18%	20%	29%	28%
	Rural	1%	1%	2%	2%	3%	4%	4%	5%	5%	5%	8%	9%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos: ENEMDU periodo 2008-2017;2022; Encuesta Nacional Multipropósito periodo 2018-2020

Contexto internacional

Respecto a una observación del panorama regional, Pau Castells (2023) y otros afirman que, si bien la brecha de oferta no representa un reto significativo para América Latina, si lo es la brecha de demanda, es decir, una parte importante de la población vive en zonas cubiertas por redes de internet móvil, pero no hacen uso de ellas o no acceden al internet. Esto permite, según los autores, observar que la problemática gira en torno a la baja asequibilidad, debido a que los bajos niveles de ingresos entre algunos grupos de la población explican esta brecha, pero también lo son las “políticas fiscales cortoplacistas y regresivas que encarecen el acceso a internet para las poblaciones más desfavorecidas de un modo artificial.” (Castells, Corvalan, & Rattel, 2023). Ecuador, además, en 2021 presenta una mayor brecha de uso que América Latina en general y también se caracteriza por ser uno de los países menos conectados. (Ver gráfica 7)

Gráfica 7: Conectividad en 2021



Fuente: GSMA Intelligence

Modelos y Resultados

Coarsened Exact Matchin (CEM)

Siendo el procedimiento Coarsened Exact Matching el método de emparejamiento utilizado para reducir el desequilibrio entre los grupos tratado y de control mediante el uso de covariables previas al tratamiento, este eliminó observaciones de los datos que no presentaron una similitud en las covariables seleccionadas, para que los datos restantes tengan un mejor emparejamiento y reducir el sesgo de selección.

El método permite realizar la agrupación de observaciones mediante una estratificación automática del modelo, o mediante una estratificación controlada por el usuario. En ese sentido, las covariables utilizadas en el método CEM fueron: edad, años de educación, etnia indígena y área.

El algoritmo produjo el siguiente resultado:

Método de emparejamiento Coarsened Exact Matching automático

Tabla 4: Resultado emparejamiento Coarsened Exact Matching automático

Resumen de Emparejamiento:							
Número de estratos:	628						
Número de estrato emparejados	337						
	Control	Tratamiento					
Todos	30.260	7.842					
Emparejados	25.161	7.714					
No emparejados	5.099	128					
Distancia multivariada L1:	0,1859						
Desequilibrio univariado:							
	L1	mean	min	25%	50%	75%	max
Edad	0,0885	-0,0299	0	0	0	0	-3
Años de instrucción	0,0522	0,0522	0	0	0	0	0
Indígena	4,9e-15	6,0e-15	0	0	0	0	0
Área	1,1e-14	2,3e-15	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia en base a ENEMDU periodo 2015-2016

Se puede observar que se generaron 628 estratos en los que fueron divididas las observaciones según las covariables propuestas, de los cuales 337 fueron emparejados con éxito.

Ello implicó que, de las 30.260 observaciones de control, 25.161 se emparejaron, quedando fuera 5.099. Y, de las 7.842 observaciones de tratamiento, 7.714 se emparejaron y 128 quedaron fuera del emparejamiento.

También se puede apreciar una distancia multivariada L1 de 0,18, estadístico que indica el desequilibrio global, entendido como la diferencia entre el histograma multidimensional de todas las covariables previas al tratamiento en el grupo tratado y control. En ese sentido, un equilibrio global perfecto se indica con L1=0 y valores más altos significan un mayor desequilibrio entre los grupos. De modo que un L1=0,18 se considera adecuado ya que indica que el emparejamiento efectivamente redujo el desequilibrio entre grupos.

Finalmente se puede observar el desequilibrio univariado a través del estadístico L1 de cada variable.

Método de emparejamiento Coarsened Exact Matching ajustado por el usuario

Sin embargo, al ser el ingreso la variable dependiente, se consideró la segmentación de la variable edad y años de educación en base a grupos etarios similares que probablemente reciban un ingreso relativamente similar, y grupos de años de educación basados en los diferentes niveles de la educación (básica, secundaria, superior) de modo que se establecieron los siguientes estratos:

Edad

0-15
16-20
21-28
29-40
40-65
65-100

Años de educación

0
1-10
11- 13
14-20

Con este ajuste, el algoritmo proporcionó el siguiente resultado:

Tabla 5: Método de emparejamiento Coarsened Exact Matching ajustado por el usuario

Resumen de Emparejamiento:							
Número de estratos:	152						
Número de estrato emparejados	102						
	Control	Tratamiento					
Todos	30.260	7.842					
Emparejados	28.532	7.790					
No emparejados		52					
Distancia multivariada L1:	0, 2902						
Desequilibrio univariado:							
	L1	mean	min	25%	50%	75%	max
Edad	0,1367	-0,29608	0	1	0	-1	-10
Años de educación	0,1549	0,74127	0	1	1	0	0
Indígena	8,6e-15	-1,5e-15	0	0	0	0	0
Área	4,2e-14	3,8e-14	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia en base a ENEMDU periodo 2015-2016

Se aprecia que al controlar la estratificación en las variables edad y años de educación, el emparejamiento tiene algunos cambios. En primer lugar, el número de estratos se redujo, quedando en 152 de los cuales 102 se emparejaron exitosamente. En segundo lugar, aumentó el número de observaciones emparejadas, ya que, de las 30.260 observaciones del grupo de control, 28.532 fueron emparejadas exitosamente. Y, del grupo de tratamiento, solo 52 quedaron fuera del emparejamiento. Sin embargo, el desequilibrio global también aumentó, ya que pasó de 0,18 a 0,29.

Es así que, al estratificar a las covariables, hay un mayor número de observaciones emparejadas, pero a costa de un mayor desequilibrio general. Por un lado, un mayor número de observaciones siempre es favorable en la aplicación del modelo ya que aumenta la información disponible para la estimación, pero, por otro lado, un mayor desequilibrio general implica una estimación menos confiable, pues implica una menor reducción del sesgo de selección al existir una menor homogeneidad entre los grupos tratamiento-control de modo que al aplicar la metodología de diferencias en diferencias se hace uso de ambos emparejamientos, a fin de comparar los resultados.

Modelo Diferencia en Diferencias

Respecto a la aplicación del modelo DID, se realizó una regresión lineal simple incluyendo las siguientes variables:

Nombre variable	Descripción	Tipo
Logaritmo ingreso	Logaritmo natural del ingreso laboral	Variable dependiente
Tratamiento	Variable que indica si el individuo pertenece a tratamiento o control	Variable independiente usada para la metodología DID
Periodo	Variable que indica si el individuo pertenece al año 2015 o 2016.	Variable independiente usada para la metodología DID
Interacción TC	Variable de interacción entre el grupo de tratamiento y de control y periodos	Variable independiente de interés. Es la variable que permite conocer el coeficiente del impacto a analizar.
Edad	Variable que indica la edad del individuo	Variable independiente de control
Edad ²	Variable que indica la edad del individuo al cuadrado	Variable independiente de control
Mujer	Variable que indica si la persona es mujer	Variable independiente de control
Años educación	Variable que indica los años de educación alcanzados por la persona	Variable independiente de control
Área	Variable que indica si la persona reside en el área urbana o rural.	Variable independiente de control
Indígena	Variable que indica si la persona se auto considera de etnia indígena	Variable independiente de control
Afroecuatoriano	Variable que indica si la persona se auto considera de etnia afroecuatoriana, mulata o negra	Variable independiente de control

Modelo de diferencias en diferencias con emparejamiento automático

Para la primera estimación con emparejamiento automático se tiene el siguiente resultado:

Tabla 6: Resultado de estimación por diferencias en diferencias con emparejamiento automático

Fuente	SS	df	MS	Número de observaciones		
					11237	
Modelo	687,297	10	68,730	F(9, 11259)	131,21	
Residual	5880,421	11226	0,524	Prob > F	0,00	
				R²	0,10	
				R² ajustado	0,10	
Total	6567,718	11236	0,585	Raíz MSE	0,72	
Logaritmo ingreso por hora	Coeficiente	Error estándar	t	P>t	[95% conf,	intervalo]
Tratamiento	0,1482	0,0227	6,5200	0,0000	0,1037	0,1927
Periodo	-0,0356	0,0157	-2,2600	0,0240	-0,0664	-0,0047
Interacción TC	0,0890	0,0318	2,8000	0,0050	0,0266	0,1513

Edad	0,0285	0,0031	9,2500	0,0000	0,0225	0,0346
Edad ²	-0,0003	0,0000	-8,0300	0,0000	-0,0004	-0,0002
Mujer	-0,2613	0,0145	-18,0100	0,0000	-0,2898	-0,2329
Años de educación	0,0401	0,0020	19,8500	0,0000	0,0361	0,0441
Indígena	-0,1904	0,0253	-7,5200	0,0000	-0,2400	-0,1408
Afroecuatoriano	-0,0872	0,0295	-2,9500	0,0030	-0,1451	-0,0292
Área urbana	0,1488	0,0156	9,5200	0,0000	0,1181	0,1794
Constante	1,0259	0,0609	16,8500	0,0000	0,9066	1,1453

Fuente: Elaboración propia en base a ENEMDU periodo 2015-2016

Los resultados obtenidos muestran que el número de observaciones se reduce a 11.237 debido a que la estimación se realiza solo en base a los individuos que tienen información en la variable ingreso de la encuesta.

Se observa mediante el valor de F que se rechaza la hipótesis nula con un 95% de confianza y, por tanto, el modelo en su conjunto es estadísticamente significativo, dándonos la significancia global.

Se observa un R cuadrado de 0,10 el cual da muestra de cuánta variabilidad de la información puede ser explicada por las variables independientes propuestas en el modelo.

Se observa que todas las variables propuestas son estadísticamente significativas con el 95% de confianza. Finalmente, se observa también que los coeficientes de todas las variables presentan el signo esperado de acuerdo con la teoría.

Modelo de diferencias en diferencias con emparejamiento ajustado por el usuario

Al usar el emparejamiento con el ajuste en las covariables propuestas por el usuario, el resultado fue el siguiente:

Tabla 7: Resultado de estimación por diferencias en diferencias con emparejamiento ajustado por el usuario.

Fuente	SS	df	MS	Número de observaciones		
Modelo	905,11	10	90,51	F(10, 12397)	12.408	165,49
Residual	6.780,89	12.397	0,55	Prob > F		0,00
Total	7.685,99	12.407	0,62	R ²		0,12
				R ² ajustado		0,12
				Raíz MSE		0,74
Logaritmo ingreso por hora	Error estándar					
	Coefficiente	estándar	t	P>t	[95% conf,	intervalo]
Tratamiento	0,1150	0,0227	5,0600	0,0000	0,0704	0,1595
Periodo	-0,0700	0,0151	-4,6300	0,0000	-0,0997	-0,0404
Interacción TC	0,1279	0,0318	4,0200	0,0000	0,0655	0,1903
Edad	0,0323	0,0030	10,6900	0,0000	0,0263	0,0382
Edad ²	-0,0004	0,0000	-10,2500	0,0000	-0,0004	-0,0003
Mujer	-0,2750	0,0140	-19,6500	0,0000	-0,3025	-0,2476
Años de educación	0,0401	0,0018	22,5100	0,0000	0,0366	0,0436
Indígena	-0,1789	0,0245	-7,3000	0,0000	-0,2270	-0,1308
Afroecuatoriano	-0,0620	0,0293	-2,1200	0,0340	-0,1195	-0,0045
Área urbana	0,2129	0,0152	13,9700	0,0000	0,1830	0,2428
Constante	0,9861	0,0596	16,5600	0,0000	0,8693	1,1028

Fuente: Elaboración propia en base a ENEMDU periodo 2015-2016

En primer lugar, se puede destacar que el número de observaciones aumentó a 12 408 ya que hubo un mejor emparejamiento. Se observa también un alto valor en la prueba F, por lo que se rechaza la hipótesis nula al 95% de confianza y se asume que el modelo en su conjunto es estadísticamente significativo. Se observa un R² de 0,12 el cual es mayor que en el modelo presentado previamente.

Así mismo, se observa que todas las variables propuestas son estadísticamente significativas al 95% de confianza.

Además, se observa un aumento en el valor del coeficiente de la variable *interacción TC* el cual ahora es de 0,1279. Finalmente, se observa también que los coeficientes presentan el signo predicho por la teoría.

Utilizando este emparejamiento, además se aplicó un modelo de Heckman a fin de corregir también el sesgo de selección al no haber una selección aleatoria ya que el modelo inicial toma en cuenta solo a las personas empleadas, siendo un subgrupo del total de la muestra.

Para ello, como variables de selección se utilizó los años de educación, el sexo de la persona y el nivel de educación.

En ese sentido, el resultado de la aplicación de Heckman fue el siguiente:

Tabla 8: Resultado de estimación por diferencias en diferencias con modelo de selección de Heckman

Modelo de selección de Heckman	Número de observaciones	31759				
	Seleccionadas	14030				
	No seleccionadas	17729				
	Wald chi2(10)	394,67				
Log pseudolikelihood = -30765,66		Prob > chi2	0			
Error estándar ajustado para 16,453 clusters en num_id						
Logaritmo ingreso por hora	Coefficiente	Error estándar	z	P>z	[95% conf,	interval]
Tratamiento	0,115	0,034	3,410	0,001	0,049	0,181
Periodo	-0,068	0,024	-2,850	0,004	-0,115	-0,021
Interacción TC	0,123	0,033	3,700	0,000	0,058	0,188
Edad	0,035	0,006	5,800	0,000	0,023	0,047
Edad ²	0,000	0,000	-5,750	0,000	-0,001	0,000
Mujer	-0,355	0,040	-8,810	0,000	-0,434	-0,276
Años de educación	0,048	0,010	5,000	0,000	0,029	0,067
Indígena	-0,179	0,036	-4,950	0,000	-0,250	-0,108
Afroecuatoriano	-0,061	0,056	-1,100	0,272	-0,170	0,048
Área urbana	0,209	0,029	7,250	0,000	0,153	0,266
Constante	0,759	0,160	4,730	0,000	0,445	1,073
Modelo de selección de Heckman	Coefficiente	Error estándar	z	P>z	[95% conf,	interval]
Años de educación	0,276	0,007	38,640	0,000	0,262	0,290
Mujer	-0,848	0,046	-18,250	0,000	-0,939	-0,757
Nivel de educación	-0,472	0,040	-11,810	0,000	-0,550	-0,393
Constante	1,346	0,217	6,200	0,000	0,921	1,772
/athrho	0,201	0,081	2,490	0,013	0,043	0,359
/Insigma	-0,291	0,019	-15,420	0,000	-0,328	-0,254
rho	0,198	0,078			0,043	0,345
sigma	0,747	0,014			0,720	0,775
lambda	0,148	0,059			0,032	0,265

Wald test of indep, eqns, (rho=0): chi2(1)=6,19

Prob > chi2=0,0128

Fuente: Elaboración propia en base a ENEMDU periodo 2015-2016

Los resultados con la inclusión del método de selección de Heckman muestran un aumento del número de observaciones del modelo a 14 030 debido a que este contempla información acerca de individuos

desempleados que se incorporan en la regresión y de esa manera reducen el sesgo de selección que se da al solo incluir en el análisis a los individuos empleados y excluyendo a los desempleados. Por otro lado, también se aprecia que en el coeficiente de la variable objetivo respecto al resultado anterior que el impacto es similar en magnitud, pasando de 0,1279 a 0,1228. Asimismo, al observar el estadístico z de todas las variables propuestas, se concluye que estas son estadísticamente significativas al 95% de confianza y tienen los signos que la teoría sugiere, con excepción de la variable afroecuatoriano la cual no es estadísticamente significativa, probablemente debido a que, después de la depuración de la base en términos de seguimiento panel y de individuos con información en el ingreso, no quedan muchas observaciones de personas de etnia afroecuatoriana.

Por otro lado, respecto al modelo de selección de Heckman, se puede apreciar que las variables propuestas también son estadísticamente significativas, lo que implica que su inclusión en el modelo tuvo un impacto en la probabilidad de que los individuos desempleados entren a la primera regresión, lo cual explicaría el aumento de las observaciones del modelo.

Por tanto, se puede concluir que el uso de internet tuvo un impacto positivo de 12,28% en el ingreso por hora en el periodo 2015 – 2016 en el Ecuador, ya que el coeficiente de la interacción entre el grupo de tratamiento y control para los dos periodos fue de 0,1228, siendo la estimación con la corrección de Heckman la menos sesgada.

Discusión de resultados, conclusiones y recomendaciones

Partiendo del análisis descriptivo del Ecuador en materia de acceso y uso de TICs se puede concluir que el sector presenta niveles de brecha de acceso y uso, lo cual implica que hay un porcentaje de la población que no goza de las posibles bondades que tiene el uso de internet.

La intención del presente artículo fue hallar dichas posibles bondades mediante la aplicación de la metodología de diferencias en diferencias, a fin de estimar el impacto real del uso de internet en el ingreso para el caso ecuatoriano.

De modo que la estimación obtenida corrobora la aproximación teórico-empírica previamente descrita, la cual establece un aporte positivo del uso de internet y las TICs en el ingreso, ya que se pudo determinar que si una persona en el Ecuador usa internet, el ingreso promedio por hora aumentó en 12,28% en el periodo 2015-2016. Sin embargo, este resultado está sujeto a una correcta especificación del modelo ya que al usar el método de emparejamiento automático, el impacto es de 8,9%

Así, estos resultados son útiles en la literatura existente del campo de estudio para el Ecuador, así como la comprensión del contexto ecuatoriano y la importancia que las tecnologías de la información tienen y pueden tener a futuro, a fin de orientar la política pública en torno a dicho hecho.

Además, según la literatura económica descrita que habla sobre el impacto de las tecnologías sobre el ingreso y el crecimiento económico, se recalca además que la estimación realizada en el presente artículo coincidió con los estudios previos tanto en significancia como en el nivel de impacto en la variable ingreso.

Sin embargo, si bien los resultados son consistentes respecto a otros estudios similares, estos son más modestos ya que por ejemplo Valencia (2016) determinó un impacto neto de 18,6% entre los años 2009-2010 en el Ecuador. Por otro lado, Reátegui (2020) determinó un impacto en los ingresos del acceso a internet fijo en el hogar de, en promedio, 298,5 soles mensuales por año para el periodo 2017-2019 en el Perú, es decir, un impacto aproximado de 19,06%.

Respecto a la aplicación cuantitativa, el uso de la metodología de emparejamiento coarsened exact matching implica una mayor validez de la estimación, pues se observó que redujo el desequilibrio global y permitió levantar resultados estadísticamente significativos al estratificar adecuadamente las covariables y reducir el sesgo de selección. Asimismo, el uso de la metodología de diferencias en diferencias también tuvo una aplicación favorable en la estimación ya que se presentaron resultados acordes a la teoría y estadísticamente significativos. Finalmente, el uso de la corrección de Heckman supone también el levantamiento de resultados más consistente y menos sesgados.

Sin embargo, es pertinente mencionar también que existió limitación para la realización de un análisis post pandemia el que sería pertinente de realizar pues probablemente se presenten otras dinámicas en torno a los TICs, pero no existe información disponible y con seguimiento panel posterior a 2016. Además, gran parte de la ENEMDU no tiene la característica panel, lo que reduce significativamente el número de observaciones válidas para el análisis.

También hay ausencia de variables más específicas que indaguen acerca del verdadero uso de internet para motivos económicos o de capacitación que permitan establecer una mayor relación causal, como por ejemplo el número de horas de uso de internet dedicadas para trabajar, capacitarse, educarse, comercializar o realizar actividades de gestión o productividad.

Por otro lado, también es pertinente recomendar un seguimiento utilizando paneles de periodos más extensos, a fin de obtener conclusiones en materia económica que impliquen la observación de efectos a largo plazo.

Bibliografía

- Angrist, J. D. (2008). *Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion*. Princeton University Press.
- Badasyan, N., & Simone, S. (2018). The impact of Internet access at home and/or school on students' academic performance in Brazil. *International Journal of Education Economics and Development*, 149-171.
- Barrentes-Solano, J. (2011). América Latina: formulando políticas públicas para el acceso a Internet y la información. El caso de las poblaciones indígenas. *Revista e-Ciencias de la Información*, 1-13.
- Barro, R. J. (1991). Economic Growth in a Cross Section of Countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 407-443.
- Becker, G. (1964). *Human Capital*. New York: National Bureau of Economic Research.
- Beteta, H. E. (2020). ¿Cómo encontró la pandemia del Covid-19 a América Latina? *Journal of Economic Literature*, 180-193.
- Carr, N. (2008). Is Google making us stupid? *The Atlantic*, 56-63.
- Carrasco, A. (2008). Las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) y la brecha digital: su impacto en la sociedad del conocimiento del Perú. *Quipukamayoc*, 65-74.
- Castells, M. (1999). *La era de la información. Economía, sociedad y cultura*. México D.F.: Siglo XXI editores.
- Castells, P., Corvalan, L., & Rattel, F. (2023). *Brechas de conectividad en América Latina*. México DF: GSMA.
- CEPAL. (2020). *Revolución tecnológica e inclusión social: Reflexiones sobre desafíos y oportunidades para la política social en América Latina*. Santiago: Naciones Unidas.
- Coral, P. M. (2014). Intervenciones públicas de inclusión digital: Una aproximación a las dimensiones sociales y políticas de la conectividad. *Papel Político*, 61-76.
- Galperin, H. K. (2022). The impact of broadband on poverty reduction in rural Ecuador. *Telematics and Informatics*, 15-29.
- Gi-Soon, S. (2005). *The Impact of Information and Communication Technologies (ICTs) on Rural Households: A Holistic Approach Applied to the Case of Lao People's Democratic Republic*. Jakarta: UNV/UNDP.
- Han, B.-C. (2013). *Im Schwarm*. Berlin: MSB Matthes & Seitz, Berlín.
- Howitt, P. (2007). Innovation, Competition and Growth: A Schumpeterian Perspective on Canada's Economy. *C.D. Howe Institute Commentary*, 15.
- Imbens, G. W. (2009). Recent Developments in the Econometrics of Program Evaluation. *Journal of Economic Literature*, 5-86.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2022). *Indicadores laborales ENEMDU I Trimestre de 2022*. Quito, Ecuador: INEC.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2023). *Tecnologías de la Información y Comunicación; Julio 2023*.
- Katz, R. L. (2010). La contribución de la banda ancha al desarrollo económico. *Acelerando la revolución digital: banda ancha para América Latina y el Caribe*, 51-78.
- Livingstone, S. H. (2011). *Risks and safety on the internet: The perspective of European children. Full findings*. London: EU Kids On-line.
- Martínez, G., Garmendia, M., & Garitaonandia, C. (2020). La infancia y la adolescencia ante las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC): oportunidades, riesgos y daño. *Zer*, 349-362.

- Pérez, A., Milla, M., & Mesa, M. (2006). Impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en la agricultura. *Cultivos Tropicales*, 11-17.
- Pineda-Serna, L. (2008). Las tecnologías de información y comunicaciones (TICs) como fuente de desarrollo tecnológico. *Universidad & Empresa*, 137-149.
- Reátegui, J. A. (2020). *Impacto económico del acceso a internet en los hogares peruanos*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones Perú.
- Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 71-102.
- Schumpeter, J. (1978). *Teoría del desenvolvimiento económico*. México DF: Fondo de Cultura Económica.
- Valencia, R. (2016). *Impacto de la Penetración de las telecomunicaciones en la disminución de la pobreza en el Ecuador (2009-2010)*. Quito: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales sede Ecuador.
- Zaballos, A. G., Iglesias, E., & Adamowicz, A. (2019). El impacto de la infraestructura digital en los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Washington, D.CC: Banco interamericano de Desarrollo .