

CONSIDERANDO INCERTIDUMBRE EN REGRESORES DE UN MODELO  
LOGIT: LA ADOPCIÓN DE INTERNET EN MEDELLÍN

DANIELA ALEJANDRA CARVAJAL RENDÓN

Asesor:  
Andrés Ramírez Hassan

Trabajo de Grado

UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE ECONOMÍA Y FINANZAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA  
MEDELLÍN

## Resumen

Existe evidencia de que la adopción de Internet juega un papel importante en el crecimiento económico de un país. El uso de esta tecnología implica mayor acceso al conocimiento, de modo que, identificar sus predictores podrá guiar potencialmente políticas públicas que contribuyan a masificar su adopción y, por consiguiente, sus externalidades positivas. En la revisión de literatura no hay consenso de cuáles son las variables que realmente determinan este fenómeno. Se evidencia la persistencia de un problema econométrico; la incertidumbre en la selección de variables. En este trabajo se tomaron datos socioeconómicos de Medellín para el año 2018 y, por medio del Promedio de Modelos Bayesiano (BMA), se identificó qué regresores deben incluirse en el modelo con mayor probabilidad de determinar la adopción de Internet en los hogares de la ciudad.

**Palabras clave:** determinantes, adopción de Internet, Promedio de Modelos Bayesiano, *Bayesian Model Averaging*, selección de variables, probabilidad posterior, regresores.

### **Abstract**

There is evidence that Internet adoption plays an important role in a country's economic growth. The use of this technology implies greater access to knowledge, so identifying its predictors can potentially guide public policies that contribute to mass adoption and, consequently, its positive externalities. In the literature review there is no consensus on which variables actually determine this phenomenon. The persistence of an econometric issue is evident; uncertainty in the selection of variables. In this paper, socioeconomic data from Medellín were taken for the year 2018. Using Bayesian Model Averaging (BMA), the regressors that should be included in the model with the highest probability of determining Internet adoption in the city's households were identified.

**Keywords:** determinants, Internet adoption, Bayesian Model Averaging, variable selection uncertainty, posterior probability, regressors.

## Contenido

1.	Introducción .....	5
2.	Marco teórico .....	8
2.1	Descripción del sector .....	8
2.2	Revisión de literatura.....	9
2.3	Marco conceptual: Especificación del método BMA.....	13
3.	Metodología .....	14
3.1	Interfaz gráfica: BEsmarter .....	15
3.2	Fuente de información.....	16
3.3	Variables.....	17
3.4	Estadística descriptiva de los datos .....	20
4.	Análisis de Resultados .....	22
5.	Conclusiones .....	26
	Referencias consultadas.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

**Lista de tablas**

Tabla 1	Literatura sobre determinantes de la adopción de Internet.....	10
Tabla 2	Categorías de la variable: Nivel de educación del jefe de hogar.....	18
Tabla 3	Estadística descriptiva .....	20
Tabla 4	Probabilidades de inclusión posterior y estadística descriptiva de los regresores..	22
Tabla 5	Regresores del modelo Logit determinante de la adopción de Internet .....	24
Tabla 6	Presencia de regresores en los modelos más probables.....	25

**Lista de figuras**

Figura 1	<i>Interfaz gráfica y especificación del BMA</i> .....	16
----------	--	----

## 1. Introducción

Con el paso de los años, la expansión de la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la población se ha fortalecido como objeto de estudio de investigadores y académicos (Botello-Peñaloza, 2015). El presente trabajo se propone identificar los determinantes de la adopción de Internet en los hogares, específicamente de la ciudad de Medellín, Colombia.

El análisis estadístico resulta pertinente como análisis preliminar de los determinantes socioeconómicos de la adopción digital de los colombianos. Esta información puede resultar útil para mostrar los factores en los cuales la política pública puede influir, con el fin de fomentar e incrementar el uso de las TIC en la población. La adopción de Internet implica mayor acceso al conocimiento, lo que genera externalidades positivas que pueden aumentar la innovación y la productividad de una sociedad.

Además, se propone investigar las concepciones teóricas de los determinantes de este fenómeno para el caso de diferentes países o ciudades, pues se considera que los análisis previos han pasado por alto la incertidumbre en la inclusión de predictores, y que resulta de vital importancia ofrecer una mirada integral con un modelo que recoja las variables planteadas en las investigaciones, e incluya aquellas que tienen mayor probabilidad de explicar la adopción de Internet en una sociedad.

El objetivo del escrito es determinar los predictores de la adopción de Internet en los hogares, tomando los datos socioeconómicos de Medellín para el año 2018, con el fin de identificar las variables, y el modelo, con mayor probabilidad de explicarlo. Para esto, se propuso: revisar la literatura nacional e internacional referente a los determinantes de la adopción de Internet, para identificar las variables que se deben tener en cuenta en un modelo de regresión; aplicar una metodología estadística que tome en consideración incertidumbre en los predictores potenciales de la adopción de Internet; y por último, medir la probabilidad marginal de los regresores, para determinar un modelo que sea el proceso generador de datos indicado para la variable en cuestión. El trabajo se llevó a cabo con 25<sup>1</sup> variables socioeconómicas, es decir, 33,55 millones de modelos potenciales.

---

<sup>1</sup> Inicialmente se consideraron 26 variables, es decir, 67,1 millones de modelos potenciales. Sin embargo, se omitió el estrato 1 como regresor para evitar problemas de multicolinealidad.

Choi & Yi (2009) encontraron evidencia de que la adopción de Internet juega un papel importante en el crecimiento económico de un país. El uso de esta tecnología implica mayor acceso al conocimiento, de modo que, identificar sus predictores podrá guiar potencialmente políticas públicas que contribuyan a masificar su adopción y, por consiguiente, sus externalidades positivas.

En la revisión de literatura no hay consenso de cuáles son las variables que realmente determinan la adopción de Internet. Estudios plantean que el número de hijos, por ejemplo, es indispensable en la explicación de la variable, pero esto no se hace evidente en otras investigaciones. Los investigadores han producido al menos 20 determinantes potenciales, y cada estudio incluye algún conjunto de estas variables. La falta de inclusión de muchas de ellas se debe, generalmente, al enfoque que se decide tener en cada investigación. Este puede darse alrededor de un elemento particular relacionado con factores geográficos, políticos, culturales o económicos. En la mayor parte de los casos, se intenta simplificar las suposiciones en las otras dimensiones para trabajar sobre una específica.

De modo que los modelos planteados no solo son diferentes, y no hay consenso respecto a cuáles son los determinantes que, de todos los expuestos, inciden en la adopción de Internet con mayor probabilidad, sino que se evidencia la persistencia de un problema econométrico; la incertidumbre para la selección de variables. Esto hace que las variables que parecen aún más robustas en cada modelo se vuelvan predictores frágiles.

Lo anterior lleva a cuestionar el alcance de la metodología que se ha utilizado en el planteamiento de los modelos. Si se toma incertidumbre en la inclusión de regresores potenciales, *¿cuáles son los predictores de la adopción de Internet en los hogares, tomando datos socioeconómicos de la ciudad de Medellín para el año 2018? ¿qué modelo tiene mayor probabilidad de explicar esto? ¿qué variables se consideran indispensables y cuáles podrían descartarse en un modelo que pretenda explicar la adopción de Internet?*

Con el fin de dar respuesta a estos interrogantes, se revisaron los datos de la Encuesta de Calidad de Vida de Medellín para el año 2018, realizada por el Departamento Administrativo de Planeación de la Alcaldía de Medellín y, por medio del Promedio de Modelos Bayesiano, se identificó qué variables deben incluirse en el modelo con mayor probabilidad de determinar la adopción de Internet en los hogares de la ciudad.

La primera parte de este trabajo se va a enfocar en una breve descripción del sector y del estado del arte, mediante la recopilación de estudios que han tratado el mismo tema con enfoques en lugares y variables diferentes. A continuación, se presenta el marco conceptual de la metodología estadística del BMA, para seguir con la explicación de la fuente y la depuración de los datos, así como la especificación de las variables a incluir. Posteriormente, se analizan los resultados y se plantea el modelo con mayor probabilidad de explicar la adopción de Internet de los hogares en Medellín. Por último, se concluye el escrito con lo encontrado en el presente trabajo.

## **1. Marco teórico**

### **2.1 Descripción del sector**

La adopción de Internet en los hogares puede considerarse la primera instancia de la penetración de las TIC como impulsor de desarrollo socioeconómico. En este sentido, Choi & Yi (2009) encontraron evidencia de que este aspecto juega un papel importante en el crecimiento económico de un país. En Colombia, como en el mundo, la adopción tecnológica se ha acelerado en el siglo XXI al punto que en los últimos 15 años la proporción de hogares con al menos un celular pasó del 20% a casi el 100%.

De acuerdo con las cifras publicadas por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para el tercer trimestre de 2019, Colombia cuenta con 7 millones de accesos fijos a Internet (Mintic, 2020). García (2019) afirma que, “de los 30 millones de conexiones a Internet en Colombia, 24 millones son móviles” (García, 2019). Entre los puntos clave que plantea en su estudio se encuentra que: el teléfono móvil se consolida como el dispositivo preferido para acceder a Internet tanto en zonas urbanas como rurales, y que si bien el tercer principal uso de esta tecnología es la búsqueda de información; las redes sociales y el correo electrónico se ubican como las dos primeras. Aunque este comportamiento se relaciona directamente con el nivel de desarrollo socioeconómico de cada región, así como con la complejidad geográfica del país (Gauthier, 2019), es cierto que el uso de esta tecnología implica mayor acceso al conocimiento.

García (2019) además identifica como una externalidad positiva de la adopción de Internet, y para efectos de su área de interés, que:

La mayor conectividad está facilitando el crecimiento de la banca digital. Hoy en día, más del 60% de las transacciones del sistema financiero se dan por canales electrónicos y el 40% restante por medios físicos. En 2013 estos porcentajes eran invertidos. (García, 2019, p. 3)

En el sentido macroeconómico, otro estudio estimó que un aumento del 10% en la adopción de la banda ancha podría implicar un incremento del 1,21 y del 1,38% en el crecimiento del PIB de los países de ingresos altos y de ingresos bajos/medianos, respectivamente (Minges, 2015). Esto indica que el Internet comenzó a desempeñar un papel importante en el crecimiento económico tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo. De manera que, su rápido aumento y el crecimiento de su uso, ha abierto nuevas vías de interés para las políticas públicas.

En el sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones, la importancia de la adopción de Internet en los hogares se enmarca dentro de los retos que tiene Colombia para el desarrollo de las TIC en el 2020 y el futuro. De acuerdo con el Banco Finandina, el país debería centrar sus esfuerzos para mejorar su competitividad en la masificación y mejora en el acceso wi-fi y móvil a Internet (Finandina, 2019). Es decir, se deben poner esfuerzos en lograr un mayor alcance de esta tecnología en la población, para incidir sobre el crecimiento económico.

Ramírez-Hassan (2019) plantea que “aunque existe un consenso sobre los beneficios del uso de Internet para los aspectos relacionados con el desarrollo, la literatura sobre los determinantes de su adopción es menos consistente” (p. 19). Los diferentes estudios disponibles se han enfocado en elementos particulares para predecir las determinantes de este hecho. Con los modelos se ha dado forma al marco literario para explicar las variables de las cuales depende la adopción de Internet, y sobre las cuáles se puede actuar para lograr una mayor penetración de la adopción digital.

## **2.2 Revisión de literatura**

En la revisión de la literatura reciente acerca de los determinantes de la adopción de Internet, se encontraron diferentes autores con estudios concretos sobre una sociedad específica. En todos los casos se plantea una regresión logística y se hace evidente que factores como el género, la edad, el nivel de ingreso y el nivel de educación, son comunes a

las investigaciones que intentan plantear los predictores de la variable para distintas ciudades o países. Sin embargo, cada modelo incluye mayor o menor número de variables explicativas que, por lo general, no son las mismas.

La falta de inclusión de muchas de ellas se debe, generalmente, al enfoque que se decide tener en cada investigación. Este puede darse alrededor de un elemento particular relacionado con factores geográficos, políticos, culturales o económicos. En la mayor parte de los casos, se intenta simplificar las suposiciones en las otras dimensiones para trabajar sobre una específica. En la Tabla 1, se presenta una síntesis para cada estudio consultado. Se mencionan las variables que resultaron ser determinantes significativos en la variable dependiente, adopción de Internet, junto con su efecto entre paréntesis; y se resumen las conclusiones del trabajo investigativo.

Tabla 1

*Literatura sobre determinantes de la adopción de Internet*

<b>Autor/Título</b>	<b>Determinantes significativas</b>	<b>Conclusión</b>
(Dudek, 2007) Determinants of Access to Internet in Households - Probit Model Analysis	Ingresos (+), nivel alto de educación de jefe de hogar (+), tamaño de la ciudad (+), presencia de un hijo en edad escolar o mayor (+), género femenino del jefe de hogar (-), tipo de empleo del jefe de hogar (labor no manual) (+)	En un estudio realizado para Polonia, se encuentra que ni la edad del jefe de hogar o el número de hijos tienen un impacto en el acceso a Internet de los hogares. El Internet se utiliza ampliamente en la generación más joven de polacos como su medio de comunicación. Se podría esperar que el acceso de los niños y adolescentes a la tecnología de la información aumentara las oportunidades de empleo y de ingresos en el futuro.

<p>(Singh, 2004) Factors Associated with Household Internet Use in Canada, 1998-2000</p>	<p>Edad del jefe de hogar (-), ingresos del hogar (+), ubicación geográfica, ingreso del hogar por auto-empleo (+), nivel de educación del jefe de hogar (+), tipo de familia (sin hijos, con hijos, una persona o multi familia).</p>	<p>En un estudio realizado para Canadá, la investigación indica que, si bien factores como una población de edad avanzada con menor nivel de educación e ingresos más bajos tienden a limitar el uso de Internet por los canadienses de zonas rurales, el carácter rural parece ser una limitación independiente del uso de Internet. En general, un cabeza de familia más joven, un ingreso familiar más alto, un cabeza de familia con un nivel de educación más alto, la presencia de ingresos por trabajo autónomo y la presencia de niños menores de 18 años en el hogar, tienen cada uno un efecto positivo en la probabilidad de que un miembro del hogar utilice Internet en un mes determinado.</p>
<p>(Penard, Poussing, Mukoko, &amp; Piaptie, 2015) Internet adoption and usage patterns in Africa: evidence from Cameroon</p>	<p>Género masculino jefe de hogar (+), edad (-), educación (+), familia en África (+), familia en el mundo (+), tipo de trabajo, habla inglés (+), uso de software (+), instalación de software (+), computador (+), MP3 (+), membresía (+), ciudad.</p>	<p>Utilizando los datos de la encuesta de hogares de Camerún, se analizan los factores que explican las patrones de adopción y uso de Internet en África. La decisión de adopción está impulsada principalmente por la utilidad prevista de estar conectado y los costos monetarios y cognitivos. Las tendencias de utilización de Internet están influenciadas principalmente por el género, la edad, la educación y los conocimientos informáticos.</p>
<p>(Birba &amp; Diagne, 2012). Determinants of adoption of Internet in Africa: case of 17 sub-Saharan countries</p>	<p>Conexión a Internet en el hogar (+), género masculino (+), nivel de educación (+), red social (+), rico (+), joven (+), hogar con una computadora × tasa de hogares con conexión a Internet (+), hogar con una computadora × tasa de hogares con una computadora (+), joven × urbano (+), densidad (+), residencia en zonas urbanas (+)</p>	<p>Utilizando los datos de una encuesta realizada en 17 países africanos, los resultados confirman que la urbanización y la difusión de las infraestructuras de Internet desempeñan un papel importante en las decisiones individuales de adopción de esta tecnología. También que un individuo tendrá una mayor probabilidad de utilizar Internet si por lo menos ha completado la educación primaria.</p> <p>Además, las características individuales como el sexo, la edad, el nivel de educación y la pertenencia a una red social influyen en gran medida en la adopción de Internet. En efecto, los hombres tienen más probabilidades de utilizar Internet que las mujeres; esta probabilidad es mayor si son jóvenes (16 a 30 años) o si han alcanzado por lo menos el nivel de educación secundaria o si son miembros de una red social.</p>

<p>(Goldfabrd &amp; Prince, 2008). Internet adoption and usage patterns are different: implications for the digital divide</p>	<p>Ingresos (+), escolaridad (+), casado (+), blanco (+), edad (-), población de la ciudad (+), tiempo de ocio (+), lleva un negocio desde casa (+), trae el trabajo a casa (+), teletrabaja (+), uso del trabajo (+)</p>	<p>Hay una "brecha digital" en la conexión a Internet. Se analiza si existe una brecha similar en el uso de Internet mediante una encuesta de 18.439 estadounidenses, y se encuentra que las personas de altos ingresos y educadas tenían más probabilidades de haber adoptado el Internet en diciembre de 2001. Sin embargo, condicionado a la adopción, las personas de bajos ingresos y menos educadas pasan más tiempo en línea. Se examinan cuatro posibles razones de este patrón. Las pruebas sugieren que este patrón se explica mejor por las diferencias en el costo de oportunidad del tiempo de ocio.</p>
<p>(Robertson, Soopramanien, &amp; Fildes, 2007) A segment-based analysis of Internet service adoption among UK households</p>	<p>Precio de la conexión telefónica (-), precio de la banda ancha (-), ingresos del hogar (conexión telefónica) (+), ingresos del hogar (banda ancha) (+), escolaridad general superior (+), escolaridad general normal (+), otra nivel de escolaridad (+), sin escolaridad (+), niños (+)</p>	<p>Utilizando los datos de encuestas recopilados en el Reino Unido, el enfoque del estudio es la comprensión de los factores clave que intervienen en la elección del servicio de Internet residencial. Estas elecciones se analizan utilizando un modelo de elección discreta, que revela que los factores sociodemográficos influyen mucho en la adopción de los servicios de Internet. Las decisiones varían en función de la elasticidad de los precios y el estrato sociodemográfico. Según los autores, esto es importante para los planificadores del mercado y los responsables de la formulación de políticas que desean comprender y cuantificar la repercusión de estos factores en la brecha digital en todos los tipos de hogares.</p>
<p>(Atkin, Jeffres, &amp; Neuendorf, 1998) Understanding Internet adoption as telecommunications behavior</p>	<p>Educación (+), edad (-), ingresos (+), actividades de comunicación y orientaciones: localizadas (-), pro-tecnología (+), computador en casa (+), ver televisión (-), ver películas (en el cine) (+)</p>	<p>El estudio crea un perfil de quienes se adoptan a Internet, en términos de factores sociales, hábitos de uso de los medios de comunicación y su orientación hacia la adopción de nuevas tecnologías. Aunque los resultados no confirman lo que se esperaba, respecto a que la información de las variables relacionadas con la actitud de los que usan la tecnología en línea son más explicativas que las demográficas, pueden identificar las orientaciones en tecnología y uso de los medios que diferencian a los que tienen y no tienen acceso a Internet.</p>

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3 Marco conceptual: Especificación del método BMA

Con la sección anterior se hace evidente que en la literatura, la adopción de Internet por parte de los hogares es una variable categórica. Sin embargo, con la Tabla 1 también se revela un problema econométrico persistente: incertidumbre en la selección de variables. Por ejemplo, si se considera el número de determinantes que se han incluido, que varía entre 7 y más de 20, solo algunos regresores como educación e ingreso aparecen con un efecto positivo significativo en todos los estudios. Es decir, todavía no es claro qué otras variables deberían hacer parte de una regresión estándar para determinar la adopción de Internet. A continuación, se presenta la metodología estadística del BMA para examinar los predictores potenciales de una variable. Con esta, se da solución al problema de incertidumbre en la consideración e inclusión de variables.

El enfoque Bayesiano permite expresar la incertidumbre en términos de probabilidad. De acuerdo con Díaz et al. (2014), el promedio de modelos Bayesiano o BMA (Bayesian Model Averaging) “combina la predicción y estimación de parámetros obtenidos con diferentes modelos plausibles usando sus probabilidades a posterior como sus pesos.” (Díaz, Covarrubias, Sistachs Vega, & Hernandez, 2014). En consecuencia, permite obtener un promedio, en lugar de escoger sólo un modelo potencial e ignorar la incertidumbre en la selección de otras variables.

El BMA genera un promedio ponderado de las estimaciones del conjunto de modelos potenciales  $\mathcal{M} = \{M_1, M_2, \dots, M_{2^k}\}$ , teniendo que  $k$  variables explicativas implican  $2^k$  modelos potenciales. En este caso, se calcula la probabilidad a posteriori del modelo  $p(M_r|y)$ , es decir, la probabilidad de que una configuración particular de regresores genere el conjunto de datos que se van a observar. Esta probabilidad es el peso del modelo  $M_r$  en el promedio ponderado.

$$p(M_r|y) = \frac{p(y|M_r)p(M_r)}{\sum_{j=1}^{2^k} p(y|M_j) p(M_j)}$$

Donde  $M_r$  se toma como el modelo verdadero, considerando que uno de los que se propone es el acertado;  $y$  son los datos observados;  $p(M_r|y)$  es la probabilidad final o posterior del modelo;  $p(M_r)$  es la probabilidad a priori del modelo, es decir, aquella que se le

asigna a un modelo en particular previo a observar los datos;  $p(y|M_r)$  es la verosimilitud marginal, que se interpreta como el peso de evidencia para el modelo  $M_r$ ;  $M_j$  representa el resto de modelos potenciales. (Serna Rodriguez, Ramirez Hassan, & Coad, 2018)

Además, se identifican los grupos de variables que, después del “mejor” modelo o modelo verdadero, tienen mayor probabilidad de ser modelos predictores de la variable, como se planteó anteriormente. Finalmente, con este método se obtiene el valor, para cada uno de los regresores, de la probabilidad de estar presente en los modelos que expliquen la variable dependiente. La Probabilidad de Inclusión Posterior (PIP) estaría dada por:

$$PIP(x_q) = \sum_{k=1}^{2k} \pi(M^{(k)}|y) \times I_q^{(k)}$$

Donde  $I_q^{(k)} = \begin{cases} 1 & \text{si } x_q \in M^{(k)} \\ 0 & \text{si } x_q \notin M^{(k)} \end{cases}$ ,  $q = 1, 2, 3, \dots, K$ .

Como sugieren Kass & Raftery (1995, en Ramírez-Hassan, 2019), la relevancia de los regresores podría definirse de la siguiente manera: probabilidades de inclusión posteriores (PIP) menores que 0,5 es evidencia en contra del regresor,  $0,5 \leq PIP < 0,75$  es evidencia débil,  $0,75 \leq PIP < 0,95$  es evidencia positiva,  $0,95 \leq PIP < 0,99$  es evidencia fuerte, y  $PIP > 0,99$  es evidencia muy fuerte. (Ramírez-Hassan, 2019)

## 2. Metodología

Mediante el BMA se pretende encontrar y plantear un modelo Logit, con la variable dependiente definida como si el hogar cuenta con acceso al servicio de Internet, correspondiente al modelo con mayor probabilidad de explicar la adopción de Internet en Medellín. El promediado de modelos Bayesiano se va a realizar con la herramienta BEsmarter que se describe en la sección 3.1.

De acuerdo con lo anterior, para el modelo Logit queda definida  $Y$  como una variable dicotómica que toma el valor 1 si el hogar tiene acceso al servicio de Internet y 0 si no lo tiene. Con los resultados de las probabilidades del BMA se define la matriz  $X$  como la matriz de variables independientes que denotan los factores socioeconómicos que caracterizan al hogar, y se define  $\beta$  como el vector de parámetros que mide el impacto de los factores sobre

la probabilidad de contar con el servicio de acceso a Internet. Se introduce el conjunto que modela la probabilidad de  $Y_i = 1$  dado  $x_i$ , como la función de distribución acumulada para una función de distribución logística, evaluada en  $\beta_0 + x_i^T \beta$ :

$$P(Y_i = 1 | X_i) = F(\beta_0 + x_i^T \beta)$$

donde  $F$  es la función de distribución acumulada para una logística:

$$F(\beta_0 + x_i^T \beta) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + x_i^T \beta)}}$$

El modelo es entonces obtenido con base en lo que el conjunto de datos y el BMA indiquen en cuanto a las variables explicativas e independientes, sus probabilidades de inclusión posterior (PIP) y la probabilidad del modelo posterior. Para esto, se toma como referencia las variables identificadas en la revisión de literatura y se identifican, o sus proxys, dentro del conjunto de datos con el que se trabaja. Además, se toman otras variables de tipo socioeconómico, para analizar su efecto en la predicción de la adopción de Internet en los hogares, como variable dependiente.

En este sentido, se realizó la depuración de los datos para efectos del presente estudio. Se filtraron y transformaron los resultados de la Encuesta de Calidad de Vida de Medellín para el año 2018 a variables categóricas, en el mayor de los casos dicotómicas (se cumple = 1 o no se cumple = 0). Se trabajó con 25 variables explicativas, es decir  $2^{25}$  (33,55 millones) modelos potenciales, si se considera incertidumbre.

## 2.1 Interfaz gráfica: BEsmarter

BEsmarter es una interfaz gráfica que facilita la implementación del análisis de regresión Bayesiano. Lo novedoso y útil de la herramienta para efectos del presente trabajo es que no requiere que el usuario tenga habilidades de programación. Es importante resaltar que la falta de conocimientos en programación resulta ser un obstáculo en el crecimiento del uso del marco econométrico Bayesiano, por lo que BEsmarter logra simplificar el trabajo y hacerlo accesible a los profesionales, investigadores e interesados en la teoría. (Graciano-Londoño & Ramirez-Hassan, 2019)

Con el aplicativo web se pueden estimar varias clases de modelos, entre ellos los univariados, multivariados, y el bootstrap Bayesiano. En este caso, la interfaz es útil porque

permite trabajar el Promedio de Modelos Bayesiano específicamente. Lo que se requiere es la especificación en un conjunto de datos organizados de tal manera que en la primera columna esté la variable dependiente y a continuación estén los regresores potencialmente importantes.

Figura 1  
*Visualización de la interfaz gráfica BEsmarter*

The screenshot shows the BEsmarter web interface for Bayesian Model Averaging. The navigation menu includes: Presentation, Univariate Models, Multivariate Models, Hierarchical Longitudinal Models, Bayesian Bootstrap, Bayesian Model Averaging (selected), and Help.

**Bayesian Model Average**

- No selection
- Normal data
- Binomial data (Logit)
- Real positive data (Gamma)
- Count data (Poisson)

**BEsmarter**  
Bayesian Econometrics: simulations, models and applications to research, teaching and encoding with responsibility

$$\pi(\theta|y) \propto \pi(\theta)f(y|\theta)$$

$$f(y) = \int_{\Theta} \pi(\theta)f(y|\theta)d\theta$$

**Choose File**  Header

No file selected

Separator:  Comma,  Semicolon,  Tab

See Table 3 in our paper (Help tab) for template files to upload. You can also see the dataSim folder at rstudio.cloud in particular the file: 52SimLogitBMA.csv

OR: Number between 5 and 50.

OL: Number between 0.0001 and 1.

Logit

Show  entries

Search:

**V1**

No results yet

Showing 1 to 2 of 2 entries Previous  Next

Los resultados incluyen la probabilidad de inclusión posterior (PIP) para cada regresor, su valor esperado (EV) y desviación estándar (SD) del coeficiente asociado con cada uno de ellos. También indica los modelos más relevantes de acuerdo con los datos, y sus probabilidades de modelo posteriores.

## 2.2 Fuente de información

Los datos se tomaron de la Encuesta de Calidad de Vida de Medellín para el año 2018, realizada por el Departamento Administrativo de Planeación de la Alcaldía de Medellín, a través del Instituto Tecnológico Metropolitano. La muestra incluye 9.228 hogares aproximadamente, que son estadísticamente representativos de la población de Medellín a nivel de las 16 comunas y 5 corregimientos. Si una variable es un predictor robusto de la adopción de Internet en la ciudad, se espera que permanezca estadísticamente significativa en un amplio conjunto de modelos.

No obstante, los resultados deben analizarse cuidadosamente puesto que los datos se toman para un momento determinado, es decir que son estáticos y no se tienen en cuenta series de tiempo ni el cambio de las variables a lo largo de este, lo que representa una limitación. Además, el trabajo con datos limitados puede implicar la falta de inclusión de variables o que los conceptos se hayan medido de manera inadecuada con las variables existentes.

## **2.3 Variables**

### **3.2.1 Variable dependiente**

La variable dependiente dicotómica se refiere a la respuesta (Sí=1 o No=0) respecto a si el individuo (jefe de hogar) vive en un hogar con acceso a Internet. Más específicamente, se refiere a si la unidad de vivienda cuenta con servicios públicos de conexión a Internet, cómo se planteó en la pregunta número 178 de la encuesta.

### **3.2.2 Variables independientes**

Los estudios revisados en el marco teórico han encontrado que el acceso a las nuevas tecnologías como Internet, está directamente relacionado con varios factores socioeconómicos como la edad o la distancia social (ingreso). Con las siguientes variables explicativas se da una mirada a algunos de esos factores, y otros adicionales, para lograr entender los determinantes de la adopción de Internet en los hogares de Medellín.

1. Género del jefe de hogar: Esta variable se refiere al sexo del jefe de hogar. Se toma este individuo porque es quien más probablemente paga por el uso de un computador y de Internet. (Dicotómica: Masculino = 1, Femenino = 0).
2. Edad del jefe de hogar: Se espera una relación directa pero a tasas decrecientes sobre la adopción de Internet.

3. Edad<sup>2</sup>: Se incluye para capturar concavidad, es decir, jefes muy jóvenes o mayores implican menor probabilidad, mientras que jefes de hogar de mediana edad implican mayor probabilidad de adopción de Internet.
4. Ingresos del hogar: Para esta variable continua se espera una fuerte relación directa con la conexión a Internet en el hogar. Un nivel de ingresos mayor puede implicar mayor asequibilidad y mayores niveles de consumo de servicios de tecnología.
5. Años de educación del jefe de hogar: Esta variable se construye a partir de las categorías de logro educativo del jefe de hogar y analiza su efecto en la adopción de Internet en Medellín. Dada la fuerte relación de las TIC con el desarrollo de la educación, se espera que un nivel de educación más alto conlleve a un incremento en la adopción de Internet. Se tienen en cuenta las siguientes categorías:

Tabla 2

*Categorías de la variable: Nivel de educación del jefe de hogar*

Logro educativo	Nivel educativo (años)
Sin educación	0
Primaria	6
Media (grado 9)	9
Secundaria (Bachillerato)	12
Técnico	14
Tecnológico	15
Universidad	17
Especialización	18
Maestría	20
Doctorado	25

6. Máxima educación (años) de algún miembro del hogar: Esta variable categórica tiene en cuenta varios niveles de logro educativo (Tabla 2) de los integrantes encuestados del hogar y toma el máximo de estos para analizar su efecto en la adopción de Internet en Medellín. Dada la fuerte relación de las TIC con el desarrollo de la educación, se

espera que un nivel de educación más alto conlleve a un incremento en la probabilidad de adopción de Internet.

7. Raza del jefe de hogar: Esta variable dicotómica se refiere a si el cabeza de hogar considera ser de raza caucásica (1) o no (0). Para esto se toman los datos de la encuesta respecto a la consideración del individuo de acuerdo con su cultura, pueblo o rasgos físicos. Por los resultados de los estudios previos, se espera una relación positiva con la adopción de Internet si el jefe de hogar es (o se considera) caucásico.
8. Jefe de hogar se encuentra empleado: Esta variable dicotómica se refiere a si el jefe de hogar trabaja o no. Se utilizan los datos de la encuesta que averiguan la actividad predominante en la que el individuo ocupó su tiempo en la semana anterior al momento de la encuesta.
9. Computador en el hogar: Esta variable dicotómica se refiere a la presencia o ausencia de un equipo computador en el hogar que esté en funcionamiento. Se espera una relación directa con la adopción de Internet.
10. Servicio de televisión por suscripción: Esta variable dicotómica se refiere a si en el hogar se encuentra en funcionamiento el servicio de televisión por pago de una suscripción. Se espera una relación directa con la adopción de Internet.
11. Negocio en el hogar: Esta variable se refiere a si el individuo tiene en funcionamiento un negocio en la unidad de vivienda. No se tiene claridad al respecto de la relación de esta variable con la probabilidad de Internet.
12. Miembro del hogar estudiando: Esta variable se refiere a la presencia de un miembro del hogar que al momento de la encuesta se encuentre estudiando (1) o si ninguno lo hace (0). Se espera una relación positiva con la adopción de Internet en el hogar. Para esto, se toman los datos de la cantidad de ingreso anual del hogar que se destina al pago de matrículas escolares. Se toma como una variable dicotómica, tomando las cantidades mayores a cero como positivo (sí hay un miembro del hogar estudiando).
13. Número de menores de 14 años en el hogar: No se tiene claridad a priori de esta variable en la probabilidad de la adopción de Internet.
14. Número de miembros en el hogar: Esta variable se refiere al número de personas que viven en el hogar. Se espera una relación directa; si hay más miembros, existe mayor probabilidad de que el hogar cuente con acceso a Internet.

15. Estado civil del jefe de hogar: Esta variable se refiere a si el jefe de hogar es soltero (1) o no (0). Se espera una relación inversa con la adopción de Internet.
16. Estrato de la vivienda: Esta variable se refiere al estrato socioeconómico de la vivienda en la que reside el hogar. Se toma cada estrato como una variable dicotómica para analizar el efecto particular en la adopción de Internet, y se omite el estrato 1 para evitar problemas de multicolinealidad.
17. Voto del jefe de hogar: Con esta variable se analiza si el jefe de hogar votó (1) o no (0) en alguna de las elecciones pasadas para presidente, alcalde y gobernador, o congreso. Se espera una relación positiva con la adopción de Internet.
18. Participación ciudadana: Esta variable se refiere a si el jefe de hogar pertenece (1) o no (0) a algún grupo de participación ciudadana como juntas de acción comunal, asociaciones de padres de familia, comités, sindicatos, entre otros. Se espera una relación positiva con la adopción de Internet.
19. Sabe leer y escribir: Esta variable muestra si el jefe de hogar sabe leer y escribir más de un párrafo (1) o no (0), de acuerdo con lo preguntado en la encuesta. Se esperaría que, si esta toma el valor de 1, la probabilidad de adopción de Internet en el hogar aumente.
20. Subsidio en salud: Esta variable toma el tipo de afiliación del jefe de hogar al sistema de seguridad social en salud como 1, si es subsidiado o tiene EPS subsidiada, o no (0). Se espera que disminuya la probabilidad de adopción de Internet.
21. Cantidad de celulares: Esta variable toma la cantidad de equipos celulares que tiene el hogar de acuerdo con la respuesta dada por el jefe de hogar. Se espera una relación positiva con la variable dependiente.

## 2.4 Estadística descriptiva de los datos

Tabla 3  
*Estadística descriptiva de las variables a incluir en el BMA*

Variable	Internet	No - Internet	Prueba dif. medias <sup>a</sup>
Género (masculino)	0,549 (0,0065)	0,480 (0,0088)	-6,3211***
Edad	54,69 (0,2079)	55,00 (0,3189)	0,7914
Ingreso mensual (miles)	1.683,43 (24,09)	787,62 (12,63)	-32,9312***

Años de educación	10,432 (0,0740)	6,715 (0,0929)	-31,2662***
Nivel máximo de educación en el hogar	12,857 (0,0605)	11,544 (0,0808)	-13,0376***
Caucásico	0,239(0,0056)	0,215(0,0072)	-2,5714*
Empleado	0,512 (0,0065)	0,443(0,0087)	-6,3435***
PC en el hogar	0,715(0,0059)	0,146(0,0062)	-51,9424***
Servicio de TV	0,929(0,0043)	0,424(0,0087)	-46,4473***
Negocio en el hogar	0,060(0,0031)	0,049(0,0038)	-2,0982*
Miembro estudiando	0,191(0,0051)	0,049(0,0038)	-18,7026***
Número de menores de 14	0,480(0,0108)	0,569(0,0153)	4,8211***
Número personas en el hogar	3,504(0,0206)	3,062(0,0296)	-12,2801***
Soltero	0,201(0,0052)	0,278(0,0079)	8,3305***
Estrato 1	0,0716 (0,0033)	0,2336 (0,0074)	22,0577***
Estrato 2	0,286(0,0059)	0,452(0,0087)	15,945***
Estrato 3	0,315(0,0061)	0,231(0,0074)	-8,4956***
Estrato 4	0,148(0,0046)	0,046(0,0037)	-14,8405***
Estrato 5	0,109(0,0041)	0,029(0,003)	-13,3860***
Estrato 6	0,069(0,0033)	0,006(0,0014)	-13,5735***
Voto en elecciones	0,769(0,0055)	0,573(0,0086)	-19,5374***
Participación ciudadana	0,090(0,0037)	0,113(0,0056)	3,7025***
Sabe escribir	1,012(0,0015)	1,051(0,0039)	-11,1974***
Subsidiado	0,117(0,0042)	0,327(0,0042)	24,3322***
Cantidad de celulares en el hogar	2,556(0,0159)	1,672(0,0195)	-35,0500***

Media de la variable - error estándar en paréntesis. La prueba de la diferencia de dos proporciones usa un estadístico de prueba con distribución normal calculado como  $z = \frac{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}{(\hat{p}_p(1-\hat{p}_p)(1/n_1 + 1/n_2))^{0,5}}$ ,  $\hat{p}_p = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2}$ ,  $x_1$  y  $n_1$  son el número de sucesos y tamaño de muestra de cada grupo,  $I = 1, 2$ . La prueba de diferencia de medias usa una  $t$  Student calculada como  $t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{(s_{x_1}^2/n_1 + s_{x_2}^2/n_2)^{0,5}}$ .

\*Rechazo de la hipótesis nula a significancia del 10%.

\*\*\*Rechazo de la hipótesis nula a significancia del 1%.

<sup>a</sup>Hipótesis nula: igualdad de medias. Valor crítico a nivel de significancia del 5% es 1,96.

En la Tabla 3 se puede ver la estadística descriptiva del conjunto de datos. En particular, se tiene que, en promedio, 64% de los hogares tiene acceso a Internet con una desviación estándar de 0,48. Se puede ver que los hogares que no cuentan con Internet tienen

menor ingreso mensual; menos de la mitad que el promedio de los hogares con acceso a este servicio. Además, cuentan con menos miembros estudiando, más niños menores de 14, el 45% pertenecen al estrato 2, menos cuentan con servicio de televisión, el 14% cuenta con equipo computador, menor cantidad de celulares, y una menor proporción tiene un negocio en el hogar. En cuanto al jefe de hogar, en mayor proporción es de género femenino, menor proporción son empleados y caucásicos, y tienen menos años de educación; en promedio no supera el nivel de primaria. Adicionalmente, menor proporción votó en las elecciones, mayor proporción tiene participación ciudadana y pertenecen al régimen subsidiado de salud.

### 3. Análisis de Resultados

En la Tabla 4 se pueden observar las probabilidades de inclusión posteriores (PIP) asociadas con los regresores de la adopción de Internet que resultaron del promediado de modelos Bayesiano en la interfaz BEsmarter, así como el nivel de evidencia que se mencionó en la sección 2.3, los valores esperados de los coeficientes y sus desviaciones estándar.

Tabla 4  
*Probabilidades de inclusión posterior y estadística descriptiva de los regresores*

Regresor	PIP	Nivel de evidencia	Media	Desv. estándar
Género (masculino)	0,00	En contra	0	0
Raza (caucásico)	0,00	En contra	0	0
Menores de 14	0,00	En contra	0	0
Participación ciudadana	0,00	En contra	0	0
Negocio en el hogar	0,01	En contra	0,002721	0,02781
Empleado	0,02	En contra	-0,001611	0,01573
Soltero	0,02	En contra	-0,001754	0,01663
Máxima educación del hogar	0,02	En contra	0,000189	0,001677
Miembro estudiando	0,02	En contra	0,004099	0,03235
Sabe leer y escribir	0,04	En contra	0,01392	0,08145
Nivel de educación (jefe)	0,77	Positiva	0,01769	0,01155
Estrato 2	0,88	Positiva	0,2945	0,1391
Subsidiado en salud	0,93	Positiva	-0,2682	0,1065

Número de personas	0,94	Positiva	0,08096	0,03033
Estrato 5	0,98	Fuerte	0,7888	0,2274
Edad	1,00	Muy fuerte	0,04687	0,01057
Edad al cuadrado	1,00	Muy fuerte	-0,0004934	0,000095
Log ingresos del hogar	1,00	Muy fuerte	0,6531	0,05761
PC en el hogar	1,00	Muy fuerte	1,829	0,0679
Servicio de TV	1,00	Muy fuerte	1,714	0,06667
Estrato 3	1,00	Muy fuerte	0,5565	0,1357
Estrato 4	1,00	Muy fuerte	0,9905	0,1781
Estrato 6	1,00	Muy fuerte	1,494	0,2956
Votó en elecciones	1,00	Muy fuerte	0,4235	0,0656
Cantidad de celulares	1,00	Muy fuerte	0,248	0,03498

Se muestra que existe evidencia muy fuerte de que la edad, la edad al cuadrado, los ingresos, tener computador en el hogar, tener servicio de televisión en el hogar, pertenecer a los estratos 3, 4, 5 y 6, que el jefe de hogar haya votado en las últimas elecciones, y la cantidad de celulares en el hogar, están asociados con la adopción de Internet. Las PIP de estos regresores son mayores a 0,95. Además, hay evidencia positiva de que el número de personas en el hogar, el nivel de educación del jefe de hogar y pertenecer al régimen subsidiado de salud, también están asociados con la adopción de Internet.

Con el conjunto de datos que se trabajó, no se encontró evidencia de que el resto de regresores fueran relevantes para determinar la variable dependiente. Particularmente, el género del jefe de hogar, la raza y su estado civil, son variables socioeconómicas del cabeza de familia que pueden descartarse en un modelo que intente explicar la adopción de Internet; contrario a lo que se evidencia en la revisión de literatura.

Adicionalmente, entre los  $2^{25}$ , o 33,55 millones de modelos potenciales, se observó que el mejor modelo tiene una probabilidad posterior del modelo (PMP) igual a 46,7%, y el segundo mejor modelo tiene una PMP igual a 17,5%. De acuerdo con esto, el modelo Logit con mayor probabilidad de explicar la adopción de Internet incluiría 14 de las variables socioeconómicas que se trabajaron, y quedaría definido como:

$$P(y_i = 1|X_i) = F(\beta_0 + x_i \beta)$$

Donde  $\beta_0 = -12,79$ . La matriz  $\beta$  de coeficientes (valores esperados), de los regresores que deben incluirse como predictores según los resultados del BMA, se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5  
*Regresores del modelo Logit determinante de la adopción de Internet*

Regresor ( $x_i$ )	VE Coeficiente
Edad	0,0478
Edad al cuadrado	-0,000496
Log ingreso	0,6431
Años de educación	0,02267
PC en el hogar	1,82
Servicio de TV	1,71
Número personas en el hogar	0,0895
Estrato 2	0,3288
Estrato 3	0,5766
Estrato 4	1,002
Estrato 5	0,080
Estrato 6	1,50
Voto en elecciones	0,4186
Subsidiado	-0,2825
Cantidad de celulares en el hogar	0,2436

Asímismo, es importante notar cuáles de las variables se incluyen como regresores en los otros modelos con probabilidad de explicar la adopción de Internet. En la Tabla 6 se muestra la presencia de cada regresor en cada uno de los cinco mejores modelos (se incluye = 1, no se incluye = 0), así como sus probabilidades de modelo posteriores (PMP). Esto permite ilustrar la razón de ser de las probabilidades de inclusión posteriores (PIP) de cada variable que se muestran en la Tabla 4.

En este sentido, el género, el nivel máximo de educación en el hogar, la raza, un jefe de hogar empleado o soltero, tener negocio en el hogar, la presencia de algún miembro

estudiando, el número de menores de 14 años, la participación ciudadana o que el jefe de hogar sepa escribir; son variables que se descartan aún en un modelo con un valor de la probabilidad de explicar la adopción de Internet de 2,8%. De ahí que el nivel de evidencia para estos regresores, de acuerdo con el promediado de modelos Bayesiano, se considere en contra de su inclusión en una regresión.

Tabla 6  
*Presencia de regresores en los modelos más probables*

Regresor	Modelo				
	1	2	3	4	5
Género (masculino)	0	0	0	0	0
Edad	1	1	1	1	1
Edad al cuadrado	1	1	1	1	1
Ingreso	1	1	1	1	1
Años de educación	1	0	1	1	0
Nivel máximo de educación en el hogar	0	0	0	0	0
Caucásico	0	0	0	0	0
Empleado	0	0	0	0	0
PC en el hogar	1	1	1	1	1
Servicio de TV	1	1	1	1	1
Negocio en el hogar	0	0	0	0	0
Miembro estudiando	0	0	0	0	0
Número de menores de 14	0	0	0	0	0
Número personas en el hogar	1	1	1	1	0
Soltero	0	0	0	0	0
Estrato 2	1	1	0	1	1
Estrato 3	1	1	1	1	1
Estrato 4	1	1	1	1	1
Estrato 5	1	1	1	1	1
Estrato 6	1	1	1	1	1
Voto en elecciones	1	1	1	1	1
Participación ciudadana	0	0	0	0	0
Sabe escribir	0	0	0	0	0
Subsidiado	1	1	1	0	1
Cantidad de celulares en el hogar	1	1	1	1	1
<b>PMP</b>	0,467	0,175	0,086	0,061	0,028

#### 4. Conclusiones

Este trabajo deja en evidencia la utilidad y funcionalidad del Promedio de Modelos Bayesiano o BMA, para aproximarse a identificar los predictores de variables categóricas como la adopción de Internet en los hogares. Con 25 variables socioeconómicas y 33,55 millones de modelos potenciales, esta metodología, que tiene en cuenta incertidumbre en la selección de variables, permitió conocer los regresores con mayor probabilidad de estar presentes en un modelo que explique la variable en cuestión, de acuerdo con nivel de evidencia presente en el conjunto de datos con el que se trabajó. Asimismo, se obtuvo el “mejor” modelo, es decir, el modelo que con mayor probabilidad (46,7%) exhibe los determinantes de la adopción de Internet, y se pudieron descartar regresores que en la literatura revisada se habían considerado.

En este sentido, variables como el género, incluida en los estudios de Dudek (2007), Penard, Poussing, Mukoko, & Piaptie (2015), Birba & Diagne (2012), o la presencia de menores de edad, por ejemplo, no resultaron ser explicativas de la adopción de Internet. Por otro lado, se confirmó lo planteado en los trabajos revisados respecto a que la edad y los ingresos son determinantes de esta variable, con una probabilidad de inclusión posterior del 100% en ambos casos. También se encontró evidencia muy fuerte de que pertenecer al régimen subsidiado de salud está relacionado negativamente con la adopción de Internet en un hogar; y la cantidad de celulares en el hogar está asociada positivamente. Esto da una perspectiva del rezago tecnológico de la población, y del segmento sobre el cual es posible actuar para incrementar su uso, o bien, indagar sus causas.

Particularmente, se identificaron dos potenciales variables objeto de política pública que pueden facilitar la adopción de Internet en los hogares; una de largo y otra de corto plazo. A largo plazo, a medida que los individuos tengan mayor acceso a educación, las externalidades positivas de la adopción de Internet en el hogar van a aumentar; la brecha en la adopción tecnológica se va a reducir.

La segunda variable se refiere a la implementación de mecanismos que le faciliten a las familias, en particular de menores ingresos, el acceso a equipos computadores. En Medellín, cerca del 35 % de los estudiantes matriculados en instituciones oficiales no tiene acceso ni a internet, ni a herramientas tecnológicas (Alcaldía de Medellín, 2020). Al momento de finalización de este trabajo, y actuando frente a la crisis por la pandemia de

Covid-19, la Alcaldía de Medellín impulsa estrategias de este tipo, donando computadores a estudiantes que hacen parte de instituciones educativas públicas (Telemedellín, 2020). Los resultados de este escrito confirman la importancia de este tipo de mecanismos para la sociedad, no solo como método para enfrentar contingencias, sino como programas de política pública definitivos de impulso tecnológico y educativo.

Evidentemente, los investigadores han percibido el valor suficiente en la práctica de intentar plantear predictores de la adopción de Internet de acuerdo a sus criterios de selección y conjuntos de información. Sin embargo, aunque si bien la propuesta de este trabajo tiene un mayor alcance, los resultados deben analizarse cuidadosamente puesto que los datos son estáticos, mientras que la adopción de Internet en los hogares es un fenómeno dinámico. Por lo tanto, se propone un análisis que tenga en cuenta series de tiempo para obtener una percepción más aproximada de los efectos de sus determinantes.

Finalmente, se deben poner esfuerzos en lograr un mayor alcance de la tecnología del Internet en la población, y así poder incidir sobre el crecimiento económico. Por esto, la información de este trabajo, y la aplicación de la metodología que se presenta, resultan útiles para la política pública. Al tener conocimiento y precisión sobre los predictores de este indicador de adopción tecnológica, la toma de decisiones en la promoción de estrategias que fomenten el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la población, va a ser más eficiente y acertada.

## Referencias

- Atkin, D., Jeffres, L., & Neuendorf, K. (1998). Understanding Internet adoption as a telecommunications behavior. *J Broadcast Electron Media*, 42(4), 475-490.
- Botello-Peñaloza, H. A. (2015). Determinantes del acceso al internet: Evidencia de los hogares del Ecuador. *Entramado*, 11, 12-19.
- Birba, O., & Diagne, A. (2012). Determinants of adoption of Internet in Africa: case of 17 sub-Saharan countries. *Structural Change Economic Dynamics*, 23(4), 463-472.
- Choi, C., & Yi, M. (2009). The effect of the Internet on economic growth: Evidence from cross-country panel data. *Economic Letters*, 105, 39-41.
- Dudek, H. (2007). Determinants of Access to Internet in Households - Probit Model Analysis. *II*. Polish Association for Knowledge Management.
- Finandina, B. (19 de Marzo de 2019). Obtenido de Las TIC en Colombia: retos y oportunidades :  
<https://www.bancofinandina.com/finanblog/noticias/2019/03/19/desarrollo-tic-en-colombia>
- Garcia, F. (10 de Mayo de 2019). *BBVA Research*. Obtenido de  
<https://www.bbvarsearch.com/publicaciones/colombia-entorno-digital-de-los-hogares-colombianos/>
- Gauthier, V. (20 de Marzo de 2019). *Portafolio*. Obtenido de  
<https://www.portafolio.co/economia/en-colombia-el-50-de-los-hogares-no-tiene-internet-527682>
- Goldfabrd, A., & Prince, J. (2008). Internet adoption and usage patterns are different: implications for the digital divide. *Informative Economic Policy*, 20 (1), 2-15.
- Graciano-Londoño, M., & Ramirez-Hassan, A. (2019). *A GUIDed tour of Bayesian regression*. Recuperado el 2020, de BEsmarter: <http://www.besmarter-team.org/teaching>
- G.L. Díaz, V. S. (2014). Selección de modelos bajo el enfoque Bayesiano: Una aplicación al estado cognitivo de los adultos mayores del Estado de Guerrero. *Revista Investigación Operacional*, 35(2), 180-188.
- Minges, M. (Enero de 2015). *Public Documents: World Bank*. Obtenido de Exploring the Relationship Between Broadband and Economic:

- <http://pubdocs.worldbank.org/en/391452529895999/WDR16-BP-Exploring-the-Relationship-between-Broadband-and-Economic-Growth-Minges.pdf>
- Mintic. (27 de enero de 2020). *Colombia Tic. Portal de Estadísticas del Sector*. Obtenido de <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-article-125648.html>
- Penard, T., Poussing, N., Mukoko, B., & Piaptie, G. (2015). Internet adoption usage patterns in Africa: evidence from Cameroon. 71-80.
- Ramirez-Hassan, A. (2019). Dynamic variable selection in dynamic logistic regression: an application to Internet subscription. *Empirical Economics*.
- Robertson, A., Soopramanien, D., & Fildes, R. (2007). A segment based analysis of Internet service adoption among UK households. *Technological Society*, 29(3), 339-350.
- Serna Rodriguez, M., Ramirez Hassan, A., & Coad, A. (2018). Uncovering value drivers of high performance soccer players. *Journal of Sports Economics*, 1(31).
- Singh, V. (2004). *Factors Associated with Household Internet Use in Canada, 1998-2000*. Agricultural and Rural Working Paper Series, Statistics Canada, Agriculture Division.