

# Penetración de Internet en Colombia: Aproximación formal mediante un modelo de teoría de juegos

## Internet penetration in Colombia: formal approach through a game theory model

Nicolás ARIAS Sosa [1](#); Octavio José SALCEDO Parra [2](#); Juan Manuel SÁNCHEZ Céspedes [3](#)

Recibido: 04/03/2018 • Aprobado: 12/04/2018

### Contenido

- [1. Introducción](#)
  - [2. Internet en Colombia](#)
  - [3. Regulación Internacional](#)
  - [4. Experiencias Internacionales](#)
  - [5. Metodología](#)
  - [6. Resultados](#)
  - [7. Conclusiones](#)
- [Referencias bibliográficas](#)

#### RESUMEN:

En este artículo se presenta la situación actual de penetración de Internet en Colombia, comparándola con la situación en otros países del mundo. A partir de esto, se identifican desafíos clave en esta materia y se desarrolla un modelo de teoría de juegos, concluyendo sobre la responsabilidad del regulador de telecomunicaciones en la negociación con los operadores de Internet para lograr un mayor despliegue de infraestructura y una cultura de apropiación de TIC, especialmente en áreas poco pobladas.

**Palabras-Clave:** Internet; Telecomunicaciones; Teoría de juegos.

#### ABSTRACT:

In this article, the current situation regarding Internet penetration in Colombia is presented, making a comparison with the situation on other countries. Based on that, key challenges are highlighted and a game model is developed, making a conclusion about the responsibility of the regulatory body to negotiate with service providers to encourage broadband deployment and an IT friendly culture, specially on those areas with low population.

**Keywords:** Internet; Telecommunications; Game Theory.

## 1. Introducción

En el Manual de Reglamentación de las Telecomunicaciones, publicado por el Banco Mundial, se distinguen tres objetivos principales de la regulación de precios en servicios de telecomunicaciones: sostenibilidad financiera, equidad y eficiencia.

La sostenibilidad financiera consiste en garantizar que los operadores de telecomunicaciones cuenten con los ingresos suficientes, no solo para financiar sus actividades diarias, sino

también para garantizar que puedan hacer inversiones futuras. Ciertas modalidades de regulación de precios de servicios de telecomunicaciones no permiten que los ingresos superen el requisito de ingresos, que es el valor mínimo para que un operador eficiente sea sostenible.

El segundo objetivo, relacionado con la equidad, consiste en el logro de una distribución equitativa del bienestar entre los usuarios del servicio. Por lo general se distinguen dos tipos de equidad: la equidad entre operadores y consumidores, relacionada con la distribución de ventajas entre los usuarios, y la equidad entre consumidores, que consiste en dar preferencias a ciertos grupos de usuarios considerando, por ejemplo, su situación socioeconómica.

Respecto al tercer objetivo, se distinguen tres tipos de eficiencia: la eficiencia de atribución, la eficiencia productiva y la eficiencia dinámica. La eficiencia de atribución se logra cuando los precios igualan el costo marginal de producir el servicio; la eficiencia productiva consiste en la combinación más eficiente de insumos para cierto volumen de producto; la eficiencia dinámica consiste en la utilización óptima de los recursos a lo largo del tiempo, de modo que considera inversiones e innovación (InfoDev, 2011).

Como mecanismo para llevar a cabo los objetivos planteados previamente, los gobiernos emiten licencias a empresas privadas para prestar servicios de telecomunicaciones o para operar instalaciones. Dichas licencias describen los derechos y obligaciones de las empresas a las que se les otorga. El ente regulador puede emitir licencias generales o individuales, siendo estas últimas más comunes en países en vía de desarrollo. Con la emisión de licencias se busca determinar el nivel de la competencia en el mercado y su estructura, y, con esto, la eficiencia en la prestación de los servicios de telecomunicaciones (ITU, 2011).

Considerando la importancia de las TIC en la sociedad y su correcta regulación, en este artículo se hace un estudio del panorama actual de penetración de Internet en Colombia, presentando la comparación correspondiente con experiencias de distintos países. A partir de esto se definen las barreras que limitan la universalización del acceso a Internet y se hace el desarrollo de un modelo de teoría de juegos, con el fin de lograr un acercamiento formal al problema y establecer recomendaciones para el ente regulador en el país.

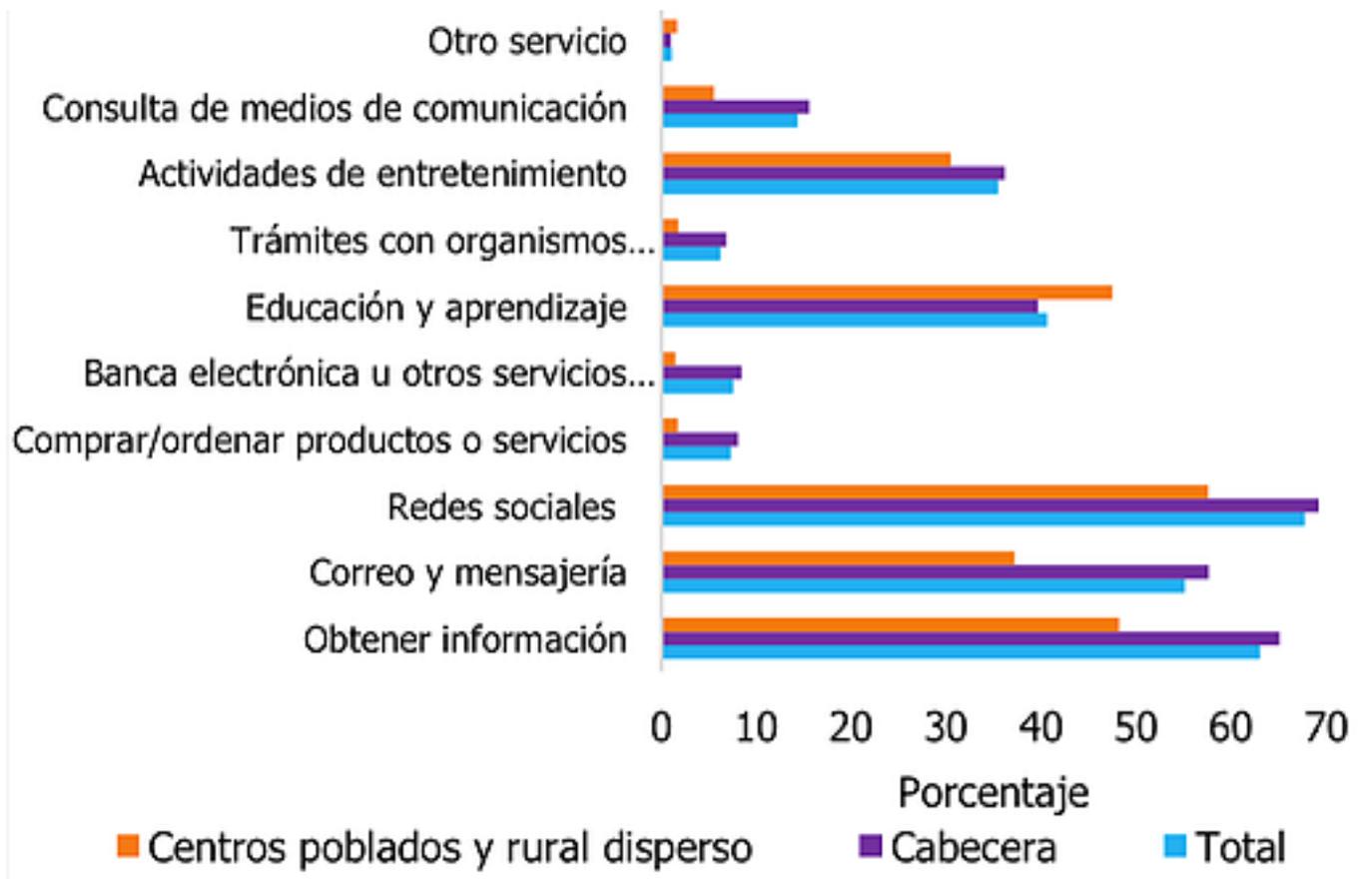
---

## **2. Internet en Colombia**

### **2.1 Uso de Internet en Colombia**

De acuerdo a la encuesta de calidad de vida del Departamento Administrativo Nacional de estadística DANE (2015), encontró que los usos más frecuentes del Internet entre los Colombianos mayores de 5 años fueron las redes sociales, obtención de información y correo y mensajería. En la Figura 1 se presentan los resultados, distinguiendo entre la población perteneciente a cabeceras municipales y aquella perteneciente a centros poblados y áreas rurales dispersas.

**Figura 1**  
Uso de Internet en Colombia

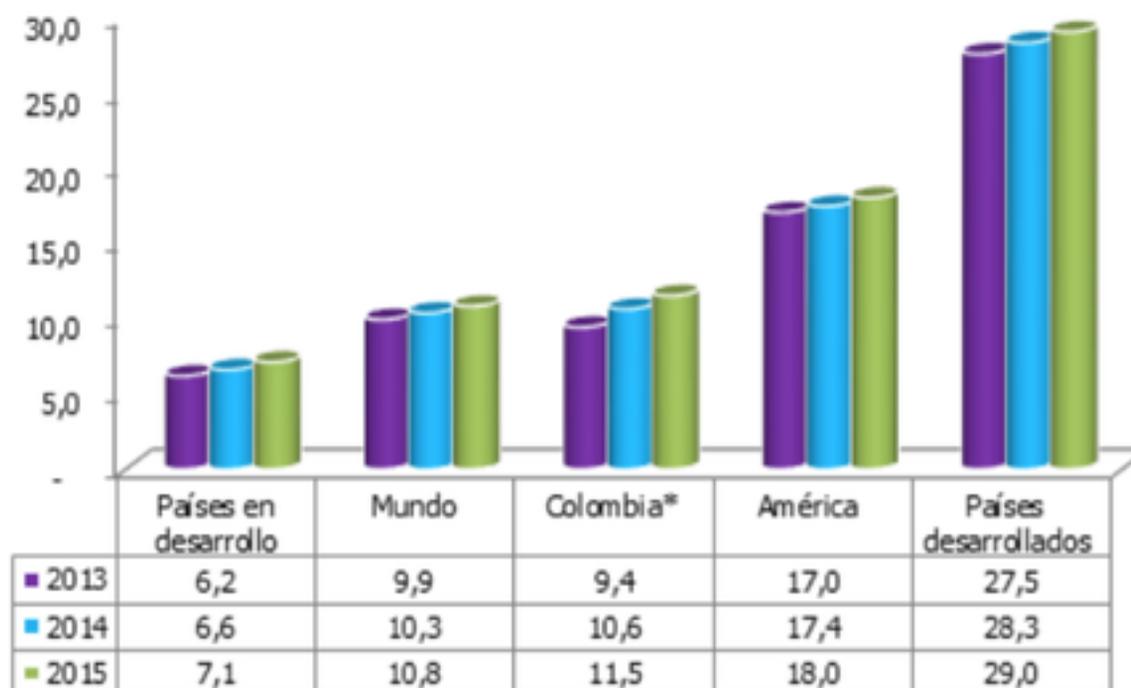


Fuente: (MinTIC, 2016)

## 2.2. Penetración de Internet Banda ancha en Colombia.

Las cifras de la Unión Internacional de las Telecomunicaciones muestran un continuo crecimiento de las conexiones a Internet. A nivel mundial, se presentó un aumento del 4.8% entre 2014 y 2015, mientras que en Colombia el aumento fue de un 8.5% en el mismo periodo. Sin embargo, la tasa promedio de Internet dedicado sigue siendo inferior. Esto se presenta en la Figura 2.

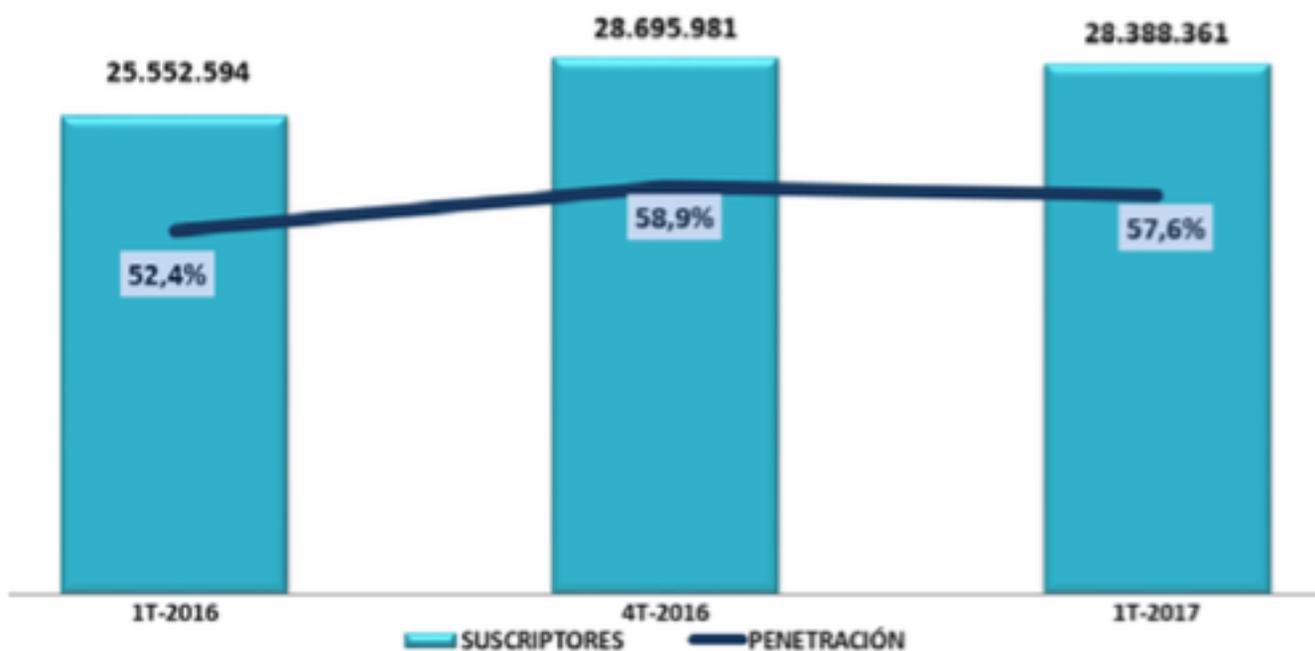
**Figura 2**  
Conexión a Internet dedicado por cada 100 habitantes



Fuente: (MinTIC, 2016)

En Colombia "Para efectos de la medición del indicador Vive Digital se considera Banda Ancha las conexiones a Internet fijo con velocidad efectiva de bajada (Downstream) mayores o iguales a 1.024 Kbps + Internet móvil 3G y 4G" (MinTIC, 2016). Los suscriptores de Banda ancha en los últimos años ha tenido un grado de penetración del 57% como se observa en la Figura 3.

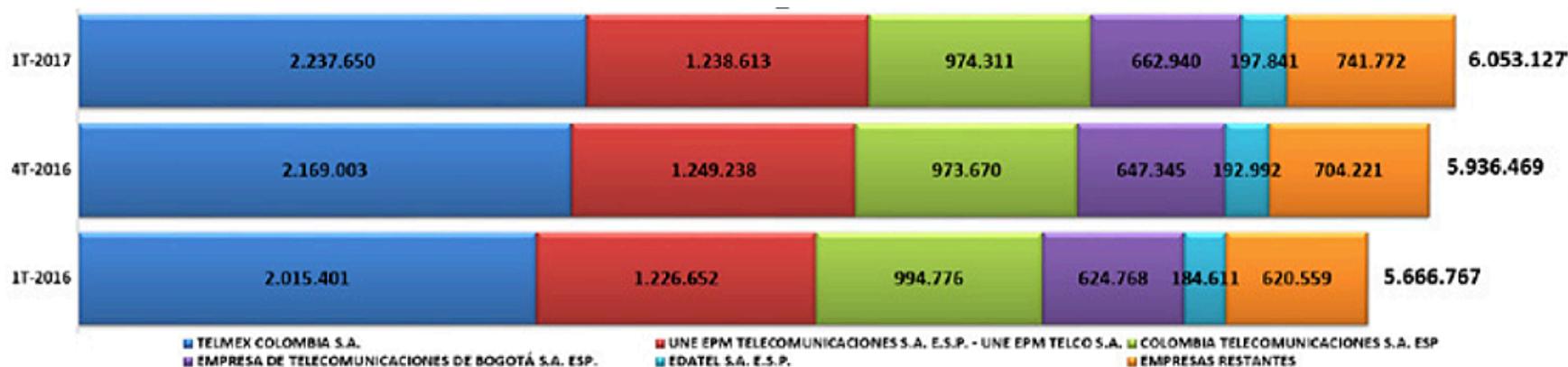
**Figura 3**



Fuente: (MinTIC, 2017)

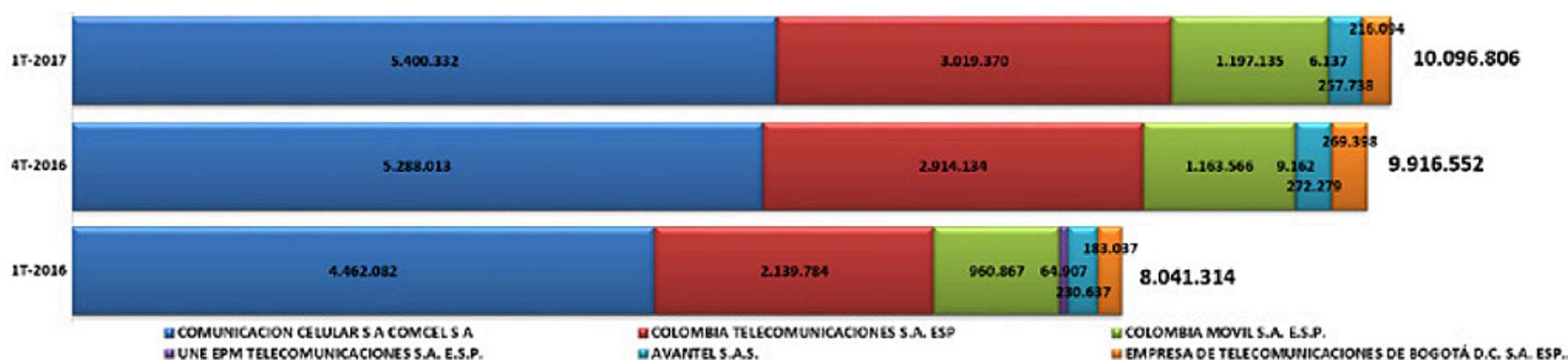
Respecto a las conexiones de Internet fijo y móvil por proveedor en el país, se observa que, en general, predomina el número de suscriptores del operador Claro (Telmex para Internet Fijo y Comcel Internet Móvil), según se ilustra en las Figuras 4 y 5. Se observa una mayor concentración de usuarios para el caso de Internet móvil.)

**Figura 4**  
Conexión a Internet Fijo en Colombia por Proveedor



Fuente: (MinTIC, 2017)

**Figura 5**  
Conexión a Internet Móvil en Colombia por Proveedor



Fuente: (MinTIC, 2017)

### 2.3. Limitantes para la adopción de Internet

En el Reporte Global de Tecnologías de la Información de 2015, del Foro Económico Mundial, se recogen los indicadores más destacados de los países del mundo relacionados con el sector de las TIC. En la Tabla 1 se presenta el puesto que ocupa Colombia en el mundo en el

ranking presentado para indicadores de interés en el tema de penetración y regulación de proveedores de Internet. De igual modo, en la tabla se presenta el primer puesto en América Latina, con su correspondiente posición a nivel mundial. Aquí se evidencian retos en el país en materia de legislación y de logro de una mejor tarifa, de modo que se estimule un mayor uso por parte de usuarios individuales y empresariales.

**Tabla 1**  
Posición de Colombia en el ranking mundial en diferentes indicadores relacionados con penetración y regulación de operadores de Internet.

<b>Indicador</b>	<b>Posición Colombia</b>	<b>Primer lugar en Latinoamérica</b>
Efectividad de los legisladores	91	Uruguay (59)
Ancho de banda de Internet internacional	35	Puerto Rico (18)
Tarifas de Internet fijo	64	Venezuela (5)
Porcentaje de penetración de Internet fijo de banda ancha	67	Uruguay (37)
Uso de Internet para negocios	62	Puerto Rico (33)

Fuente: (Dutta, Geiger, & B., 2015)

En 2015 Ewa Lechman realizó un estudio de los patrones de difusión de herramientas TIC en países en vías de desarrollo. Específicamente, se analizaron 17 países de bajos ingresos y 29 países de ingresos medios a bajos, en el periodo comprendido entre 2000 y 2012, usando algunos indicadores de la Base de Datos Mundial de Indicadores TIC, edición 2013. Entre ellos están los siguientes: Subscripciones de Internet fijo de banda angosta por cada 100 habitantes, subscripciones de Internet fijo de banda ancha por cada 100 habitantes, subscripciones de Internet inalámbrico de banda ancha por cada 100 habitantes, número de usuarios de Internet.

A partir de esto, se hizo un análisis empírico de los patrones de difusión de tecnologías TIC, encontrando un aumento significativo de conexiones fijas e inalámbricas de Internet en los países analizados desde 2001. Sin embargo, para 2012 la mayoría de esos países se encontraban aún privados del acceso universal a Internet. El costo de acceso al servicio representó la mayor limitante a la hora de intentar universalizar el servicio (Lechman, 2015).

De igual modo, se encontraron aspectos específicos en cada país tales como zonas de difícil acceso, un bajo nivel de desarrollo de infraestructura y problemas de acceso a energía eléctrica.

Por su parte, Geovanny y Suarez, en publicación de 2008 identificaron también limitantes para la adopción de Internet en Latinoamérica. Para esto, analizaron las siguientes estadísticas de 18 países de la región a partir de información del Foro Económico Mundial y el Banco Mundial: PIB per cápita, acceso a Internet en escuelas, hogares con acceso a televisión, ancho de banda de Internet internacional, teléfonos móviles por cada mil habitantes, disponibilidad de servicios de gobierno electrónico

A partir de estas variables se aplicó un método de regresión lineal múltiple, encontrando que el PIB per cápita, la disponibilidad de servicios de gobierno electrónico el ancho de banda de Internet internacional y el uso de teléfonos celulares están fuertemente relacionados con la adopción de Internet. En ese sentido, los autores recomiendan esfuerzos de largo plazo por parte de los gobiernos, con el fin de incluir a grupos aislados de individuos dentro de la sociedad de la información, además de la generación de servicios en línea por parte del

### **3. Regulación Internacional**

A nivel internacional se distinguen tres líneas de trabajo generales en materia de regulación: i) planes de masificación de banda ancha y despliegue de backbone, ii) análisis de mercados, identificación y regulación por mercados relevantes y iii) migración a redes de nueva generación (NGN, por sus siglas en inglés). A continuación se detallan las tendencias a nivel internacional en cada área, con el fin de aterrizarlo a la situación nacional.

#### **3.1. Planes de backbone**

Existen cinco modelos principales de regulación en esta área:

**Competencia en infraestructura:** En este caso el gobierno ofrece incentivos para creación de infraestructura y se abstiene de regular precios. De esta manera los proveedores compiten por construir infraestructura y capturar clientes. Este modelo ha sido exitoso en EE.UU. y Hong Kong, con metas de cumplimiento de un 40% y 75% respectivamente.

**Subsidio al incumbente y apertura de acceso:** en este caso el gobierno otorga subsidios para despliegue de infraestructura en áreas donde dicha inversión es económicamente inviable. Con esto se exige que se comparta la infraestructura y se regulan los precios de oferta. Este modelo se implementó en Japón, Corea y Malasia, con metas de crecimiento de infraestructura de 80% en los dos primeros casos y un 35 % en el tercer caso.

**Obligación a incumbente de permitir acceso:** En este modelo, el operador obliga al operador dominante a dar una oferta mayorista a otros operadores, y no contempla incentivos para zonas donde la inversión en infraestructura es económicamente inviable. Este modelo fue aplicado en Alemania, con una meta de crecimiento de apenas el 25 %.

**Separación funcional:** en este caso se obliga al operador dominante a separarse en unidades de negocio, por ejemplo, en una unidad para oferta mayorista y en otra para oferta minorista. De esta manera, se establecen reglas entre proveedores para la prestación de servicios equivalentes. El modelo se implementó en Nueva Zelanda e Inglaterra y no se considera exitoso dado que el aumento en infraestructura fue inferior al 5 %.

**Subsidios a terceros con apertura de accesos:** en este esquema los gobiernos nacional y locales construyen las redes y le dan acceso a los proveedores. El modelo debe aplicarse en caso de que el operador dominante es muy poderoso y no accede a abrir acceso a la red. Este modelo se implementó en Amsterdam, Australia y Singapur, donde las metas de crecimiento de la red se cumplieron en el 90%, 98% y 50%, respectivamente.

En el Plan Vive Digital, en Colombia, se plantean dos modelos para desarrollar la infraestructura de banda ancha que son aplicables en Colombia. Por un lado, se propone subsidiar a operadores dominantes para implementar redes en zonas no rentables. Por otro lado se propone subsidiar a terceros para generar competencia entre proveedores por oferta de servicios. Se destaca que el plan, en los dos casos, contempla la apertura de acceso, de modo que los proveedores de servicio compartirían la infraestructura correspondiente a la red de acceso al usuario, a precios relativamente razonables.

De esta manera, mediante planes de cooperación público-privada se plantea atacar el problema de la oferta, generando incentivos adecuados para desplegar redes en zonas con baja competencia y deficiencias en la prestación del servicio.

#### **3.2. Revisión de mercados**

Debido a la actual complejidad tecnológica de los servicios de telecomunicaciones y a la tendencia a la convergencia tecnológica, se hace necesario que haya más esfuerzos por parte del ente regulador, de modo que se identifiquen mercados, que debido a sus condiciones de competencia particulares deben ser sujetos a regulación. A continuación se presentan las experiencias internacionales más relevantes en este sentido:

Unión Europea: en ese grupo de países se implementó el Nuevo Marco Comunitario de las Redes y los Servicios de Telecomunicaciones Electrónicas. De esta manera se busca analizar los mercados relevantes y la competencia, de modo que se obtenga si hay operadores dominantes y un paquete de medidas para mejorar la competencia. Para esto se definen tres criterios: i) la presencia de obstáculos fuertes para acceder al mercado, ii) un mercado que no tienda hacia una competencia efectiva y iii) la aplicación de legislación no permite mejorar la situación de competencia.

Reino Unido: a través del regulador OFCOM se definió el futuro de la regulación del mercado mayorista de terminación del mercado móvil. De esta manera, se estableció la metodología a usar para la aplicación de cargos de acceso.

Estados Unidos: la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) de este país publicó en 2010 el Reporte Anual sobre el Estado de las Telecomunicaciones Móviles en EE.UU. Uno de los resultados más relevantes del reporte es la concentración de la industria, encontrando que los dos operadores dominantes controlan el 60% del mercado. De igual modo, se encontró que a pesar de que los ingresos de los proveedores ha crecido, la proporción a inversiones de capital ha decrecido. De esta manera se hicieron recomendaciones para mejorar la competencia en el mercado.

En el caso de Colombia, en la Resolución CRC 2058 de 2009 se planteó una revisión de los mercados relevantes de telecomunicaciones de forma bianual, con el objetivo de identificar la situación de la competencia en cada uno. De esta manera, Colombia se convierte en el primer país de América Latina en orientar el marco regulatorio de las TIC hacia un ambiente de mercados relevantes en un entorno de convergencia tecnológica.

### **3.3. Promoción de NGN**

Con las nuevas tecnologías ha sido posible proveer por una sola red servicios multimedia a través de las NGN. A continuación se presentan los ejemplos más relevantes en este sentido.

Reino Unido: En 2009 publicó una consulta relacionada con banda ancha y NGN, e inició en 2010 un programa de trabajo con el objetivo de aclarar la forma en que el principio de reciprocidad debe aplicarse entre las redes fijas. En este trabajo se tienen en cuenta las cuestiones relacionadas a la interconexión entre una NGN y una red tradicional que se interconecta, e incluye la definición de qué proveedores deben sufragar los costos de interconexión.

Europa: durante el año 2010, el Organismo de Reguladores Europeos de Comunicaciones Electrónicas (BEREC) ha continuado prestando mayor importancia al análisis de mercados y las medidas asociadas, además de aspectos de redes de próxima generación. De esta manera hace recomendaciones para mejorar la competencia, la inversión e innovación, aunque instando a una alta flexibilidad para que el regulador de cada país de la zona determine la aplicación de las medidas según sea apropiado.

En este frente, Colombia ha venido trabajando en la adecuación del marco regulatorio para definir el nuevo régimen de acceso, uso e interconexión de todas las redes de servicios de telecomunicaciones en un ambiente de convergencia tecnológica, que promueva el desarrollo de la sociedad de la información, favorezca la transición hacia las Redes de Próxima Generación (NGN), promueva la inversión en infraestructura y fortalezca la competencia y oferta de servicios (CRC, 2010).

---

## **4. Experiencias Internacionales**

A continuación se describen diferentes experiencias internacionales encontradas en la literatura.

### **4.1. Uruguay**

En Uruguay se usó el enfoque de ofrecer el servicio de Internet a bajo costo por medio de la

empresa pública Antel. Específicamente se desarrollaron las siguientes estrategias (Katz & Berry, 2014): El programa "Servicio Universal Hogares", que tenía como meta llevar Internet para todos. Por un pago único de US\$30 (equivalente al costo del módem). En 2011 inició la conexión de hogares de mayores ingresos con Fiber-to-home (FTTH) con una inversión de US\$100.000.000. Este programa se extendió posteriormente a hogares de bajos ingresos. Respecto al uso de Internet por parte del sector empresarial, destaca un estudio publicado por Alberti y Verdún en 2012, en el que se analiza el uso del servicio por parte de la PyMEs. Los autores desarrollaron un estudio entre 2010 y 2011, cuyo objetivo era analizar las prácticas de gobernanza corporativa de TI en empresas PyMEs y analizar la penetración del uso de Internet en dichas empresas. En el estudio se estableció que la mayoría de las empresas considera las tecnologías TIC importantes o imprescindibles, y que estas destinan en promedio un 20% de su presupuesto a este rubro. Las empresas dedicadas a sector salud e informática son las que cuentan con mayor uso de TICs, mientras que empresas de artes, entretenimiento, hotelería, gastronomía, educación y comercios minoristas son las que hacen menor uso de las TIC. Así mismo, a pesar de que se encontró que la totalidad de empresas encuestadas con más de 20 empleados cuentan con conectividad a Internet y que el 84% de las que poseen entre 5 y 19 empleados cuentan con el servicio, apenas el 35% de las empresas indicaron que el Internet apoya su estrategia de negocio.

De acuerdo a los resultados planteados, los autores manifiestan que a pesar de que las TIC se consideran importantes para las empresas, el bajo nivel de formación representa un obstáculo representativo para su plena adopción. Esto se evidencia principalmente por el bajo presupuesto asignado por las empresas para este rubro. Considerando este escenario, se plantea la construcción de un marco de gobierno TIC que pueda ser implantado en las PyMEs habilitando la obtención de valor y la consciente gestión del riesgo (Alberti & Carrillo, 2012).

## **4.2. Venezuela**

En 2008, el operador dominante de Internet fijo CANTV, de propiedad del estado, lanzó el plan "ABA para todos", con el fin de brindar Internet de banda ancha a la población de bajos ingresos. El plan básico prepagado consistía en un pago mensual de US\$9.31 por una velocidad de 256 Kbps y un límite de 100 Mb de descargas, siendo el módem financiado por el estado. Para 2013, ABA ofrecía una conexión de 1.5 Mbps por US \$22.81 mensuales (Katz & Berry, 2014).

## **4.3. Estados Unidos**

En Estados Unidos se adoptó un enfoque de negociación con el operador dominante, de modo que se le otorgaron permisos regulatorios a cambio de que este ofreciera Internet de banda ancha a bajo precio. Específicamente, el operador Comcast lanzó en 2011 el plan Internet essentials para ofrecer banda ancha (1.5 Mbps) a unas 2.500.000 familias por un pago mensual de us \$9.99. Adicionalmente, algunos clientes obtuvieron por US \$150 computadores remanufacturados con software donado por Microsoft. Meses más tarde la Comisión Federal de Comunicaciones, anunció que la mayoría de los grandes operadores del país se unirían a la iniciativa. De esta manera, para finales de 2011, 41.000 familias se unieron al programa. En 2013, Comcast aumentó la velocidad a 5 Mbps, expandiendo la población objetivo a 250 000 familias (Katz & Berry, 2014).

## **4.4. Brasil**

Similar al caso de Estados Unidos, en Brasil se adoptó el esquema de negociación entre el regulador y una empresa privada para ofrecer servicios a bajo costo. De esta manera, en los estados de Sao Paulo, Pará y Distrito Federal se lanzó un plan para ofrecer conexiones a Internet por US \$17 mensuales, con una velocidad de 256 Kbps. El Ministerio de Comunicaciones se encargaba de vigilar el proceso, mientras que los operadores hacían la difusión y prestaban el servicio. No más en Sao Paulo, la población objetivo era de cerca de

2.500.000 habitantes, logrando al final un aumento del 18.1 % de 2009 a 2010, con un total de 16.200.000 conexiones fijas de banda ancha. Para 2013, esta cifra alcanzó los 42.600.000 (Katz & Berry, 2014).

## 4.5. Indonesia

Kurniawan, Zakia, wartika y Austin publicaron en 2015 un estudio de penetración en Java occidental, partiendo del caso específico de la Regencia de Garut. En esta área se ubicaron 21 kioscos de Internet en diferentes zonas rurales para facilitar el acceso a Internet a entidades gubernamentales así como para la comunidad en general. Cada kiosco se equipó con 10 computadores, una impresora, un escáner y una conexión Internet DSL o móvil. El programa fue patrocinado por el Ministerio de las Comunicaciones y la Información de la República de Indonesia. Un objetivo adicional del programa era capacitar a los operadores de los kioscos y al personal TIC para mejorar sus habilidades en el área.

Con el estudio realizado se encontró que la intervención gubernamental es necesaria a corto plazo para acelerar la tasa de penetración de Internet en áreas rurales. Sin embargo, a largo plazo se observó que el modelo genera un rápido retorno de la inversión y que puede ser pagado por pequeños negocios. En este sentido es importante prestar especial atención a la selección de la tecnología de acceso, sea fija o móvil, ya que este factor está ligado directamente a la eficiencia del proyecto. De esta manera, las comunidades rurales se benefician a largo plazo a raíz de la reducción gradual del costo de acceso a Internet, lo que genera que la gente tenga un mayor poder adquisitivo, contribuyendo igualmente a un aumento de la penetración, como sucede en áreas urbanas (Kurniawan, Zakia, Wartika, & Austin, 2015), (Kurniawan & Wartika, 2012).

## 4.6. Corea del Sur

Corea del Sur es uno de los países líderes de la OECD en materia de conectividad a Internet de banda ancha, ocupando en 2007 el cuarto puesto en la comunidad en esta materia. Para 2009 había migrado sus conexiones DSL a conexiones de fibra Fiber-to-the-home (FTTH) y Fiber-to-the-building (FTTB). Varios aspectos incidieron en el éxito en esta área. En primer lugar, hubo políticas efectivas del gobierno para desarrollar infraestructura en fases tempranas, empezando en 1999 con el programa Cyber Korea 21. Además de eso, se permitió la competencia sin restricciones entre diferentes operadores con diferentes tecnologías de acceso, lo que permitió la reducción de costos y un aumento de la calidad. Por último se ofreció una gama variada de aplicaciones y servicios, de modo que se generara el tráfico necesario para hacer viable la prestación del servicio por parte de los operadores. En ese sentido, resultó de gran utilidad la alta comprensión de los habitantes del país en materia tecnológica (Koh, Shin, Om, & Kim, 2009).

## 4.7. África

En 2010 Kim C. publicó un estudio en el que pretendía determinar la influencia de ciertos factores en la penetración de Internet en algunos países africanos. Específicamente se estudiaron subgrupos diferentes en 53 países del continente. Se encontraron patrones interesantes como la relación entre el PIB y la tasa de alfabetismo de los países con la tasa de penetración, habiendo una mayor correlación en países con PIB muy superior o muy inferior al promedio. En este último caso coinciden países cuya economía depende mayoritariamente del petróleo o la minería. En los países donde el PIB no explicaba la tasa de penetración de Internet, se encontró una fuerte correlación entre este indicador y la tasa de conexiones de telefonía fija.

Considerando esto, se plantean serios retos para el desarrollo de políticas gubernamentales, dado que la masificación de conexiones de telefonía, y, por ende, de conexiones de Internet, representaría un costo elevado y tomaría mucho tiempo, considerando que la mayoría de la población africana habita en poblaciones rurales (Kim, 2010).

## 4.8. Malaysia

En publicación de 2011, Kwong, Ngoh, Chieng y Abbas estudian la aplicación de WiFi en áreas rurales de Malaysia, en términos de su bajo costo y baja necesidad de mantenimiento de infraestructura usando una herramienta de simulación dentro de un área de 1.5 Km<sup>2</sup>. Con esto se encontró que el ancho de banda efectivo de la red es de 25 Mbps, que sería compartido por todos los usuarios finales. Esto generaría congestión a medida que aumentara el número de usuarios. De acuerdo a esto, para mejorar el rendimiento de la red, los autores proponen crear una red de retorno con múltiples hops usando tecnología inalámbrica de largo alcance y alto ancho de banda, en la banda de 5 GHz (Kwong, Ngoh, Chieng, & Abbas, 2011).

## 4.9. Análisis de las experiencias internacionales

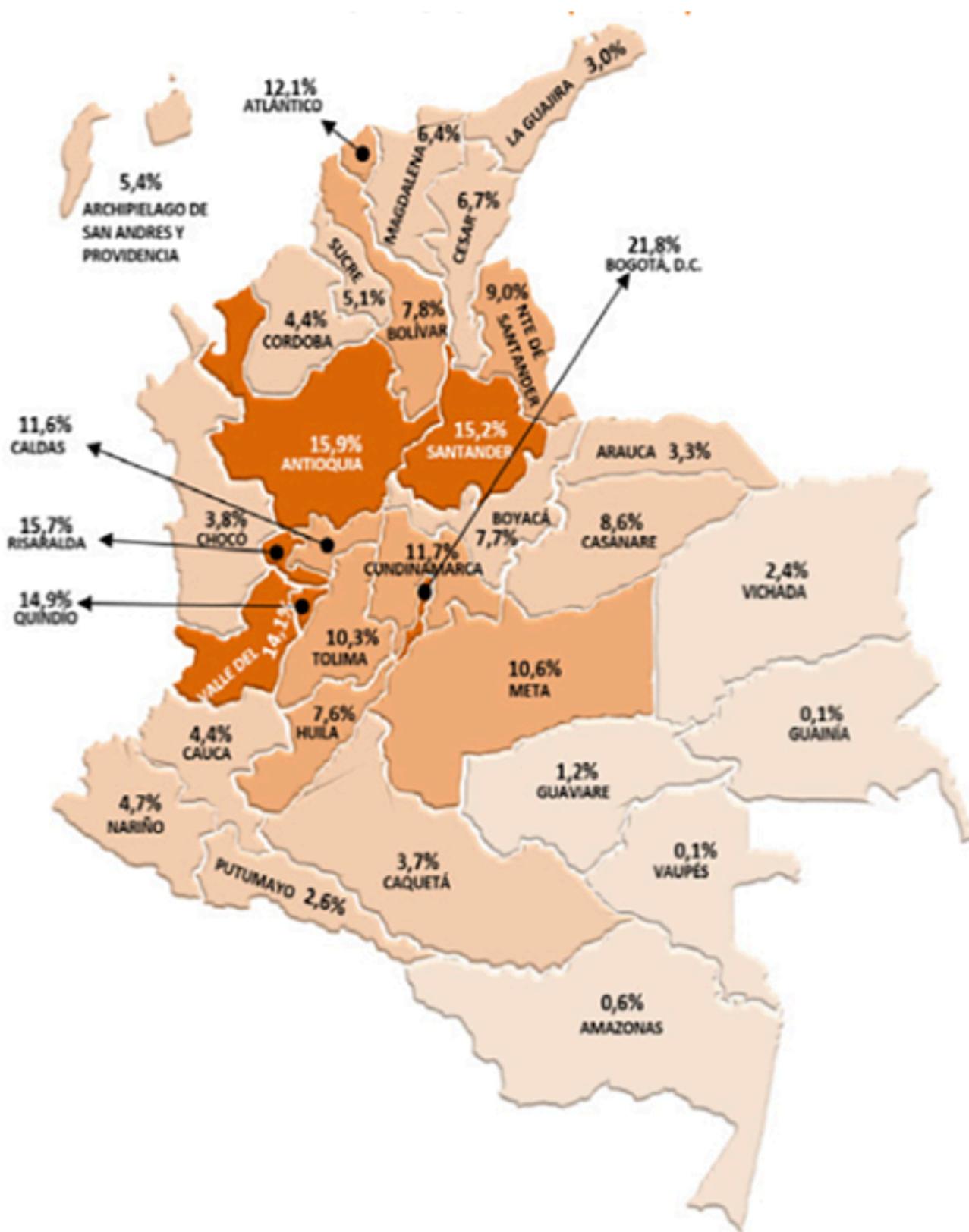
En las experiencias internacionales presentadas, se encuentran dos enfoques generales. El primero, adoptado por Uruguay y Venezuela; fue un enfoque en el que se contaba con un operador dominante público, que otorgaba subsidios para fomentar la expansión del servicio de Internet. El segundo, adoptado por Estados Unidos y Corea del Sur, consistía en el fomento de la competencia para lograr precios bajos, y en la negociación entre el ente regulador y los operadores para aumentar la penetración. En ambos enfoques se encontraron casos de éxito. Según lo presentado en la Tabla 1, Uruguay es líder en Latinoamérica en penetración de Internet. Por su parte, Corea del Sur es uno de los países más representativos de la OECD en esta materia.

Se encontró igualmente que factores como un bajo PIB, una alta tasa de analfabetismo o una alta tasa de pobreza representan obstáculos para la adopción de Internet; aunque un aumento en la penetración lograría una mejora en estos indicadores, según lo que se explicó, generándose así un círculo vicioso. En contraste, Corea del Sur, uno de los países con mayores índices de desarrollo, es un ejemplo en penetración de Internet, siendo una de sus factores favorables la alta comprensión de la población en asuntos de tecnología, con lo que se logró una mayor apropiación.

Considerando estas experiencias, es importante que en Colombia se continúe fortaleciendo el rol de la Comisión Nacional de Comunicaciones, teniendo en cuenta que el mercado está compuesto en su mayoría por operadores privados. De esta manera, se debe trabajar en fomentar la competencia para lograr mejores precios de acceso a los servicios y aumentar el despliegue de infraestructura, especialmente en aquellas zonas con baja penetración como se observa en la Figura 6. Además de esto, es importante trabajar en la apropiación, capacitando a la población en el uso de TICs, y creando y difundiendo aplicaciones pertinentes para la población.

### Figura 6

Índice de penetración de Internet fijo dedicado por departamentos y distrito capital en Colombia



Fuente: (MinTIC, 2017)

## 5. Metodología

Con el fin de tener una aproximación formal al problema de la penetración de Internet en Colombia, se plantea a continuación un juego basado en el modelo de duopolio de Bertrand. En dicho modelo existen dos únicos proveedores en el mercado cuya decisión es el precio de un producto determinado, que se elige de forma simultánea (Gibbons, 1993) (Chatterjee K. , 2014).

Las siguientes son las características del juego planteado:

- Es un juego estático con información completa
- Los jugadores son dos empresas que prestan el servicio de Internet (fijo o móvil) por suscripción.
- La decisión de cada empresa corresponde al precio mensual a cobrar por usuario  $p_i$ , que puede variar en el rango  $[0, \infty]$
- Se asume que ambas empresas toman una decisión racional.

La cantidad de suscripciones mensuales de una empresa viene dada por:

$$q_i(p_i, p_j) = a - p_i + b_j p_j \quad (1)$$

Donde:

- $p_i, p_j$ : precio por suscripción de una empresa y de su competencia, respectivamente
- $a$ : precio de monopolio por suscripción.
- $b_j$  : factor que determina qué tanta influencia tiene un precio elevado de la competencia en la cantidad demandada para la empresa. Varía dependiendo de la popularidad de la competencia en el mercado, de su servicio al cliente, calidad del servicio, entre otros factores. El desarrollo del modelo de Bertrand solo tiene sentido si  $0 < b < 2$ .

Para el modelo propuesto, se considerará que el costo marginal de proveer una suscripción de Internet es  $c_i$ , y que existe un costo fijo  $C_0$  que se debe asumir incluso si no hay suscripciones. De acuerdo a esto, la función de ganancia de un proveedor de servicio viene dada por:

$$\pi_i(p_i, p_j) = q_i(p_i, p_j)[p_i - c_i] - C_0 = [a - p_i + b_j p_j][p_i - c_i] - C_0 \quad (2)$$

Para efectos de la investigación, se asumirá una competencia entre dos operadores que operan en condiciones prácticamente iguales, esto es:

$$c_i \approx c_j = c; \quad b_i \approx b_j = b; \quad C_{0i} \approx C_{0j} = C_0 \quad (3)$$

De esta manera, se resuelve el modelo, obteniendo que los precios por suscripción con los que se obtiene el equilibrio de Nash para ambos proveedores están dados por:

$$p^*_1 = p^*_2 = (a + c) / (2 - b) \quad (4)$$

## 5.1. Problemática en zonas con poca población

Es importante considerar el efecto que tienen los costos fijos  $C_0$  en el resultado presentado en la Ecuación (4). Adicional a este resultado, para que el operador efectivamente perciba una ganancia positiva, se debe cumplir lo siguiente:

$$q_i(p^*_i - c_i) - C_{0i} > 0; \quad p^*_i / q_i > C_{0i} + c_i \quad (5)$$

Esta condición difiere del planteamiento original del modelo de Bertrand, en el que no se consideran costos fijos. Para el caso especial planteado en este artículo, entre menor sea el número de suscriptores, mayor debe ser el valor por suscripción para que el proveedor de Internet obtenga una ganancia positiva. Como se mencionó en una sección anterior, este es el caso de departamentos como Arauca, Caquetá, Chocó, La Guajira y Putumayo, donde la penetración de Internet no supera el 5 %.

De acuerdo a esto, incentivar la competencia y la llegada de nuevos operadores no es suficiente para aumentar la penetración, pues se entra en un círculo vicioso: los operadores pierden interés en prestar el servicio en este tipo de regiones y, como consecuencia de esto, los precios suben, generando una resistencia por parte de la población a adquirir una suscripción a Internet. Es por esto que es importante la intervención del ente regulador con acciones encaminadas en las siguientes líneas:

- Prestar apoyo económico para el despliegue de infraestructura y la prestación del servicio.
- Otorgar estímulos especiales a los operadores que presten el servicio en zonas poco pobladas (por ejemplo, facilidad para otorgar licencias de operación).

## 5.2. Comparación con modelos similares encontrados en la literatura

Modelo con varios proveedores y varios usuarios: En publicación de 2015, Nagurney propone un modelo de teoría de juegos con  $m$  proveedores de servicio de Internet y  $n$  usuarios, donde se pretende presentar un algoritmo para calcular el equilibrio de Nash para las utilidades obtenidas por los proveedores, cuando el precio de una suscripción es función de una tasa de uso máxima  $d$ , un nivel máximo de calidad  $q$  y un tiempo de duración de contratos  $T$ , esto es:

$$p_{ij} = p_{ij}(d, q, T) \quad (6)$$

siendo  $p_{ij}$  el precio de una suscripción prestada por un proveedor  $i$  a un usuario  $j$ . Por tanto, la utilidad del operador  $i$  está dada por:

$$U_i = \sum_n p_{ij} T_{ij} D_{ij} - \sum_n c_{ij} \quad (7)$$

siendo  $c_{ij}$  el costo que asume el operador  $i$  para proveerle una suscripción a un usuario  $j$ . Dada la complejidad del modelo, los autores proponen el uso de Matlab y el método de Euler para encontrar una solución numérica dados unos parámetros fijos.

Este modelo es más flexible que el contenido en el presente artículo, debido a que considera varios usuarios y varios operadores, y considera el precio escogido como una función de la tasa de uso, la calidad del servicio y el tiempo de duración del contrato, lo que hace igualmente que el desarrollo sea más complejo (Nagurney, Saberi, Wolf, & Nagurney, 2015).

Modelo en dos etapas aplicado a telefonía móvil: En publicación de 2014, Yu y Kim, exploran el problema de la variación de precios mediante aplicación de subsidios por parte de Operadores de Telefonía Móvil (OTM), en un modelo de teoría de juegos dadas las siguientes condiciones:

- Hay  $M$  usuarios, que pueden elegir al operador dependiendo de la calidad del servicio y del precio. La selección de los usuarios está dada por una distribución aleatoria.
- Hay dos operadores que prestan el servicio
- El juego se da en dos etapas: en la primera se aplica el modelo de Cournot, donde se elige la capacidad (relacionada con la calidad de servicio). En la segunda se aplica el modelo de Bertrand, en la cual se elige el precio del servicio.

Los autores describen en el modelo la variación de los precios ofrecidos que se experimenta en el mundo real. Con el fin de evitar esta inestabilidad y mejorar la eficiencia de los operadores, y, por ende, el bienestar de los usuarios, se propone la aplicación de impuestos para regular los precios (Yu & Kim, 2014).

Comparando con el modelo presentado en el presente artículo, el modelo de Yu y Kim considera adicionalmente la calidad del servicio de telefonía al añadir una etapa basada en el modelo de Cournot al juego. A pesar de que este modelo aplica para telefonía móvil, puede dar una guía para la regulación de precios en la prestación del servicio de Internet.

---

## 6. Resultados

De acuerdo a las experiencias recopiladas previamente y al modelo de teoría de juegos planteado, se distinguen los siguientes desafíos en materia regulatoria en el país, con el fin de lograr un aumento en la tasa de penetración de Internet:

Definir estímulos atractivos para que más operadores se interesen en prestar el servicio en regiones con baja población de modo que haya más competencia y se pueda prestar el servicio a precios accesibles para la población.

Articular estrategias más allá de una ampliación de la cobertura, como la creación de contenidos digitales pertinentes para la población, así como la consolidación de programas de fomento al sector productivo, para que se aproveche al máximo el uso de Internet.

Identificar factores que limiten la adopción de Internet diferentes a la capacidad de pago, como dificultad de instalación de infraestructura en zonas de difícil acceso, falta de apropiación por parte de la población debido a la falta de capacitación en el uso de herramientas TIC o por ausencia de contenidos digitales que sean de utilidad..

---

## 7. Conclusiones

La tasa de penetración en Colombia lo ubica en el puesto 67 a nivel mundial, mientras que Uruguay es el puesto 37. De esta manera, se hizo un análisis de los enfoques planteados en los países estudiados, encontrando casos de éxito tanto en los países donde se optó por el fortalecimiento de un operador público, como en aquellos donde se optó por fomentar la competencia entre operadores privados.

Se planteó de forma seguida un modelo de teoría de juegos con el fin de tener un acercamiento formal al problema, partiendo del modelo de duopolio de Bertrand, con lo que fue posible hacer una estimación del impacto de los costos fijos  $C_{0i}$  en el precio final del servicio, analizando cómo incidiría esto en los usuarios, especialmente en aquellos pertenecientes a zonas poco pobladas. El modelo planteado se comparó con otros dos similares encontrados en la literatura, que abordaban problemas similares, y en los que se

encontró la consideración de más factores además del precio del servicio, como la calidad del o el tiempo de duración de los contratos, lo que hacía que su desarrollo fuera más complejo.

Finalmente, se hizo un resumen de los retos de Colombia en materia regulatoria para aumentar la penetración de Internet en la población, de modo que es importante que el ente regulador trabaje en los frentes de fomento de expansión de infraestructura, fomento de la competencia y aumento de la apropiación del servicio.

---

## Referencias bibliográficas

- Alberti, H. G., & Carrillo, J. (2012). Penetration of Internet and its strategically use in SMEs companies: Case study: Uruguay. *7th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, (pp. 1-6). Madrid, España.
- Chatterjee, K. (2014). Game Theory and Business Applications. En K. Chatterjee, & W. Samuelson, *Game Theory and the Practice of Bargaining* (Vol. 194, págs. 189-206). Stanford University.
- CRC. (Diciembre de 2010). *Documento de Análisis Regulación de Infraestructura y Centro de Conocimiento de la Industria*. Recuperado el 15 de 11 de 2017, de Comisión de Regulación de Comunicaciones: [https://www.crc.com.co/recursos\\_user/Documentos\\_CRC\\_2011/Actividades%20Regulatorias/AgendaRegulatoria/2011/DocumentoAnalisisIndustria.pdf](https://www.crc.com.co/recursos_user/Documentos_CRC_2011/Actividades%20Regulatorias/AgendaRegulatoria/2011/DocumentoAnalisisIndustria.pdf)
- Dutta, S., Geiger, T., & B., L. (2015). *The Global Information Technology Report 2015*. Recuperado el 12 de 07 de 2017, de World Economic Forum: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Global\\_IT\\_Report\\_2015.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_IT_Report_2015.pdf)
- Geovanny, C., & Suarez, L. (2008). Factors affecting Internet adoption in latin america. *Third International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology 2008, 2*, (pp. 947-951). Busan, Corea del Sur.
- Gibbons, R. (1993). *Un primer curso de teoría de juegos*.
- InfoDev. (2011). *Telecommunications regulation handbook*. Recuperado el 15 de 01 de 2018, de infoDev (Program): [http://www.infodev.org/infodev-files/resource/InfodevDocuments\\_1057.pdf](http://www.infodev.org/infodev-files/resource/InfodevDocuments_1057.pdf)
- ITU. (2011). *Telecommunications regulation handbook*. Recuperado el 15 de 09 de 2017, de ITU: <http://www.itu.int/dms pub/ itu-d/opb/pref/D-PREF-TRH.1-2011-PDF-E.pdf>
- Katz, R. L., & Berry, T. A. (2014). *Driving Demand for Broadband Networks and Services*. Switzerland: Springer International Publishing.
- Kim, C. (2010). A study of Internet Penetration Percents of Africa using digital divide models. *Proceedings of PICMET '10: Technology Management for Global Economic Growth (PICMET)*, (pp. 1-11). Phuket, Tailandia.
- Koh, J., Shin, S., Om, K., & Kim, I. (2009). Analysis of the Broadband Internet Penetration in South Korea: Drivers and Challenges. Agent and Multi-Agent Systems: Technologies and Applications. KES-AMSTA 2009, *Lecture Notes in Computer Science* , 5559, 490-499.
- Kurniawan, A., & Wartika, E. (2012). Evaluation of access technology to speed-up Internet penetration in remote areas, case study: Community access point in Regency of Garut, West Java. *7th International Conference on Telecommunication Systems, Services, and Applications (TSSA)*, (pp. 351-355). Bail, Indonesia.
- Kurniawan, A., Zakia, I., Wartika, E., & Austin, A. G. (2015). Accelerating Internet penetration to rural areas: A government-sponsored Internet-kiosks deployment project in Garut Regency, West Java of Indonesia. *9th International Conference on Telecommunication Systems Services and Applications (TSSA)*, (pp. 1-6). Bandung, Indonesia.
- Kwong, K. H., Ngoh, A. T., Chieng, D. H., & Abbas, M. (2011). WiFied up Malaysia villages: A case study of using WiFi technology to increase Internet penetration rate in Malaysia rural areas. *IEEE 10th Malaysia International Conference on Communications (MICC)*, (pp. 7-12). Kota Kinabalu, Malasia.
- Lechman, E. (2015). *Information and communication technologies diffusion patterns in*

*developing countries: Empirical evidence*. Springer International Publishing.

MinTIC. (Julio de 2016). *Reporte de la Industria del Sector TIC 2015*. Recuperado el 02 de 10 de 2017, de MIntic: [http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-15957\\_archivo\\_pdf.pdf](http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-15957_archivo_pdf.pdf)

MinTIC. (Julio de 2017). *Boletín Trimestral de las TIC*. Recuperado el 15 de 02 de 2018, de MinTIC: [http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-55212\\_archivo\\_pdf.pdf](http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-55212_archivo_pdf.pdf)

Nagurney, A., Saberi, S., Wolf, T., & Nagurney, L. S. (2015). A Game Theory Model for a Differentiated Service-Oriented Internet with Duration-Based Contracts . *14th INFORMS Computing Society Conference*, (pp. 15-29). Richmond, Estados Unidos de America.

Yu, S. M., & Kim, S.-L. (2014). Game-Theoretic Understanding of Price Dynamics in Mobile Communication Services. *IEEE Transactions on Wireless Communications* , 13 (9), 5120-5131.

---

1. Ingeniero Electrónico, Universidad Nacional de Colombia. Estudiante Maestría en Telecomunicaciones, Universidad Nacional de Colombia. [nicolasasosa@unal.edu.co](mailto:nicolasasosa@unal.edu.co)

2. Ingeniero de Sistemas, Universidad Autónoma de Colombia. Magister en Economía. Magister en Teleinformática. Phd. en Estudios Políticos. Phd en Ingeniería Informática. Profesor Titular y Director del grupo de investigación Internet Inteligente, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [osalcedo@udistrital.edu.co](mailto:osalcedo@udistrital.edu.co)

3. Ingeniero Electrónico, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Especialista en Teleinformática. Magister en Administración. Profesor Asociado e integrante del grupo de investigación GIIRA, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [jmsanchezc@udistrital.edu.co](mailto:jmsanchezc@udistrital.edu.co)

---

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 39 (Nº 33) Año 2018

[Índice]

[En caso de encontrar un error en esta página notificar a [webmaster](#)]

©2018. revistaESPACIOS.com • ®Derechos Reservados