

DINÁMICAS Y ESTRUCTURAS QUE CARACTERIZAN EL COMPORTAMIENTO DEL MERCADO DE ACCESO BANDA ANCHA AL SERVICIO DE INTERNET RESIDENCIAL EN COLOMBIA

Luis Alejandro Flétscher Bocanegra

Universidad Católica Popular del Risaralda, Pereira, (Colombia)

Luciano Gallón

Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín (Colombia)

Resumen

Este artículo presenta algunos de los resultados finales obtenidos en el proyecto de investigación “Modelo del Mercado de Acceso Banda Ancha al Servicio de Internet Residencial en Colombia: una Aproximación desde la Dinámica de Sistemas”. Particularmente se hace énfasis en las dinámicas y estructuras que caracterizan el mercado de interés, que se lograron identificar a partir del diagrama de flujos y niveles planteado y las simulaciones realizadas con el software Vensim PLE Versión 5.8c, aplicación especializada en el enfoque de la dinámica de sistemas.

Palabras clave: Dinámica de sistemas, banda ancha, mercado de TICS

Abstract

This article presents some of the final results obtained in the research project “Model of Broadband Access Market for Residential Internet Service in Colombia: an Approach from the Systems Dynamics”. It particularly emphasizes the dynamics and structures that characterize the market and could be identified from the flows and levels diagram and the simulations with Vensim PLE, specializing software in the implementation of the dynamic systems approach.

Keywords: System dynamics, broadband, ICT markets

Introducción

El proyecto de investigación “Modelo del Mercado de Acceso Banda Ancha al Servicio de Internet Residencial en Colombia: una Aproximación desde la Dinámica de Sistemas”, del que se deriva este artículo, busca comprender las causas estructurales que provocan el comportamiento del sistema de interés, de forma tal que sea posible, a partir del análisis de las diferentes interacciones, determinar sus dinámicas de comportamiento.

De esta manera, el artículo presenta en sus primeras secciones una aproximación al objetivo del proyecto y la metodología seguida para la generación del diagrama de flujos utilizado en las simulaciones. Seguidamente se analizan algunos de los resultados obtenidos, haciendo énfasis en las dinámicas observadas en el mercado y las estructuras que soportan el comportamiento del mismo, para culminar con las conclusiones extraídas del desarrollo de la investigación.

Descripción del proyecto

Tal como se presentó en Gallón & Flétscher (2009), la formulación del modelo busca encontrar *¿Qué nuevas formas de comprensión, planeación y gestión de las dinámicas del mercado de acceso con banda ancha al servicio de Internet residencial en Colombia se pueden identificar o proponer mediante el modelado con Dinámica de Sistemas?*, asumiendo para ello una posición que permitiera entender las telecomunicaciones como un fenómeno que no es exclusivamente tecnológico.

De esta forma, para el desarrollo del proyecto se siguió la metodología planteada por la Dinámica de Sistemas, la cual, más allá de presentar un modelo que se ajuste a datos históricos, lo que persigue es el conocimiento de la lógica interna y de las relaciones que se presentan al interior del objeto de estudio, buscando entenderlo como un todo más que como la suma de sus partes constitutivas (Sterman, 2000).

Metodología de desarrollo

Para la elaboración del modelo se combinaron los enfoques propuestos por Aracil (1995) y Sterman (2000), que a grandes rasgos involucran las siguientes etapas:

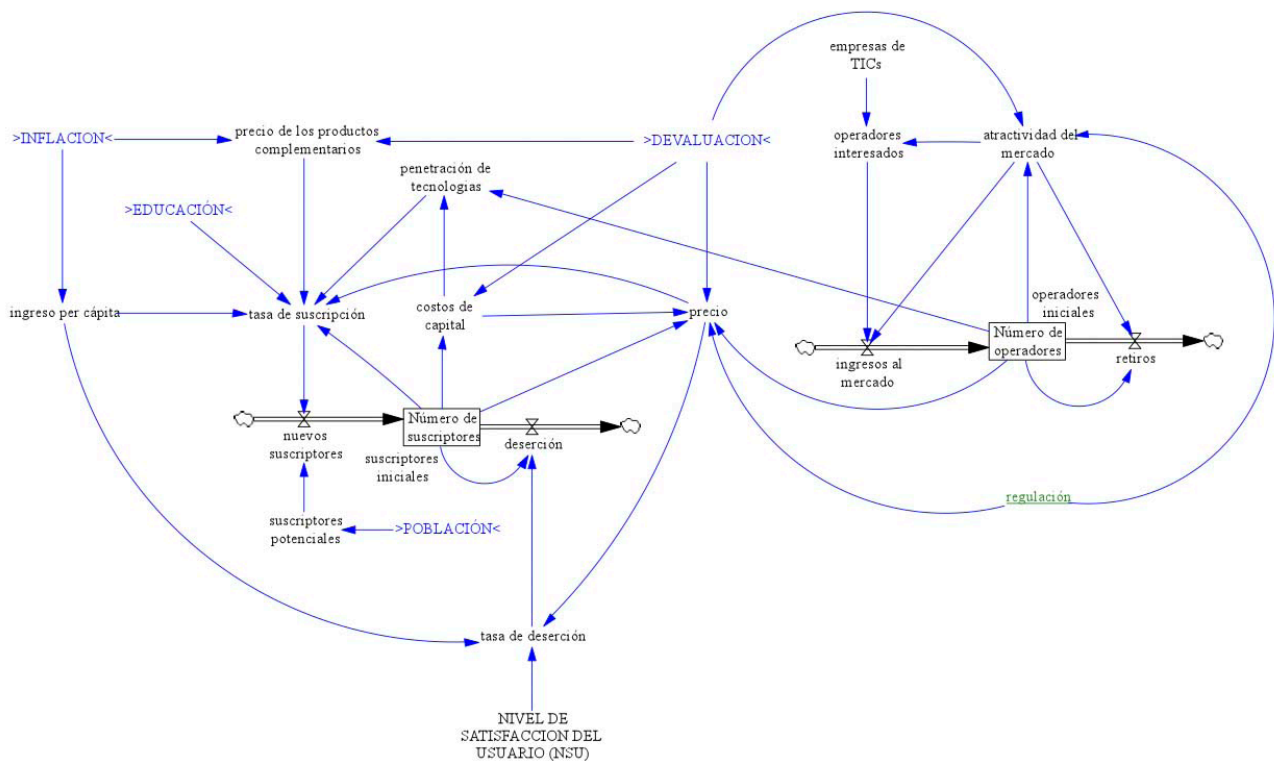
1. *Conceptualización*. Para el abordaje de esta etapa se llevó a cabo una revisión sistemática de los estudios emanados por los entes gubernamentales, tanto a nivel sectorial como económico y social, tratando de ir consolidando una visión sistémica del sector que permitiera entender su dinámica propia reflejada en el denominado diagrama de influencias. Un análisis detallado del proceso realizado se puede encontrar en: Gallón & Flétscher (2009).
2. *Formulación del modelo*. Después de construir el diagrama de influencias se procedió a establecer mediante un lenguaje formal el denominado diagrama de flujos y niveles, a partir del cual se escribieron las ecuaciones que parametrizan el comportamiento del modelo y se reflejan mediante una formulación informática (presentado en: Gallón & Flétscher (2009a)).
3. *Evaluación del modelo*. Construido el modelo fue necesario depurarlo para seguidamente proceder a realizar las diversas simulaciones y plantear los posibles escenarios de estudio. A su vez esta etapa estuvo constituida por las siguientes fases:
 - Confrontación del modelo con expertos.
 - Estabilización del modelo.
 - Identificación de elementos clave.
 - Campaña de simulación y planteamiento de posibles escenarios.

Una vez surtidas estas etapas, se logró obtener la representación del mercado expresada en el diagrama de flujos y niveles mostrado en la figura 1, el cual, conjuntamente con la parametrización de la tabla 1 y las campañas de simulación permitieron obtener los resultados para el periodo comprendido entre los años 2000 y 2008 (24 periodos trimestrales), que se presentan en las posteriores secciones de este artículo.

Tabla 1. Parametrización definitiva del modelo

VARIABLE	PARAMETRIZACIÓN
Educación	Valor que cambia en el rango comprendido entre 0 y 1. Su asignación inicial es 0.7
Atractividad del Mercado	$1 - (0.5 * regulacion - >DEVALUACION< + (Numero\ de\ operadores / 100))$
Operadores Interesados	$empresas\ de\ TICs * atractividad\ del\ mercado$
Regulación	Valor que cambia en el rango comprendido entre 0 y 1. Su asignación inicial es 0.5
Precio	
Costos de capital	$(0.6 * Número\ de\ suscriptores / 30000) + (0.4 * >DEVALUACION<)$
Penetración de tecnologías	$1 - ((Número\ de\ operadores / 40) - costos\ de\ capital)$
Precio de los productos complementarios	$0.4 * >INFLACION< + 0.6 * >DEVALUACION<$
Ingreso per cápita	$1 - (5 * >INFLACION<)$
Suscriptores potenciales	$0.2 * >POBLACION<$
Tasa de suscripción	
Tasa de deserción	
NIVEL	PARAMETRIZACIÓN
Número de suscriptores	$nuevos\ suscriptores - deserción$
Número de operadores	$ingresos\ al\ mercado - retiros$
FLUJO	PARAMETRIZACIÓN
Deserción	$Número\ de\ Suscriptores * tasa\ de\ deserción$
Nuevos Suscriptores	$Suscriptores\ potenciales * tasa\ de\ suscripción$
Ingresos al mercado	$operadores\ interesados * atractividad\ del\ mercado$
Retiros	$Numero\ de\ operadores * atractividad\ del\ Mercado$

Figura 1. Diagrama de flujos definitivo



Dinámicas del mercado

Como se ha planteado en la metodología, las tendencias dinámicas presentes en un sistema complejo surgen a partir de sus estructuras causales y de las interacciones entre los diferentes elementos que lo conforman, generando de forma acumulada las tendencias dinámicas del sistema total.

En esta sección se analiza el comportamiento de los principales elementos del mercado objeto de estudio, enfatizando en su comportamiento dinámico a lo largo del tiempo.

Dinámica de la demanda

La demanda se encuentra representada primordialmente por los suscriptores, y su comportamiento estará influenciado por diversas variables como las tasas de suscripción y deserción, los nuevos

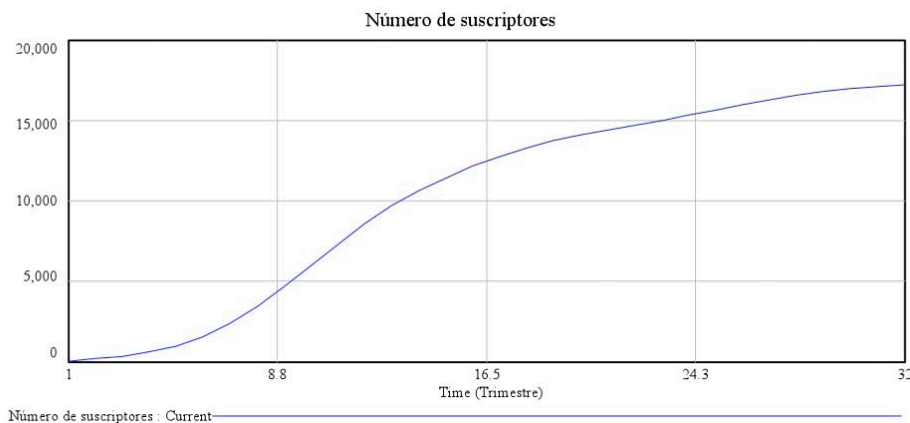
suscriptores y los retiros que se presenten en cada periodo. Seguidamente se analizará el comportamiento de los elementos más relevantes.

Número de suscriptores

Dentro de este grupo de variables se contarán todas aquellas relacionadas con los aspectos económicos, tecnológicos y de intención que influyen en el comprador a la hora de tomar una decisión respecto a la consecución de un bien o servicio.

La figura 2 presenta el comportamiento del nivel número de suscriptores a lo largo del periodo de simulación. Dentro de los aspectos relevantes se observa un crecimiento lento durante los trimestres iniciales, fenómeno que se asocia con la introducción del nuevo servicio a los hogares, los cuales si se recuerda, hasta el año 2000 manejaban en su mayoría conexiones conmutadas.

Figura 2. Comportamiento de la variable Número de Suscriptores. Fuente: Elaboración propia.

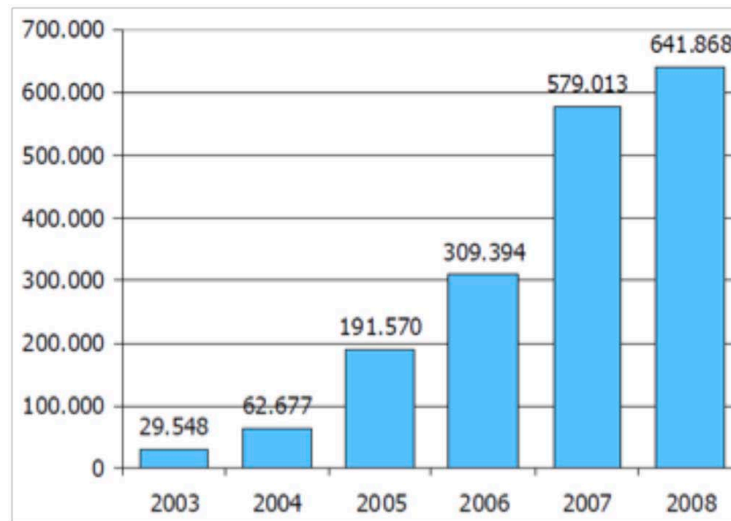


A partir del segundo año se observa una etapa en la que la banda ancha toma fuerza, presentándose un crecimiento pronunciado en el número de usuarios. Si bien es cierto el comportamiento creciente se mantiene, después del periodo 24 de simulación, este tiende a estabilizarse en torno a un valor límite definido principalmente por la cantidad máxima de suscriptores que podrán

tomar el servicio y la consecuente saturación del mercado.

La figura 3 muestra la evolución real de este mercado de acuerdo a la información suministrada por la CRC (Comisión de Regulación de Comunicaciones), antigua CRT, en la que se percibe un comportamiento similar al presentado por el modelo.

Figura 3. Evolución de suscriptores de internet en Colombia 2002-2008. Fuente: CRT (2009).
Informe trimestral de Conectividad N. 15 - Mayo de 2009 – CRT



Nuevos suscriptores y tasa de suscripción

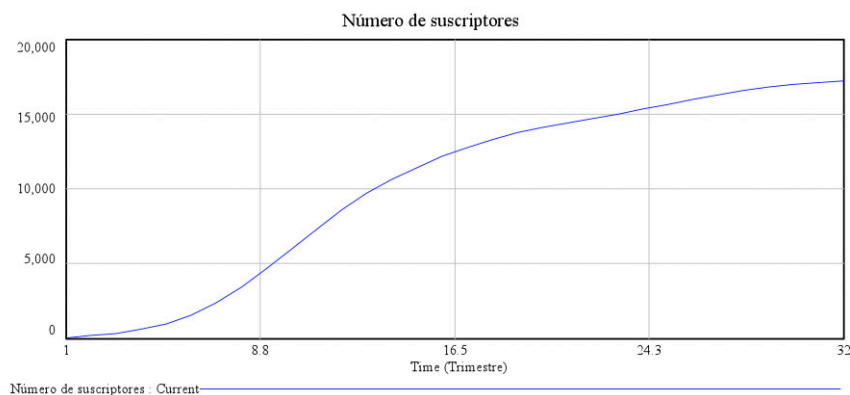
En lo que hace referencia a los nuevos suscriptores del servicio y la tasa a la que se suscriben, las figuras 4 y 5 permiten observar que el comportamiento de estas variables tiene un crecimiento pronunciado durante los primeros periodos de simulación, tendiendo a estabilizarse hacia el final.

Este primer periodo de crecimiento constante se puede explicar a raíz de la situación que se presenta en los mercados tecnológicos donde un servicio posee un mayor interés para el usuario sólo en el momento

en que más usuarios empiezan a utilizarlo, generándose de esta manera una realimentación positiva que incentiva el desarrollo del mercado que se está analizando, pero llegando a periodos en los que las limitaciones en la capacidad de las redes introducen una desaceleración en el crecimiento, hasta que se despliega nueva infraestructura que permita llevar el servicio a una mayor población.

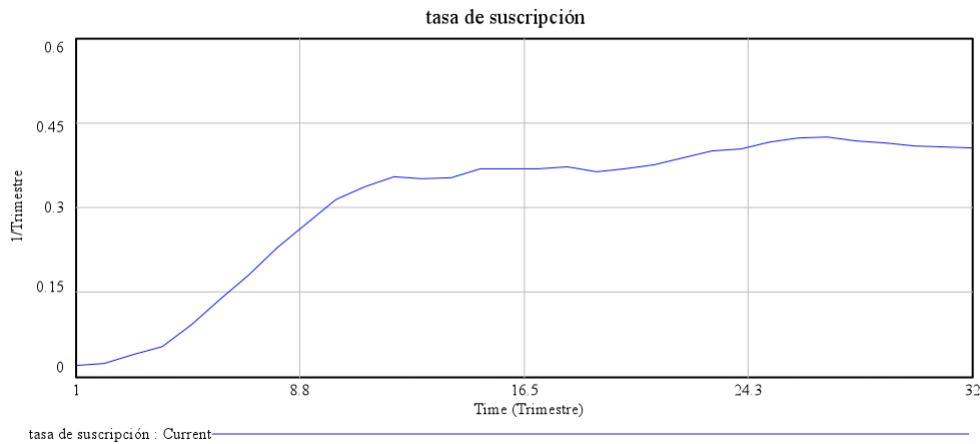
Finalmente, el sistema llegará a un punto en el que se alcanza un número estable de usuarios, dejándose de presentar un crecimiento y alcanzado un límite a la expansión del mercado.

Figura 4. Comportamiento de la variable nuevos suscriptores.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Comportamiento de la tasa de suscripción. Fuente: Elaboración propia



Dinámica de la oferta

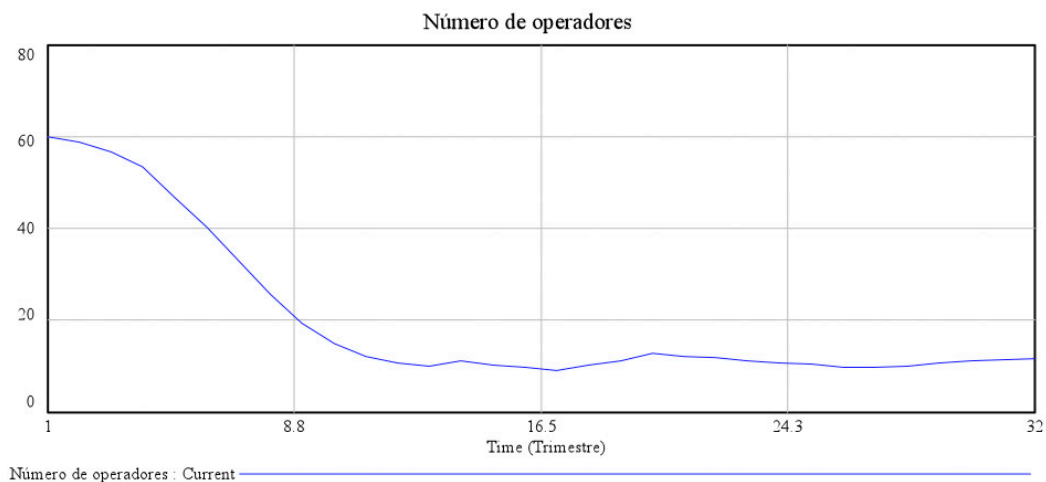
Así como es importante analizar los aspectos relacionados con la demanda del servicio, de la misma manera se hace prioritario determinar los comportamientos que gobiernan la oferta, ya que la cantidad de operadores y sus intenciones de participar en el mercado, serán determinantes en aspectos como la masificación y el efectivo impacto que este tenga en el desarrollo del país.

A continuación se presenta el análisis de los resultados obtenidos a partir de la simulación.

Número de operadores

La figura 6 presenta el comportamiento del nivel número de operadores, observándose cómo inicialmente el sector se encuentra compuesto por una cantidad considerable de empresas que en el ámbito nacional ofrecen el servicio de acceso banda ancha a internet en el sector residencial, presentándose posteriormente un decremento pronunciado que lleva hasta un punto de estabilización en el cual quedan unas pocas empresas que compiten por el mercado.

Figura 6. Comportamiento de la variable número de operadores. Fuente: Elaboración propia.



Este fenómeno se explica por la tendencia natural de los mercados de tecnología, en los cuales las grandes inversiones en infraestructura obligan a las pequeñas empresas a fusionarse o, en el peor de los casos, a dejarse absorber por otras de mayor tamaño, hasta que el mercado se decanta con unos pocos competidores que ejercen en muchos casos posiciones de dominio.

Estructuras que soportan el mercado

Una vez analizadas las dinámicas de los elementos del modelo, es importante conocer las estructuras que causan dichos comportamientos para, a partir de ellas, tratar de determinar cuáles son los aspectos clave que se debe tener en cuenta en la generación de políticas sectoriales.

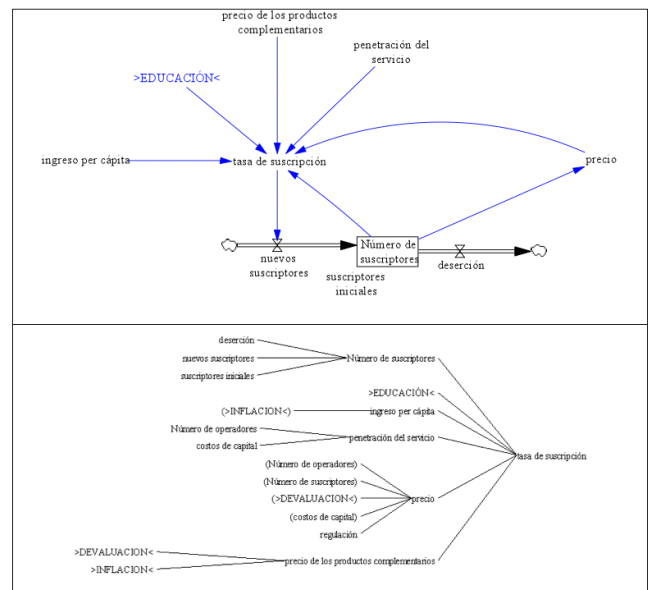
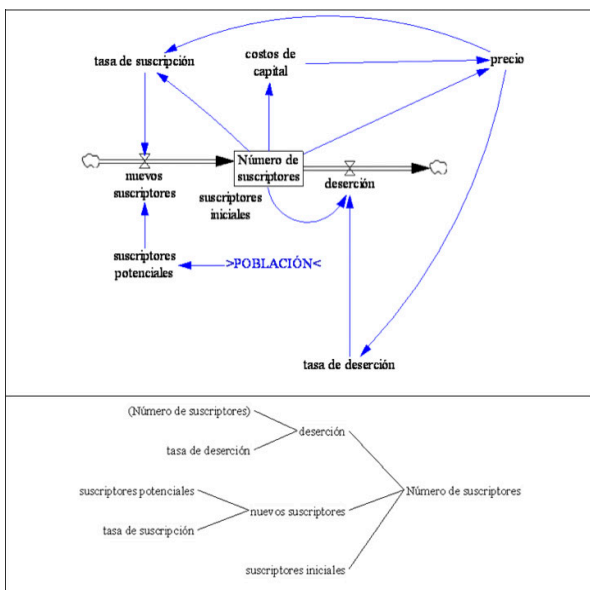
Manteniendo coherencia con la directriz planteada en el análisis anterior, se realiza un abordaje separando los aspectos asociados a la oferta y a la demanda, sin embargo, es conveniente aclarar que esto se hace sólo para facilitar la comprensión de los resultados, ya que precisamente la potencialidad de la Dinámica de Sistemas se encuentra en la visión global que permite obtener del mercado de interés.

Análisis estructural de la demanda

Como se presentó en la figura 2, el número de suscriptores presenta crecimiento a lo largo de los periodos de simulación, siendo desacelerado en sus inicios, con un periodo de gran crecimiento y finalmente tiende a estabilizarse en torno a un valor máximo. La tabla 2 presenta la estructura general que provoca el comportamiento del número de suscriptores, al igual que sus precedencias.

Tabla 2. Estructuras que provocan el comportamiento del número de suscriptores Fuente: Elaboración propia.

Estructuras que provocan el comportamiento del número de suscriptores



A partir de la tabla 2 se observa cómo la dinámica de la oferta se encuentra influenciada por una serie de ciclos positivos y negativos que tienen mayor o menor influencia en ciertas etapas del proceso. Por ejemplo, durante los primeros meses de introducir el servicio al mercado los costos de capital en los que incurren los operadores son altos debido a la necesidad de tener penetración en zonas en las que

hasta el momento no había, este fenómeno se ve reflejado en precios altos y por consiguiente la tasa de suscripción es baja, provocando un crecimiento lento.

Una vez superada la introducción del servicio y lograda una masa crítica de usuarios, se genera una etapa de crecimiento acelerado motivada,

entre otras cosas, por la influencia positiva que causa el número de suscriptores en la tasa de suscripción. De igual manera, si bien los costos variables tenderían a ser mayores al contar con más suscriptores, las economías de escala limitan su influencia negativa y por el contrario, un mayor número de usuarios le da la posibilidad al operador de plantear precios más atractivos buscando así la fidelidad frente al servicio que ofrece.

Este fenómeno de crecimiento acelerado se presenta hasta un punto en el que las estructuras de realimentación negativa tienden a estabilizarlo en torno a un valor límite. Comportamiento que se presenta debido al agotamiento de la infraestructura que la empresa había desplegado inicialmente, lo que obliga a la realización de nuevas inversiones, desacelerando este crecimiento. Finalmente se llega a un punto en que captar nuevos suscriptores no es tan fácil debido a que el mercado está saturado, presentándose crecimientos marginales a una tasa muy baja.

Análisis estructural del precio y el impacto de la regulación

Un elemento que merece especial atención es el precio, ya que su comportamiento tiene gran influencia en la dinámica de la oferta. La tabla 3 presenta una visión estructural de la conformación de esta variable.

En primera instancia es importante mencionar que el precio es elemento común entre la oferta y la demanda, articulándose por tanto como dinamizador y punto de reflexión de las decisiones que los proveedores toman y sus consecuentes implicaciones en el comportamiento de los usuarios.

Si se realiza un análisis sobre las incidencias en la dinámica de esta variable, se observa que además de las macroeconómicas, las relacionadas con los proveedores son las que determinan su comportamiento, siendo vital entonces el equilibrio que pueda imponer el ente regulador para evitar abusos y proteger a los sectores menos favorecidos a través de la imposición de subsidios.

Estructuras que provocan el comportamiento del precio

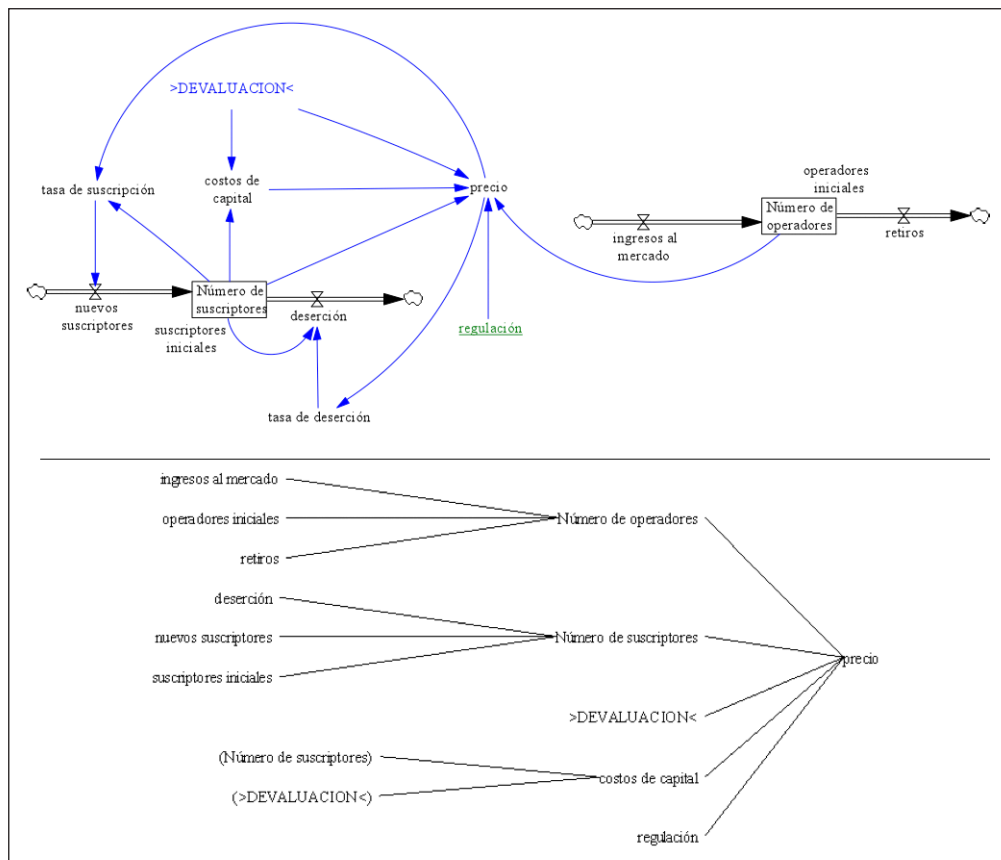
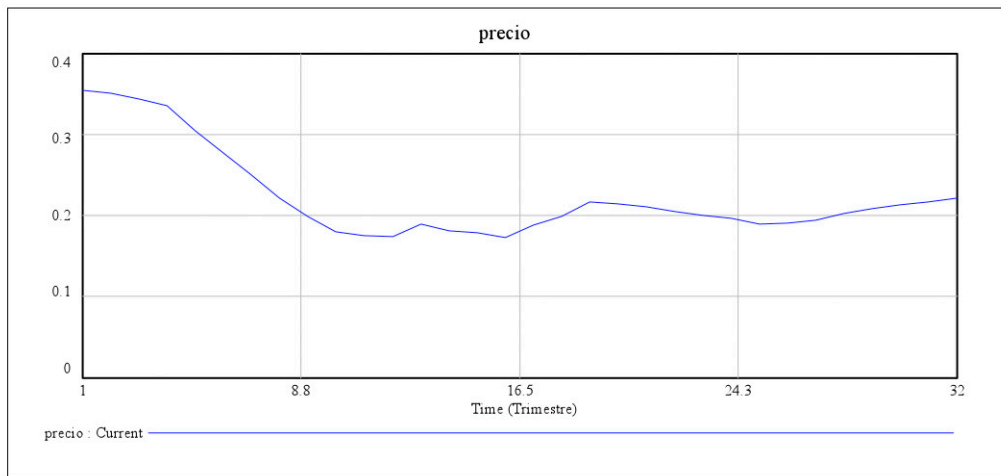


Tabla 3. Estructuras relacionadas con el precio.

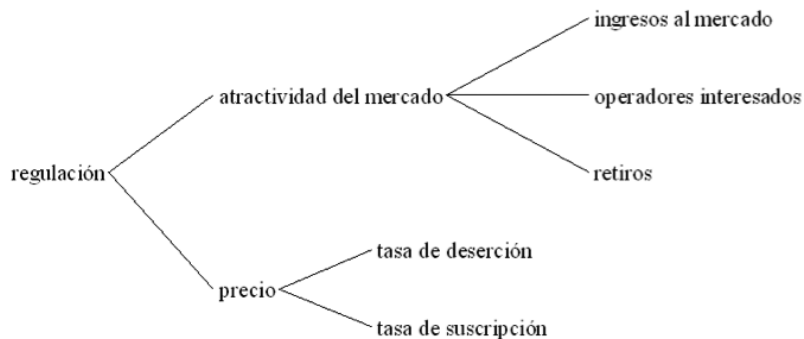


Fuente: Elaboración propia.

De igual manera, si se analiza la influencia de la regulación en el sistema (figura 7), se observa que las decisiones tomadas por el ente regulador tendrán un impacto indirecto tanto en el comportamiento de la

oferta como de la demanda, siendo por lo tanto uno de los temas prioritarios, la fijación de políticas, que sin desmotivar la participación de operadores en el mercado, lleven a un crecimiento en la tasa de suscripción.

Figura 7. Influencia de la regulación en el sistema.



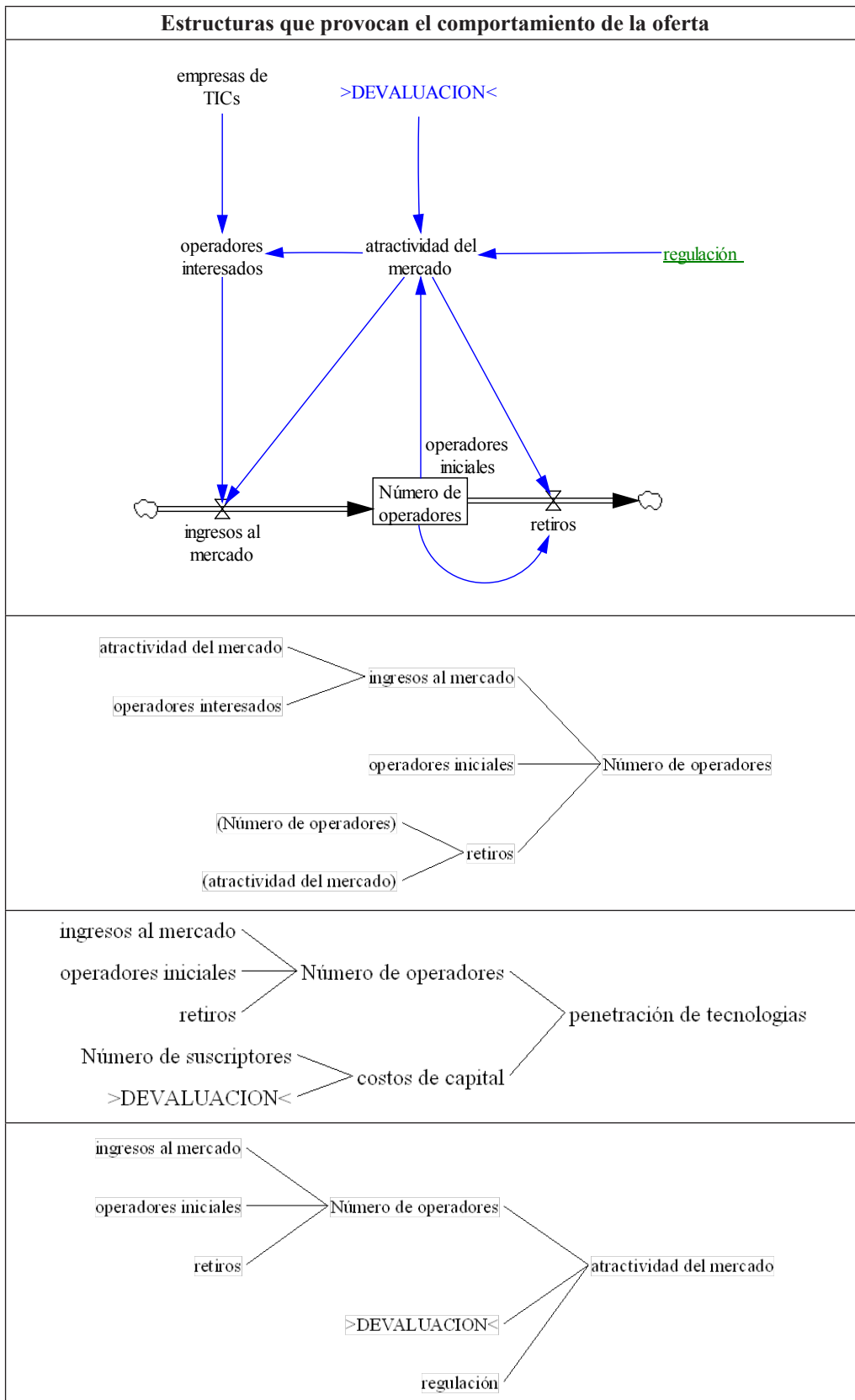
Fuente: Elaboración propia

Análisis estructural de la oferta

Desde el punto de vista de la oferta, en la tabla 4 se presentan las relaciones que provocan su comportamiento.

Inicialmente se ve cómo la atractividad del mercado tiene incidencia directa sobre la cantidad de operadores interesados en ingresar a éste, atractividad que se configura como resultado de la presencia de variables como la devaluación, el número de competidores y la regulación.

Tabla 4. Estructuras relacionadas con la oferta.



Fuente: Elaboración propia.

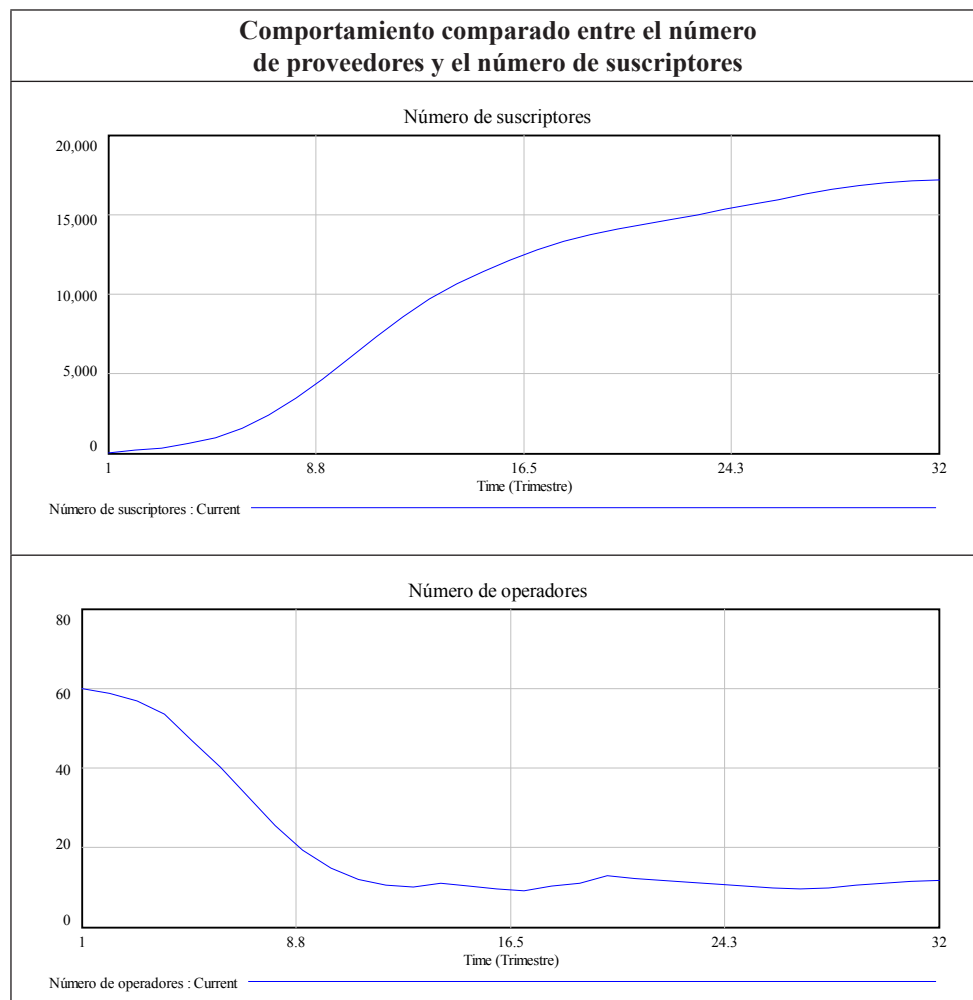
Estos dos últimos elementos son los que llevan a que, al principio, la cantidad de empresas interesadas en prestar el servicio sean muchas, ya que es posible acceder a nichos de usuarios particulares con inversiones relativamente bajas, a la vez que las barreras legales para establecerse como proveedor no son tan fuertes como sucede en otros servicios como el de telefonía móvil.

Sin embargo, una vez superada la etapa inicial de prestación de servicios, se empieza a presentar una demanda mayor por parte de los usuarios, las necesidades de inversión en infraestructura también crecen y el mercado tiende a ser dominado por los grandes proveedores que son capaces de aprovechar

las ventajas que ofrecen las economías de escala y los socios tecnológicos, para hacer frente a escenarios de tarifas controladas como las que la regulación impone.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, en la tabla 5 se observa que a medida que se da un crecimiento pronunciado en el número de suscriptores, la cantidad de operadores en el mercado tiende a reducirse, ya que la demanda de inversión crece y solo las empresas capaces de soportar este ritmo pueden consolidar una posición competente. Este comportamiento es el que provoca que finalmente queden unos pocos operadores en el mercado y una tendencia hacia estructuras oligopólicas o monopólicas.

Tabla 5. Comportamiento comparado entre número de proveedores y número de suscriptores.



Fuente: Elaboración propia.

Si bien es cierto se pueden establecer mecanismos para incentivar la presencia de operadores, esta estructura es muy difícil de cambiar, ya que los nuevos ingresos al mercado se dan generalmente por parte de competidores multinacionales que en muchos casos lo que hacen es absorber capacidad tecnológica de operadores medianos y estructurarlos como una única y nueva compañía.

Para evitar abusos en este tipo de estructuras se requiere que el ente regulador asuma una posición activa dentro del mercado, generando políticas que potencien la competencia y prestación de servicios de forma independiente a la infraestructura física requerida, como por ejemplo la desagregación del bucle de abonado y la flexibilización en la conformación de prestadores de servicios de valor agregado (Calviño, 2006).

Conclusiones

Como primer elemento a resaltar dentro de las dinámicas del mercado y que difieren a las tradiciones, se observa el papel que desempeña la educación en el comportamiento de la demanda, entendiendo esta educación tanto en su concepción tradicional (desde el punto de vista de la formación), como también en lo relacionado con la capacidad de apropiar y maximizar la utilidad de las tecnologías disponibles. Para ello es importante desarrollar programas que permitan a la comunidad conocer y manejar las herramientas TIC que hay en la actualidad, ya que si bien el acceso a ellas es un factor importante, la capacidad de generar transformaciones sociales fruto de su aplicación lo es más todavía.

Bajo esta perspectiva, sería importante prestar atención a la recopilación de información puntual sobre variables no tradicionales que puedan servir de insumo para análisis como el que se desarrolló en este proyecto. Por ejemplo, si bien es cierto existen algunos estudios sobre la incidencia de las TIC en la educación y la utilización que se hace de ellas, estos no incorporan un proceso periódico de

recolección de datos que permita identificar posibles comportamientos y relaciones de estas variables, lo que sería de mucha utilidad a la hora de desplegar programas estatales de masificación del servicio y universalización del acceso.

En cuanto a las estructuras del sistema, se observa que la oferta se encuentra fuertemente condicionada a las variables económicas que afectan la atractividad del mercado y la penetración de tecnologías, mientras que por el lado de la demanda, existen además variables de tipo social que condicionan el crecimiento del número de suscriptores.

Dentro del modelo planteado, las variables precio y penetración de tecnologías se estructuran como elementos de relación directa entre los proveedores del servicio y los suscriptores, sin embargo, cada una cumple una función diferente de cara a la dinámica del sistema. De esta forma, mientras que la penetración de tecnologías se establece como un límite al crecimiento del número de suscriptores, el comportamiento del precio tiene una gran influencia en la decisión de estos para tomar el servicio o abandonar el proveedor seleccionado, exigiendo a los operadores analizar a profundidad los esquemas que utilicen para la fijación de sus tarifas.

Finalmente es importante mencionar que como se planteó en la etapa de definición del proyecto, esta es una primera versión del modelo, esperando que los investigadores interesados continúen con su mejora y actualización. Particularmente, en lo que hace referencia a futuros desarrollos que se pueden realizar sobre él, se plantea la evaluación de las variables, la depuración de su parametrización y la incorporación de una mayor cantidad de datos reales, de tal forma que se logren enriquecer las conclusiones obtenidas. Así mismo, es importante ponerlo a prueba por parte de la comunidad académica y el sector productivo, labor que se puede realizar aplicando metodologías de expertos más extensas que lleven a un consenso sobre su pertinencia y lo mantengan actualizado frente a los cambios que sufre el mercado.

Referencias

- Aracil, J. (1995). *Dinámica de Sistemas*. Madrid: Isdefe.
- Calviño, Nadia. (2006). Regulación y competencia en telecomunicaciones: los retos derivados del nuevo marco normativo. *Revista de Economía* N. 832, Septiembre 2006. Información Comercial Española (ICE): Madrid.
- CRT. (2009). Informe Trimestral de Conectividad N. 15 - Mayo 2009. Bogotá D.C.: Centro de Conocimiento del Negocio - Comisión de Regulación de Telecomunicaciones.
- Drew, D. R. (1995). *Dinámica de Sistemas aplicada*. Madrid: Isdefe.
- Gallón, L., & Flétscher, L. (2009). Modelo del mercado de acceso banda ancha al servicio de internet residencial en Colombia: una aproximación desde la dinámica de sistemas. *Revista Educación en Ingeniería, ACOFI*. N°. 7, Junio de 2009, pp. 84 - 97.
- Gallón, L., & Flétscher, L. (2009a). Análisis cuantitativo del comportamiento del mercado de acceso banda ancha al servicio de internet residencial en Colombia, visto desde la dinámica de sistemas. Versión 0.1. *Revista entre Ciencia e Ingeniería, UCPR*. Año 3, N. 5, pp. 92 - 108.
- Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics*. USA: McGraw-Hill.
- Ventana Systems, Inc. (4 de Julio de 2007). *Vensim Modeling Guide*. Recuperado el 1 de Agosto de 2008, de Ventana Systems, Inc.: <http://www.vensim.com/>

Sobre los autores

Luciano Gallón Londoño

Es ingeniero electrónico de la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) sede Medellín, Magister en gestión tecnológica de la misma Universidad y candidato a Doctor en sostenibilidad tecnología y humanismo de la Universidad Politécnica de Cataluña. Actualmente se encuentra vinculado como docente en comisión de estudios de la Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín. l.gallon@ieee.org, (Circular 1 N° 70-1 Bloque 11, Medellín, Colombia).

Dentro de sus publicaciones más sobresalientes se cuentan: "Demand of education for sustainable development in Latin America". Ponencia en el evento: Engineering Education in Sustainable Development EESD. Australia - 2008.

"Chain Knowledge-Invention-Technology-Wealth (KITWe) A system dynamics basic model". Ponencia en el evento: 7th International Conference of Sociocybernetics TECHNOLOGY AND SOCIAL COMPLEXITY. España - 2007

"Memoria Final del Proyecto de Tesis (PT) para la Comisión/Tribunal de Doctorado - Modelo de Sostenibilidad Regional: Dinámica de Sistemas para enfrentar la pobreza en Suramérica". España - 2008

Luis Alejandro Flétscher Bocanegra

Es ingeniero en electrónica y telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, Especialista en gerencia de proyectos de telecomunicaciones de la Universidad del Rosario y candidato a Magister en ingeniería énfasis telecomunicaciones de la UPB Medellín. Actualmente es becario del Máster en Tecnologías de la Información y Telemática Avanzadas en la Universidad de Murcia - España. luisf@ucpr.edu.co, (Carrera 21 N. 49 - 95 Av. De las Américas. Pereira, Colombia).

Dentro de sus publicaciones más sobresalientes se cuentan: "Modelo del Mercado de Acceso Banda Ancha al Servicio de Internet Residencial en Colombia: Una Aproximación desde la Dinámica De Sistemas". *Revista Educación en Ingeniería, ACOFI*. Ed. N°. 7, Junio de 2009.

La E-Ciencia, una propuesta para el desarrollo económico y social del país. *Revista Educación en Ingeniería, ACOFI*. Ed. N°. 5, Junio de 2008

Las redes académicas de alta velocidad: soporte a la formación de ingenieros para el nuevo milenio. Ponencia que recibió la distinción del primer puesto modalidad poster en la XXVII Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería y VI Encuentro Iberoamericano de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería. Cartagena, 2007.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.