

Nuevos modelos disruptivos para los operadores de telecomunicaciones en un nuevo entorno digital

Dr. Christian James Aguilar Armenta
Centro de Estudios, Instituto Federal de Telecomunicaciones

Resumen

Sabemos que el nuevo ecosistema digital trae consigo el surgimiento de nuevos servicios en telecomunicaciones, lo cual a su vez conlleva oportunidades y desafíos, tanto para operadores como para reguladores. Por tanto, resulta fundamental conocer el estado actual del nuevo ecosistema, con la finalidad de entender y tratar de predecir el papel que desempeñarán los operadores en la cadena de valor de nuevos modelos de negocio, los tipos de interacción que tendrán con otros actores involucrados, así como los posibles impactos regulatorios. Para contribuir a tal fin, en este artículo presentamos una revisión de modelos de negocio de reciente creación, en los que los operadores son los actores principales. Tras un análisis detallado de los casos más relevantes, exponemos los desafíos regulatorios que representan en la actualidad, así como sus potenciales implicaciones en materia de competencia económica.

Introducción

En un artículo publicado en 2015 (Rotolo, Hicks y Martin, 2015), tras explicar los problemas de unificación de criterios y la falta de un verdadero marco teórico que permita estudiar de manera sistemática los fenómenos relacionados con las nuevas tecnologías y las nuevas iteraciones de tecnologías ya existentes, se define el término “tecnología emergente” como:

*“una tecnología radicalmente **innovadora** y con un crecimiento relativamente acelerado, que se caracteriza por un **cierto grado de coherencia** que perdura a lo largo del tiempo y que tiene el potencial de ejercer un **impacto** considerable en el o los ámbitos **socio-económicos**, observado en la **composición de los actores involucrados**, las instituciones y los patrones de **interacción** entre ellos, junto con el conocimiento sobre los procesos de producción asociados a éste. Su impacto más prominente, sin embargo, está en **el futuro**, y por esta razón, en la fase emergente, éste es **ambiguo e incierto**.”*

A nuestro juicio, esta definición resulta un buen punto de partida para explorar el nuevo ecosistema tecnológico digital y sus implicaciones para el sector de las Telecomunicaciones, considerando que involucra algunos de los asuntos fundamentales que preocupan y ocupan tanto a reguladores como a los investigadores del sector. Este nuevo ecosistema digital está particularmente relacionado con cuestiones de “innovación”, “crecimiento acelerado”, “coherencia a lo largo del tiempo” y sobre todo con el papel que van a desempeñar los principales “actores involucrados” y sus “interacciones”. Además, resulta importante conocer el potencial “impacto” que puede generar este nuevo ecosistema sobre el ámbito socioeconómico, el cual resulta complicado (y al mismo tiempo necesario) de predecir.

En este artículo nos ocuparemos precisamente de analizar el nuevo ecosistema digital, el potencial impacto que tiene entre los actores involucrados para la provisión de un servicio, producto o aplicación, y en predecir sus posibles implicaciones regulatorias y en materia de competencia económica. Para tal fin, comenzaremos por presentar un análisis de la participación que los operadores de telecomunicaciones tienen en los nuevos modelos de negocio en la actualidad. Posteriormente, abordaremos las potenciales repercusiones, así como los desafíos que representan estos nuevos modelos de negocio, tanto para los operadores como para los reguladores.

Nuevo ecosistema digital

Antes de entrar de lleno en materia, es necesario voltear atrás para examinar de manera muy breve la evolución tecnológica que nos ha llevado al estado actual del ecosistema tecnológico, el cual genera las oportunidades e incertidumbres que son inherentes al concepto mismo de tecnología emergente, como lo sugiere la definición que mencionamos al principio de este artículo.

Si nos remontamos a los inicios de la tecnología digital podemos observar que las redes de telecomunicaciones inalámbricas, fijas y satelitales han ido evolucionando gracias a las diversas técnicas y métodos digitales que se han desarrollado a lo largo del tiempo (Penttinen, 2015). En particular, la evolución tecnológica de las redes de telefonía móvil digital comenzó con el Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM) o estándar 2G (Osseiran, Monserrat y Marsch, 2016). El propósito general de la tecnología GSM fue crear una red común digital que permitiera transmitir voz a nivel global. Posteriormente surgió la tecnología 3G para transmitir voz y datos, y finalmente llegó la tecnología 4G para proveer servicios de voz, datos y acceso a aplicaciones que brindan servicios a través de Internet (Osseiran et al., 2016). Como lo sugiere este breve recuento, las tecnologías digitales han sido las responsables del desarrollo evolutivo de las tecnologías de comunicación de las que hemos sido testigos y que han permitido que las redes de telecomunicaciones proporcionen más y mejores servicios de generación a generación. De cierta forma, esta evolución tecnológica se ha caracterizado por un incremento de las capacidades de las redes, con miras a ofrecer mayores velocidades de transmisión y de banda ancha con menores latencias (Osseiran et al., 2016). En la actualidad, estamos a punto de ser testigos de un cambio significativo de este patrón evolutivo con la nueva generación de redes inalámbricas 5G. Estas redes, en conjunto con las actuales y con otras tecnologías que están en proceso de maduración, tendrán el potencial no sólo de mejorar sino de adicionar nuevas capacidades a las redes actuales. Es así que el nuevo ecosistema tecnológico permitirá proporcionar soluciones específicas que van más allá de simplemente ofrecer súper conectividad.

Por lo anterior, no cabe duda de que las tecnologías digitales han permitido que las comunicaciones entre las personas sean más rápidas, sencillas y que trasciendan fronteras, facilitando, entre otros muchos sectores, la economía digital (Brynjolfsson y McAfee, 2011). Sin embargo, la evolución de la digitalización ha sido tan rápida que en la actualidad constituye un desafío para todos los sectores de la industria y de la sociedad. Uno de los mayores impactos del nuevo ecosistema digital recae en la cadena de valor con la que tradicionalmente los operadores ofrecen sus servicios a los usuarios. Esta cadena de valor se ha caracterizado por involucrar un acuerdo entre el operador y sus clientes, ya sean personas o negocios, con la que los operadores se limitan principalmente a ofrecer diferentes planes tarifarios de los servicios que tradicionalmente han estado bajo su dominio: voz, SMS y datos.

La versatilidad de conectividad que actualmente ofrecen las redes de telecomunicaciones, las capacidades de los dispositivos inteligentes (*smart phones*) y la evolución del Internet han permitido que los operadores sean testigos del desarrollo de nuevos modelos de negocio y de monetización, creados particularmente por desarrolladores de servicios y aplicaciones que se ofrecen a través de Internet y que comúnmente son conocidos como Over-The-Top (OTT). La proliferación de los OTTs ha generado que los operadores ya no sean los únicos que ofrezcan los servicios digitales tradicionales de voz, mensajes y datos a los usuarios a través de sus propias redes.

Desde el inicio de los OTTs en el año 2011 (Begen, Akgul y Baugher, 2011), la cantidad de datos que se transmiten a través de las redes de los operadores se ha incrementado de manera exponencial¹. Este crecimiento inusitado de tráfico ha generado que los operadores manifiesten de manera recurrente, dentro del debate de la neutralidad de

¹ <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/reports/november-2017/mobile-data-traffic-growth-outlook>

la red, los altos niveles de congestión en sus redes. Esto, según argumentan, supone un alto costo que no se puede cubrir con un esquema de tarifas no diferenciadas. Es decir, los operadores sostienen que enfrentan la necesidad de realizar inversiones adicionales sin estar incentivados para tal fin, por un esquema tarifario que no incorpora el costo extra del exceso de capacidad necesaria para lidiar con la congestión (Courcoubetis, Sdrolas y Weber, 2014; D'Annunzio y Russo, 2013; Ganley y Allgrove, 2016; Ma, 2014). Frente a este argumento, tampoco ha cesado la “oposición” por parte de quienes sostienen que dicho esquema de cobros diferenciados reduciría los niveles de innovación que han caracterizado al Internet desde su creación. En todo caso, persiste la necesidad de cubrir los costos de la congestión, dado que la infraestructura es necesaria para todos los actores involucrados.

Más allá de la congestión que sufren las redes de los operadores y de la posible necesidad de establecer un mecanismo que permita cubrir los costos de dicha congestión, es importante resaltar que en este modelo de negocio la participación de los operadores podría verse relegada a únicamente ser proveedores de conectividad.

Con el fin de averiguar lo anterior, hemos investigado algunas cifras que nos permitan analizar el impacto que los OTTs han tenido en la provisión de servicios tradicionales del dominio de los operadores. En la Figura 1 presentamos una estimación de los ingresos perdidos por parte de los operadores debido a los servicios VoIP de los OTTs.

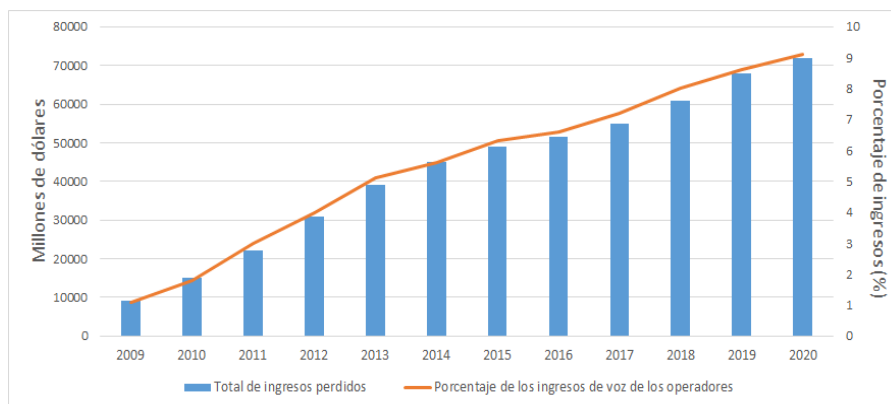


Figura 1. Estimación de ingresos perdidos de los operadores debido a servicios VoIP de OTTs (Ovum, 2018).

Del incremento casi lineal de la proporción de ingresos perdidos que experimentan los operadores, desde el 2009 al 2018, podemos decir que la provisión de servicios VoIP por parte de los OTTs va en aumento a tal grado que se espera una mayor participación para el 2020.

Para contar con un panorama más amplio, hemos también investigado una estimación de ingresos provenientes de las asociaciones que se han consolidado en el mundo entre los operadores y los OTTs, tomando como referencia el servicio de video que es el que más asociaciones ha generado al 1Q de 2018² (Netflix representa el 9.4% de todas las asociaciones globales); sin embargo, también existen asociaciones para proveer otros servicios como VoIP (Skype representa el 1.3% de todas las asociaciones globales). Los ingresos se muestran en la Figura 2.

Del análisis de las cifras de las Figuras 1 y 2 podemos decir que los OTTs experimentan año con año una mayor participación en el mercado, debida probablemente a la innovación, al menor costo, a su facilidad de uso y a lo atractivo que resultan sus servicios de voz, mensajes y video para los usuarios, sin dejar de lado sus servicios de redes sociales.

² Operator-OTT Partnerships Tracker: 1Q18, Ovum (2018).

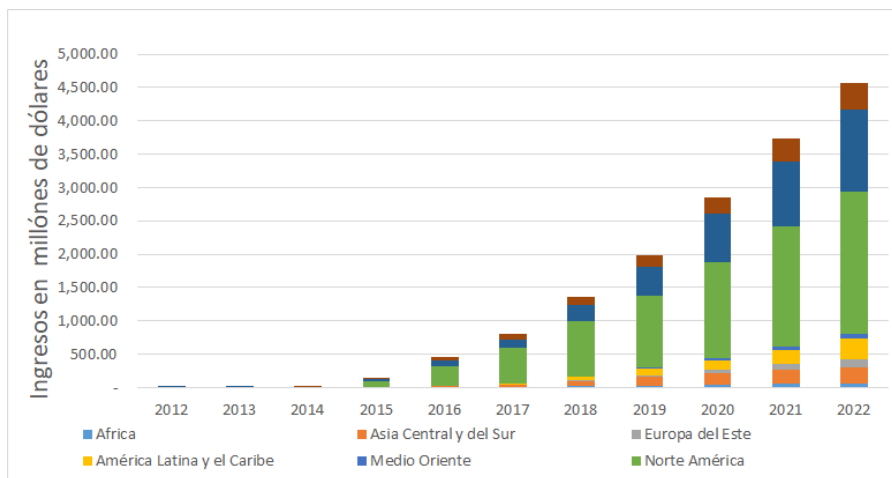


Figura 2. Estimación de ingresos del servicio de video a través de asociaciones operadores-OTTs (Ovum, 2017).

No obstante, si regresamos a la discusión que nos atañe en este artículo y analizamos la participación de los OTTs en este nuevo ecosistema, podemos mencionar que los OTTs se han convertido más en aliados que adversarios para los operadores en la provisión de algunos servicios, pues vemos que los operadores han decidido unir fuerzas e incluir los servicios de los OTTs como parte de los paquetes que ofrecen a sus usuarios. De esta manera, pareciera que los operadores están dispuestos, al menos por el momento, de proveer conectividad a cambio de ser partícipes de la monetización que generan los nuevos modelos de negocios de los OTTs.

A pesar de lo anterior, el nuevo ecosistema tecnológico supone impactos mayores, que van más allá de los servicios tradicionales, de entretenimiento y de redes sociales que puedan ofrecer los OTTs, así como de los mecanismos que se puedan establecer para la compartición “justa” de las ganancias con los operadores. El nuevo ecosistema tiene el potencial de atraer a diversos actores del mundo digital e incrementar su participación con nuevos servicios y tecnologías innovadoras en la cadena de valor de los operadores. Es decir, es tan amplio el potencial del nuevo ecosistema digital que puede crear mayores oportunidades y beneficios para todos los actores involucrados: operadores, desarrolladores de plataformas y aplicaciones, proveedores de tecnología y dispositivos (*vendors*), fabricantes de equipos, industrias verticales, intermediarios (e.g. agregadores), entre otros, sin dejar de considerar a los gigantes de las tecnologías como Google, Apple, Microsoft, Intel, etc. En particular, consideramos que el éxito de la participación de los actores dependerá de su habilidad para satisfacer las necesidades específicas de los usuarios.

Hasta este punto hemos hablado del potencial y posible impacto del nuevo ecosistema, pero ¿qué hace que este nuevo ecosistema sea tan atractivo y prometedor? Ya hemos mencionado que las tecnologías digitales han sido las impulsoras de toda esta revolución; sin embargo, dentro del universo de las tecnologías digitales existen otras que han sido desarrolladas para solucionar problemas específicos de los sistemas de comunicaciones y que en conjunto van a permitir crear servicios y soluciones nunca antes vistos. En particular, estamos hablando de las tecnologías que son indispensables para el desarrollo de la nueva generación de redes inalámbricas 5G, las cuales aportarán atributos diferentes en comparación con las actuales redes 4G.

Las tecnologías de las que estamos hablando son: massive-MIMO, beam-forming/beam-steering, Software Defined Networking (SDN) y Network Function Virtualization (NFV). Las últimas dos en particular permitirán que una misma red física pueda soportar varias redes virtuales (*Network Slicing*) con atributos específicos para satisfacer necesidades específicas (Osseiran et al., 2016). Esta capacidad genera un sin número de posibles servicios que hasta el momento no hemos visto. Estas tecnologías, en combinación con el despliegue masivo de antenas pequeñas (*small cells*) que operarán en frecuencias altas del espectro radioeléctrico (*mmWave bands*), permitirán que las

redes inalámbricas 5G tengan particularmente la capacidad de: 1) brindar mayor velocidad y banda ancha (xMBB); 2) soportar la conectividad masiva de diversos dispositivos o cosas (mMTC); y 3) proveer conectividad con muy baja latencia y con un alto nivel de confiabilidad (uMTC) (Osseiran et al., 2016), esta última también identificada como URLLC por sus siglas en inglés.

Además, por si fuera poco, nos encontramos en una época en la cual ya existen diversas tecnologías inalámbricas que nos han permitido que la comunicación móvil sea parte de nuestra vida cotidiana y que complementarán el desarrollo de las redes 5G: 4G-LTE, 4.5G, Wi-Fi, Bluetooth, entre otras, así como nuevas que están en proceso de maduración: NB-IoT, LTE-M, RFID, y aquellas que emplean espectro de uso libre: SigFox y LoRa, sin dejar de lado las tecnologías satelitales. Por otra parte, también hay tecnologías que sin ser parte de las redes 5G serán cruciales para su buen funcionamiento: Big Data/Data Analytics, Inteligencia Artificial, Edge Computing, Realidad Virtual/Realidad Aumentada y Blockchain, por mencionar solo algunas de las más destacadas. El impacto que tendrá este nuevo ecosistema tecnológico es tan significativo que los organismos de estandarización ya han estado trabajando en crear los estándares que definirán la arquitectura y los requerimientos tecnológicos de las redes 5G: Release 15 de 3GPP e IMT-2020 de UIT³.

Como vemos este nuevo ecosistema digital, conformado por diversas tecnologías, permitirá que el horizonte de oportunidades para los operadores de telecomunicaciones no se limite a ofrecer únicamente súper conectividad sino a ofrecer soluciones específicas a industrias, empresas, gobiernos, casas residenciales y a usuarios en general, tanto en zonas urbanas como en rurales. No obstante, tal como lo mencionamos, estas oportunidades no se presentarán únicamente para los operadores sino también para todos los actores involucrados en el ecosistema. Es justo aquí donde los nuevos modelos disruptivos de negocio surgen y donde la cadena de valor se modificará debido a la participación de más actores en el suministro de servicios y soluciones digitales. ¿Cuál será entonces el papel que desempeñarán los operadores en este nuevo ecosistema? ¿Cuáles serán los desafíos regulatorios y en materia de competencia económica que originarán estos nuevos modelos de negocio? En este artículo trataremos de responder estas preguntas, analizando algunos casos reales en los que los operadores tienen participación actualmente y procederemos a explorar las implicaciones regulatorias a las que probablemente se enfrentaran los reguladores y gobiernos.

Metodología

La metodología que utilizamos para lograr el objetivo de este artículo consistió en una revisión sistemática de diversas fuentes de información con el fin de identificar: 1) los nuevos modelos de negocio o los nuevos modos específicos con lo que los operadores de telecomunicaciones pueden generar valor añadido y traducirlo en ganancias mediante la comercialización a un tercero; 2) las implicaciones en materia de competencia económica; y 3) los desafíos regulatorios.

Para lo anterior, nuestro universo bajo análisis fue la economía digital y las tecnologías digitales que permiten el desarrollo de nuevos modelos de negocio de dicha economía. La combinación booleana de términos de búsqueda que utilizamos, para poder delimitar el conjunto de fuentes bibliográficas y obtener los insumos necesarios, fueron todos aquellos que están relacionados con el nuevo ecosistema tecnológico más los términos que permitieran identificar a los operadores. Es decir, términos relacionados con las tecnologías de IoT (M2M, smart cities, smart home, smart energy, smart farming, smart factory, autonomous vehicles, eHealth, etc), con las tecnologías 5G, y con Big Data, Data Analytics, Edge Computing, Artificial Intelligence, Virtual Reality/Augmented Reality, Media and Entertainment, entre otras, más el término que hiciera referencia a los operadores (e.g. communications service provider, Telcos, network operator, etc).

³ http://www.3gpp.org/NEWS-EVENTS/3GPP-NEWS/1937-5G_DESCRIPTION

Particularmente, nuestra revisión sistemática consistió en buscar información de fuentes bibliográficas de bases de datos académicas (e.g. IEEE, Science Direct, Elsevier, etc), de organismos de estandarización de las telecomunicaciones (e.g. ETSI, ITU, 3GPP), de las páginas de Internet de los operadores y de documentos informativos de análisis, opinión o prospectiva de empresas de consultoría, o de medios informáticos especializados en noticias relacionadas con tecnología y el mundo de los negocios.

Una vez que obtuvimos y realizamos un análisis exhaustivo de la información relevante, elaboramos una tabla que contiene campos específicos para: 1) identificar el caso de uso (*use case*); 2) describir el servicio, aplicación o producto; 3) mencionar los requerimientos generales para dicho servicio; 4) identificar los elementos habilitadores de las redes para soportar el servicio; 5) describir el nuevo modelo de negocio y la participación de los operadores; 6) identificar de manera general las implicaciones en materia de competencia económica; y finalmente para 7) identificar los desafíos regulatorios de cada caso. Posteriormente clasificamos e incluimos en un mismo grupo general los casos que resultaron similares respecto a sus requerimientos de red, así como de sus implicaciones de competencia y desafíos regulatorios. Finalmente, seleccionamos cinco casos representativos de dicha tabla que nos permitieran mostrar de manera digerida, en el cuerpo principal de este artículo, el tipo de servicio, el modelo de negocio, la participación de los operadores, las implicaciones de competencia económica, y los desafíos regulatorios. Sin embargo, como Anexo Único de este artículo, presentamos la tabla general que incluye todos los casos que identificamos.

Resultados

Hasta el momento no existe, o al menos no se ha anunciado, el lanzamiento de una red a gran escala 5G en ningún país, sólo se han realizado pruebas pre-comerciales de servicios 5G. Un caso de este tipo fueron los servicios que proporcionó KT Mobile en los juegos olímpicos de invierno en Corea del Sur de este año⁴. De hecho, se espera que los estándares tecnológicos para las redes 5G de 3GPP e ITU estén totalmente listos entre este año y el siguiente para las redes que tengan planeado iniciar operaciones en 2019 o 2020⁵. A pesar de esto, en la actualidad existen servicios y soluciones, diferentes a los tradicionales, del nuevo ecosistema digital que dan origen a nuevos modelos de negocio y de los que son parte los operadores. Sin embargo, estos nuevos servicios son de creación muy reciente y muchos de estos casos aún no están documentados en bases de datos académicas, lo que propició que nuestra principal fuente de información hayan sido los medios informáticos especializados en tecnología y las páginas de Internet de los propios operadores.

Con la revisión sistemática que realizamos de estas fuentes de información pudimos identificar 27 casos (Anexo Único) en los que los operadores son los principales actores en la provisión de un servicio o solución del nuevo ecosistema digital. Es importante resaltar que ni la cantidad de casos ni la manera en que se identificaron son lo más significativo para este artículo; lo que realmente es sustantivo en este caso fue la identificación de las oportunidades que existen para los operadores en el nuevo ecosistema digital, y, sobre todo, la posibilidad de predecir las potenciales implicaciones regulatorias y en materia de competencia económica que estos nuevos modelos de negocio significan para el sector. Por lo tanto, en esta sección nos enfocamos solamente en cinco casos representativos, con el fin de sintetizar y transmitir la información más relevante, de suerte que se expongan de manera clara las potenciales implicaciones más importantes en materia de competencia económica y de regulación para cada caso en específico. No obstante, el Anexo Único muestra todos los casos de uso que identificamos y que sirven de referencia para el análisis de resultados que presentamos en la siguiente sección. Nuestro criterio de inclusión principal para estos cinco casos es la clasificación que realizamos tras considerar todos los casos

⁴ International Olympic Committee, "Fans of the Olympic Winter Games 2018 to experience world's first broad-scale 5G network", 9 February 2018. Available at: <https://www.olympic.org/news/fans-of-the-olympic-winter-games-2018-to-experience-world-s-first-broad-scale-5g-network>

⁵ <https://spectrum.ieee.org/tech-talk/telecom/wireless/5g-is-meeting-its-targets-for-2020-commercial-rollout>

encontrados: IoT, Big Data, Blockchain, Inteligencia Artificial (AI) y Media & Entertainment. La tabla 1 presenta estos cinco casos.

Tabla 1. Selección de *use cases*

<i>Use case</i>	Servicio	Requerimientos de una red	Modelo de negocio	Implicaciones de competencia	Desafíos regulatorios
Vehículos autónomos Pedro, T. J. (2018)	Plataforma integral de red móvil que permite proporcionar la conectividad, gestión y control para autos autónomos en Corea del Sur.	Baja latencia; Alta confiabilidad; Alta velocidad; Alta disponibilidad; Densidad de conexión; Densidad de volumen; Cobertura (movilidad); Seguridad <i>Data analytics</i> ; AI.	Comercialización de la tecnología <i>5G self-driving technologies</i> consistente en capacidad de red (banda 28 GHz), AI, sensores y mapas 3D HD por parte de SK Telecom para proporcionar conectividad, gestión y control de vehículos autónomos. SK Telecom en asociación con Nvidia y LG Electronics, así como en colaboración con <i>The Korean Transportation Safety Authority</i> y la Universidad de Seúl.	* Asociación del operador con fabricantes de dispositivos, desarrolladores de sistemas de procesamiento de datos y de AI; * Posible distorsión de la neutralidad a la competencia (participación del gobierno); * Posible diferenciación de tarifas por servicio, conexión o dispositivo conectado a la red; * Posibles barreras a la entrada para otros operadores.	* Seguridad, privacidad y protección de los datos; * Adopción de estándares y arquitecturas abiertas; * Interconexión e interoperabilidad entre sistemas; * Asegurar neutralidad tecnológica; * Homologación de dispositivos; * Calidad de los servicios; * Regulación ética y legal de sistemas AI; * Delimitación de responsabilidades; * Conectividad sin fronteras (i.e. <i>roaming internacional</i>); * Acceso a infraestructura (<i>small cells</i>); * Espectro y modelos de asignación adecuados.
Big Data Pedro, T. J. (2016)	Unidad de servicios de Big Data de Telefónica para brindar un servicio de análisis de información a sus clientes para mejorar su administración de los recursos y proceso de toma de decisiones.	<i>Data analytics</i> ; Cloud computing; Seguridad; Cobertura.	Comercialización de tres líneas de negocio de Big Data: 1) <i>Business Insight</i> : proporciona a las empresas datos agregados y anónimos que se recolectan de la red de Telefónica; 2) <i>Synergic Partners</i> : proporciona servicios de análisis y consultoría de los datos; y 3) Big Data como servicio: a empresas para que hagan un mejor uso de sus propios datos, a través de la nube de Telefónica.	* Concentración con los proveedores expertos de sistemas de procesamiento y análisis de datos por parte del operador; * Posible exclusividad de acceso a insumos esenciales (datos de los usuarios).	* Seguridad, privacidad y protección de datos; * Adopción de estándares de seguridad; * Asegurar neutralidad tecnológica.

<p>Blockchain Sentürk, C. (2018)</p>	<p>Aplicación para pagar múltiples servicios como renta de bicicletas, acceso a lugares turísticos, acceso a albercas, etc. de manera segura a través de una sola interfaz que permite la autenticación y transacción directa con la plataforma.</p>	<p>Baja latencia; Alta disponibilidad; Cobertura; Alta confiabilidad; Alta seguridad; Alta velocidad; Densidad de conexión; <i>Cloud computing</i>; <i>Data analytics</i>; AI.</p>	<p>Comercialización del servicio <i>City Pass</i> por Deutsche Telekom, para realizar transacciones digitales directas, seguras y descentralizadas entre el usuario y la plataforma. Sistema abierto e independiente para la integración de más servicios.</p>	<p>* Posible asociación del operador con desarrolladores de plataformas y aplicaciones de blockchain, de redes sociales, de almacenamiento en la nube y de transporte; * Posibles barreras a la entrada para otros operadores;</p>	<p>* Regulación y validación de las transacciones digitales; * Seguridad, privacidad y protección de datos; * Adopción de estándares de seguridad y de interoperabilidad para transacciones electrónicas; * Regulación ética y legal de los sistemas de AI.</p>
<p>AI Pedro, T. J. (2016)</p>	<p>Dispositivo (altavoz) con reconocimiento de voz que funciona como asistente virtual para el control de casas inteligentes, música, información sobre el clima y tráfico, asistencia en comercio electrónico y reproducción de multimedia.</p>	<p><i>Cloud computing</i>; <i>Data analytics</i>; AI; <i>Machine learning</i>; Disponibilidad; Seguridad; Densidad de conexión; Interoperabilidad.</p>	<p>Comercialización del dispositivo de asistencia virtual por parte de SK Telecom, con interfaz abierta para incorporar otros dispositivos y servicios de AI al ecosistema. SK Telecom integrará a otros desarrolladores de AI para robustecer el ecosistema.</p>	<p>* Posible asociación del operador con fabricantes de dispositivos, desarrolladores de plataformas y aplicaciones de AI; * Posibles barreras a la entrada para otros operadores.</p>	<p>* Seguridad, privacidad y protección de datos; * Regulación ética y legal de los sistemas AI; * Delimitación de responsabilidades; * Adopción de estándares y neutralidad tecnológica;</p>
<p>Media & Entertainment Dano, M. (2018)</p>	<p>Prueba de red comercial de servicios 5G en los juegos olímpicos de invierno en Corea del Sur para proveer servicios de: 1) transmisión 4K y visión en 360°; 2) VR; 3) conectividad masiva de dispositivos y control con <i>Edge Computing</i>; 4) alta velocidad; y 5) mejor banda ancha.</p>	<p>Alta velocidad; Alta confiabilidad; Banda ancha; Baja latencia; Densidad de volumen; Densidad de conexión; Cobertura; Calidad; Disponibilidad; Seguridad; Eficiencia espectral y energética; <i>Edge computing</i>; <i>Cloud computing</i>; AI/VR/AR; MIMO y <i>Beam-forming</i>.</p>	<p>Comercialización de servicios 5G por parte de KT, Intel, Toyota, Samsung y Ericsson. Particularmente, Intel proporciona la plataforma FlexRAN y la tecnología de <i>Edge Computing</i>, así como funciones de <i>Cloud Computing</i> y <i>data centers</i>; Samsung y Ericsson, en colaboración directa con KT, proporcionan la red 5G en la banda de 28 GHz. Las pruebas de la red sientan las bases para la comercialización de servicios 5G de KT.</p>	<p>* Asociación del operador con desarrolladores de plataformas y servicios de <i>Cloud Computing</i>, <i>Edge Computing</i>, VR/AR, AI y con <i>vendors</i> de tecnología 5G; * Posible diferenciación de tarifas por servicio, conexión o dispositivo conectado a la red; * Posibles acuerdos de exclusividad para el acceso a infraestructura del operador; * Posibles barreras a la entrada de otros participantes.</p>	<p>* Seguridad, privacidad y protección de los datos; * Adopción de estándares y arquitecturas abiertas; * Interconexión e interoperabilidad entre sistemas; * Asegurar neutralidad tecnológica; * Calidad de los servicios; * Espectro y modelos de asignación adecuados. * Flexibilidad a nuevos entrantes en diversos escenarios; * Acceso a infraestructura (<i>small cells</i>); * Regulación ética y legal de los sistemas AI; * Delimitación de responsabilidades;</p>

La tabla 1 nos permite conocer los detalles de algunos de los nuevos servicios que los operadores están ofreciendo actualmente y que están fuera del universo de servicios que tradicionalmente ofrecían y que eran de su dominio. También nos permite observar la forma en que comercializan estos servicios en asociación con otros actores involucrados, y sobre todo nos permite identificar las potenciales implicaciones en materia de competencia y de regulación para cada caso en específico. Sin embargo, con el fin de presentar de manera esquemática todos los casos que analizamos y observar a cuál modelo de implementación o sector está dirigido cada servicio, de los cinco modelos identificados por Taga et al. (Taga, Swinford y Peres, 2017) para el despliegue de servicios 5G por parte de los operadores, la Figura 3 muestra los sectores específicos a los que están dirigidos los servicios y soluciones que encontramos de un mismo grupo general.

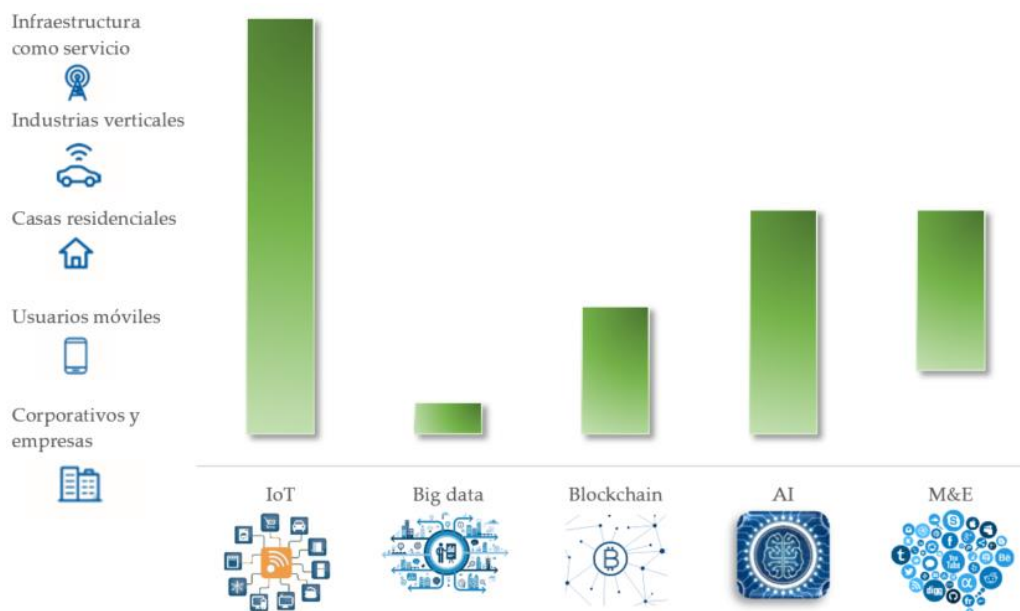


Figura 3. Representación esquemática de los servicios por grupo general

La Figura 3 muestra la distribución particular de los 27 casos que encontramos y que clasificamos por grupo general. Por ejemplo, los casos que identificamos de IoT son servicios que están dirigidos prácticamente a todos los sectores de implementación de mayor interés para los operadores. Por otra parte, los servicios de Big Data están dirigidos únicamente a satisfacer las necesidades de los corporativos y de las empresas, a diferencia de los servicios de Blockchain que además están dirigidos a los usuarios móviles. Finalmente, los servicios de AI están dirigidos a proporcionar soluciones a las casas residenciales, usuarios móviles y corporativos, a diferencia de los servicios de M&E que evidentemente están mayormente dirigidos a los usuarios móviles y de las casas residenciales.

La distribución y relación que tienen los servicios que exponemos con los cinco sectores de implementación, identificados como los de mayor interés para los operadores (Taga et al., 2017), no representan una distribución generalizada ni mucho menos una representación estándar de los nuevos servicios digitales que existen hoy en el mercado. Por el contrario, sólo representan la distribución particular de los servicios que encontramos y que nos sirven de referencia para el objetivo de este artículo. No obstante, consideramos que no es coincidencia que la mayoría de los actuales servicios que proporcionan los operadores en este nuevo ecosistema son soluciones de IoT, probablemente por ser los servicios que aprovechan la infraestructura y experiencia de los operadores de mejor manera.

Análisis de los resultados

El propósito de esta sección es predecir e indicar los aspectos que consideramos requieren atención por parte de los reguladores, partiendo del análisis de todos los nuevos modelos de negocio que encontramos y en los cuales los operadores son los principales actores. El objetivo general es ayudar a que los reguladores puedan anticipar las necesidades para incentivar la inversión por parte de los operadores y en especial favorecer el desarrollo del nuevo ecosistema digital en México en beneficio de todos los usuarios. En las siguientes subsecciones presentamos una explicación breve de cada uno de los aspectos que consideramos son de relevancia para las autoridades en materia de competencia económica y regulación, y que están presentes en los casos de esta investigación.

Implicaciones en material de competencia económica

Concentración o Integración Vertical. Las asociaciones de los operadores con otros actores involucrados en la provisión de un servicio o solución resultaron ser una opción para la mayoría de los nuevos modelos de negocio que encontramos. Muchos de los servicios requieren de la experiencia tecnológica de terceros expertos en nichos de mercado de diversos sectores. De ahí que las asociaciones sean una opción para los operadores con el fin de proveer una solución específica, disminuir el riesgo, aumentar la rentabilidad de sus redes y tener incentivos a la inversión.

Posibles barreras a la entrada. Las asociaciones de los operadores con otros actores que pertenecen a la cadena de producción y distribución de los servicios pueden generar barreras de entrada para otros operadores y proveedores de tecnología, equipo, plataformas o aplicaciones.

Diferenciación de tarifas por servicio. Muchos de los nuevos servicios que encontramos, particularmente los que agrupamos en IoT, involucran la conexión de diversos dispositivos que forman parte de un mismo servicio general; sin embargo, algunos operadores aplican tarifas por cada dispositivo adicional conectado (e.g. smart home); otros, por el contrario, establecen tarifas mensuales que permiten la conexión de un grupo de dispositivos del servicio específico. La falta de un plan tarifario claro para nuevos servicios que involucran la conexión de varios dispositivos podría afectar el balance entre el costo-beneficio que adquieren los usuarios y los costos que requieren recuperar los operadores.

Posible distorsión de la neutralidad a la competencia. En algunos servicios identificamos la colaboración del gobierno, particularmente para facilitar el acceso a infraestructura pública. La participación adecuada del gobierno facilita el despliegue y desarrollo de nuevos servicios para los usuarios. Sin embargo, es fundamental que el gobierno no genere distorsiones al mercado como consecuencia de su poder sobre la propiedad pública.

Posibles barreras de acceso a insumos esenciales. En algunos de los servicios, particularmente los servicios de Big Data, los operadores utilizan como insumo esencial los datos agregados y anónimos que recolectan de sus usuarios. Esto potencialmente tiene muchas implicaciones, particularmente sino existe un control adecuado para la protección y seguridad de los datos. Sin embargo, lo que queremos resaltar en este punto es el potencial control que un incumbente podría tener al proveer un servicio cuyo insumo esencial fueran los datos que recolecta de su red; es decir, sus competidores estarían en desventaja al no contar con el suficiente insumo esencial para brindar servicios similares.

Desafíos regulatorios

Espectro. El espectro no deja de ser fundamental y la necesidad de usar más espectro tampoco. En particular, identificamos que los servicios que requieren transmitir grandes cantidades de información generalmente utilizan espectro de ondas milimétricas (*mmWave spectrum*) o bandas altas (e.g. vehículos autónomos, smart cities, M&E, etc). No obstante, el nuevo ecosistema digital también requiere de las bandas de frecuencias bajas para estos y otros servicios. Los segmentos del espectro necesarios para el ecosistema se pueden generalizar en tres rangos de frecuencias: < 1 GHz, 1 – 6 GHz, y > 6GHz, tanto de espectro identificado como de aquel que aún requiere exploración. Particularmente encontramos que las bandas de 600, 700, 800 y 900 MHz son importantes para el rango por debajo de 1 GHz. La banda de frecuencias 3.4 – 4.2 GHz es significativa en el segmento 1 – 6 GHz, sin dejar de mencionar que encontramos un servicio de vehículos autónomos, del que forma parte AT&T, que utiliza la banda de 5.9 GHz. Asimismo, las bandas 1.4 y 2.5 GHz son importantes en este segmento. Las bandas de frecuencias de 26 GHz (24.25 – 27.5 GHz) y de 28 GHz (27.5 – 28.35 GHz) destacan entre las frecuencias por encima de 6 GHz; sin embargo, hay otras que están en proceso de identificación por parte de la CMR-19 y que son candidatas a ser ampliamente usadas para el ecosistema (i.e. 45.5 – 50.2 GHz, 66 - 76 GHz y 81 – 86 GHz).

También identificamos que es necesario explorar modelos adecuados de asignación del espectro tanto para zonas aisladas (e.g. smart farming) como para áreas confinadas o delimitadas (e.g. smart factory) que requieren soluciones específicas. El espectro de uso libre puede no ser suficiente para servicios que requieren mayor seguridad y confiabilidad. Consideramos importante explotar aún más el uso secundario del espectro, así como otras técnicas de compartición en frecuencias altas que experimentan propagación limitada y menores interferencias. Las economías de escala podrían beneficiarse de una mayor participación de nuevos entrantes que deseen desplegar redes privadas y que adquieran espectro propio.

Infraestructura. De la misma manera que el espectro, el acceso a la infraestructura es indispensable para el buen desarrollo del ecosistema. Servicios como los que se ofrecieron en los juegos olímpicos de invierno en Corea del Sur requirieron del acceso a infraestructura para instalar pequeñas antenas y así poder ofrecer mayor velocidad y mejor banda ancha. Es necesario crear modelos adecuados de compartición de infraestructura, principalmente para lugares confinados o *indoors* en zonas urbanas. La participación de nuevos entrantes que tengan el interés de participar en la densificación de antenas en zonas urbanas y que pretendan comercializar su infraestructura, sin dejar de considerar la posibilidad de que también adquieran espectro para ofrecer capacidad en zonas específicas, podría ser otro factor importante que impulse el desarrollo del ecosistema. Asimismo, la densificación de antenas pequeñas en diversos escenarios significará un reto adicional, considerando que es indispensable el acceso a tres elementos básicos para su funcionamiento: 1) lugar físico para la instalación; 2) energía eléctrica; y 3) conexión a cualquier red de backhaul. El acceso a estos tres elementos básicos supone un reto significativo debido a la gran cantidad de antenas que posiblemente se requieran instalar; sin embargo, la conexión a una red de backhaul pudiera representar el mayor reto, debido a la necesidad de contar con un esquema flexible para el acceso a más fibra oscura y a todos los elementos adicionales (i.e. ductos, postes, torres, etc) que esto implica. De lo contrario, como alternativa, sería necesario identificar más espectro para la comunicación fija inalámbrica entre sitios.

Arquitecturas abiertas. Los servicios de IoT son los que principalmente requieren que las arquitecturas de los sistemas sean abiertas, para garantizar la interconexión e interoperabilidad con otros sistemas o redes. La interconexión de redes ha sido fundamental para la conectividad global; sin embargo, consideramos indispensable que los reguladores estén muy atentos de la utilización de nuevas tecnologías para este nuevo ecosistema y aseguren tanto la neutralidad tecnológica como la adopción de estándares internacionales entre los operadores, para garantizar la eficaz interoperabilidad de los distintos sistemas o redes. De los servicios de IoT que encontramos e identificamos que emplean Edge Computing (i.e. vehículos autónomos, logística, M&E) observamos que la interoperabilidad es imprescindible para garantizar la seguridad y continuidad del servicio.

Calidad de los servicios. Varios reguladores han establecido parámetros para garantizar que los operadores ofrezcan sus servicios con niveles mínimos de calidad; sin embargo, estos estándares de calidad se limitan principalmente a regular los servicios de voz, SMS y transferencia de datos que tradicionalmente ofrecen los operadores, a través del cumplimiento de índices de calidad como velocidades mínimas de transferencia de datos (*throughput*). Con la diversificación de servicios en este nuevo ecosistema, observamos que los estándares de calidad también tendrán que ampliar su alcance. De los servicios que encontramos, identificamos que varios requerirían estándares claros de calidad, particularmente los que requieren baja latencia, densidad de conexión de varios dispositivos, densidad de volumen de tráfico, alta disponibilidad y confiabilidad, sin descartar los parámetros tradicionales de velocidad y banda ancha. El establecimiento de índices de calidad para varios de estos parámetros es indispensable para garantizar la seguridad de las personas en algunos servicios (e.g vehículos autónomos, smart factory). Por otra parte, la homologación de los dispositivos también representa un factor de calidad en los nuevos servicios, sobre todo si es necesario que cumplan con estándares, normas o disposiciones técnicas que establezcan el cumplimiento de parámetros de operación, eficiencia espectral y energética, radiación, entre otros.

Diferenciación de servicios. Una de las características esenciales de las redes 5G, que representa una mejora sobre las redes 4G, es el *network slicing*. Las tecnologías que conformarán a las redes 5G permitirán que una red física pueda soportar varias redes virtuales con diferentes características de desempeño. Esto en teoría permitirá que un operador pueda brindar diversos servicios con requerimientos específicos a través de una misma red sin degradar, modificar o interferir el tráfico y desempeño de los distintos servicios que se transmiten en la red. De ser así, los reguladores tendrían que establecer reglas claras para evitar que se violen algunas de las reglas de neutralidad de la red como las publicadas por la Unión Europea⁶. En particular, los reguladores tendrían que establecer algo similar a lo siguiente: 1) la capacidad de la red debe ser suficiente para proporcionar los servicios especializados en adición a cualquier servicio de acceso a Internet que se provea; 2) los servicios especializados no son usados ni ofrecidos como reemplazo del servicio de acceso a Internet; y 3) los servicios especializados no deben disminuir la disponibilidad o la calidad del servicio de acceso a Internet de los usuarios.

Regulación ética y legal de sistemas AI. La adopción creciente de sistemas de AI en nuestra vida diaria genera muchas expectativas, pero también muchas inquietudes relacionadas con efectos involuntarios que estos sistemas pudieran originar de manera autónoma. La seguridad y la privacidad son los aspectos que más preocupan a las personas con el uso de sistemas AI, particularmente por la falta de un panorama ético y legal claro que delimite los alcances y las responsabilidades de estos sistemas. El potencial de los sistemas AI es muy amplio; sin embargo, entre los servicios que encontramos y en los que se usan los primeros sistemas de AI, identificamos que su principal función es automatizar y hacer más eficiente el procesamiento de datos, particularmente de los servicios que involucran la adquisición masiva de datos (e.g control aéreo de drones, vehículos autónomos, smart factory). No obstante, los operadores tienen planeado acrecentar las capacidades de sus sistemas de AI para mejorar y ampliar las capacidades de sus servicios.

Delimitación de responsabilidades. La delimitación de responsabilidades en los efectos que pudiera tener un servicio podría limitarse a simplemente identificar quién es el actor involucrado responsable de algún efecto o, por el contrario, ampliar el alcance y responsabilizar a todo un sistema de AI. En los casos que encontramos es importante delimitar las responsabilidades de los participantes en la cadena de valor, considerando que son servicios que involucran la participación de varios actores para brindar una solución específica. Asimismo, hay servicios más críticos que requieren de un análisis más profundo para delimitar correctamente al responsable (e.g. military manufacturing).

⁶ REGULATION (EU) 2015/2120 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 November 2015 laying down measures concerning open internet access and amending Directive 2002/22/EC on universal service and users' rights relating to electronic communications networks and services and Regulation (EU) No 531/2012 on roaming on public mobile communications networks within the Union.

Seguridad, privacidad y protección de datos. Prácticamente todos los servicios que encontramos en este nuevo ecosistema digital representan un desafío regulatorio con respecto a la seguridad, privacidad y protección de los datos. Esto no es ninguna coincidencia; es evidente que el elemento esencial de todos los servicios digitales lo constituyen precisamente los datos digitales. En la medida en que existen más servicios que se suman al desarrollo creciente de la economía digital, los datos tienen más valor e importancia. Esta situación se agrava si los datos involucrados son los personales, los cuales, en una extensión del término para este nuevo ecosistema, pueden ya no estar ligados exclusivamente a personas sino a objetos o bienes materiales que tengan relación directa con una persona (Weber, 2015). El desafío no es menor, considerando que involucra los derechos fundamentales de las personas. Los reguladores deben fomentar el desarrollo del nuevo ecosistema, pero al mismo tiempo garantizar: 1) la privacidad o el control sobre la diseminación de los datos de las personas; 2) la no vulnerabilidad de los datos; y 3) la protección a través de algún tipo de seguridad.

Finalmente es importante resaltar los retos regulatorios que la **portabilidad de datos** y la **conectividad permanente** también significan para este nuevo ecosistema. Si bien estos aspectos no están particularmente ligados a los nuevos modelos de negocio que identificamos en esta investigación, sí consideramos importante destacar que recientemente se ha planteado la discusión sobre la portabilidad de datos entre diferentes plataformas o aplicaciones como un derecho de los usuarios. Sobre este tema se han planteado preocupaciones que van desde los costos que implican para los operadores el cambio de un usuario hacia otro operador o plataforma, hasta consideraciones en materia de privacidad de datos (Van der Auwermeulen, 2017; Weiss, 2009). Por otra parte, el nuevo ecosistema digital, particularmente las redes 5G, requerirán de conectividad permanente en cualquier parte y en cualquier momento, inclusive esta necesidad está relacionada con la seguridad de los usuarios al utilizar ciertos servicios (e.g. autonomous vehicles). Ante esta situación, y dada la movilidad de las personas alrededor del mundo, se observa la necesidad de implementar mecanismos que garanticen el roaming permanente e internacional. Al respecto, ya se identifican problemas específicos como la adquisición de SIM cards en países donde los servicios son más baratos que en otros y en los que se requiere de la continuidad de un servicio (Spruytte et al., 2017).

Conclusiones

Visto desde diferentes ángulos, el nuevo ecosistema digital representa diversos cambios significativos en la creación, provisión y comercialización de nuevos servicios de telecomunicaciones. Sin embargo, del análisis de los nuevos modelos de negocio que identificamos y de la participación que los operadores tienen en estos casos, podemos concluir lo siguiente:

1. Los nuevos modelos de negocio están dirigidos a industrias verticales, sectores específicos y nichos de negocio. Los operadores han comenzado a explorar e incorporar nuevas tecnologías que complementen sus capacidades para ofrecer soluciones integrales que van más allá de la conectividad;
2. El nuevo ecosistema representa oportunidades de negocio para todos los actores del mundo digital y con ello la incorporación de nuevos participantes en la cadena de valor;
3. La cadena de valor puede modificarse tanto hacia arriba (*upstream*), con la participación de nuevos actores que provean, por ejemplo, infraestructura para la instalación de pequeñas antenas, como hacia abajo (*downstream*) con la participación de intermediarios que ofrezcan los servicios directamente a los usuarios;
4. El papel que puedan desempeñar los operadores en la cadena de valor depende de varios factores. Algunos están relacionados con: i) el servicio específico que deseen ofrecer y el nivel de conocimiento que tengan del sector; ii) la inversión y modernización que realicen en sus redes para ampliar sus capacidades; iii) el manejo de tecnologías

complementarias necesarias para el servicio, entre otras. Pese a esto, consideramos que de manera muy general hay cuatro posibles escenarios de participación para los operadores: 1) dominan toda la cadena de valor y son los encargados de proveer tanto la tecnología como los servicios a los usuarios finales; 2) son el principal actor de la cadena de valor y se encargan de proveer el servicio a los usuarios; sin embargo, requieren de terceros especialistas del sector para la provisión de tecnología y para el desarrollo de plataformas o aplicaciones complementarias; 3) cuentan con las mejores capacidades tecnológicas de red que les permiten soportar los requerimientos específicos de diversos sectores, pero no son ellos quienes proveen los servicios a los usuarios, sino intermediarios que conocen muy bien los sectores; y 4) quedan fuera de la cadena de valor debido a que los desarrolladores de tecnología, en colaboración con nuevos entrantes especialistas del sector, tiene la capacidad de proveer servicios específicos a los usuarios;

5. Existen oportunidades reales de negocio para que los operadores amplíen sus servicios más allá de los que tradicionalmente estaban bajo su dominio. Su éxito depende, entre otras cosas, de la habilidad que tengan para satisfacer los requerimientos específicos de los usuarios o clientes, de la inversión que realicen en sus redes para el despliegue de nuevas capacidades, de su estrategia de participación en la cadena de valor, y de su capacidad para aprovechar todas las tecnologías inalámbricas, fijas y satelitales que existen en la actualidad para la provisión de conectividad mixta;

6. Las principales implicaciones de competencia son las integraciones verticales o asociaciones que los operadores decidan realizar con otros actores involucrados, inclusive entre operadores, en la provisión de un servicio, las posibles barreras a la entrada que estas concentraciones puedan significar, así como las posibles distorsiones que se puedan generar por la participación de los gobiernos en algunas soluciones. Además, la diferenciación de tarifas por servicio es un posible esquema debido a las nuevas capacidades de las redes;

7. Los principales desafíos regulatorios están relacionados con la necesidad de identificar más espectro –tanto en bandas bajas como en altas– y nuevos modelos de asignación y compartición que permitan una mayor participación de nuevos entrantes en diversos escenarios. De la misma manera, identificar nuevos modelos de compartición de infraestructura, garantizar la interconexión e interoperabilidad de las redes y sistemas a través de arquitecturas abiertas, establecer estándares de calidad para servicios específicos, prevenir que se violen los principios fundamentales de la neutralidad de la red al ofrecer servicios diferenciados, establecer un panorama ético y legal claro para el uso de servicios de AI, delimitación clara de responsabilidades y garantizar la seguridad, privacidad y protección de datos.

Referencias

Begen, Ali C., Tankut, Akgul, & Baugher, Mark. (2011). *Watching Video over the Web Part 1: Streaming Protocols*. Computer.org. IEEE Computer Society. Recuperado de https://www.computer.org/cms/Computer.org/ComputingNow/homepage/2011/1211/T_IC1_WatchingVideoovertheWebPart1.pdf

Brynjolfsson, E & McAfee, A. (2011). *Race against the Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*. Lexington, Massachusetts: Digital Frontier Press.

Courcoubetis, C., Sdrolas K., & Weber R. (2014). *Revenue models, price differentiation and network neutrality implications in the internet*. ACM SIGMETRICS: Performance Evaluation Review.

Dano, M. (2018). *KT's millimeter wave 5G network transmitted 3,800 TB of data during Winter Olympics*. FierceWireless. Recuperado de <https://www.fiercewireless.com/5g/kt-s-millimeter-wave-5g-network-transmitted-3-800-tb-data-during-winter-olympics>

D'Annunzio, A., & Russo A. (2013). *Network neutrality, Access to content and online advertising*, KOF Working Papers. KOF Working Papers, KOF Swiss Economic Institute. Recuperado de <https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/74134/eth-7510-01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ganley, P., & Allgrove, B. (2016). *Net neutrality: A user's guide*. Computer Law and Security Review. Recuperado de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=925693

Ma, R. T. (2014). *Subsidization competition: Vitalizing the neutral Internet*. In *Proceedings of the 10th ACM International on Conference on Emerging Networking Experiments and Technologies*. Sydney, Australia: ACM.

Nordrum, A., Clark, K. & IEEE Spectrum Staff. (2017). *Everything You Need to Know About 5G. Millimeter waves, massive MIMO, full duplex, beamforming, and small cells are just a few of the technologies that could enable ultrafast 5G networks*. IEEE Spectrum. Recuperado de <https://spectrum.ieee.org/video/telecom/wireless/everything-you-need-to-know-about-5g>

Osseiran, A., Monserrat, J. F., & Marsch, P. (2016). *5G Mobile and Wireless communications technology*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Pedro, T. J. (2016). *SK Telecom unveils artificial intelligence service*. Enterprise IoT Insights. Recuperado de <https://enterpriseiotinsights.com/20160901/carriers/sk-telecom-artificial-intelligence-tag23>

Pedro, T. J. (2018). *South Korea allows KT to test self-driving bus in Seoul*. Enterprise IoT Insights. Recuperado de <https://enterpriseiotinsights.com/20180112/connected-cars-2/south-korea-allows-kt-test-self-driving-bus-seoul-tag23>

Pedro, T. J. (2018). *Telefonica launches big data services unit*. Enterprise IoT Insights. Recuperado de <https://enterpriseiotinsights.com/20161024/carriers/telefonica-launches-big-data-services-unit-tag23>

Penttinen, J. J. (2015). *The telecommunications handbook. Engineering guidelines for fixed, mobile and satellite systems*. United Kingdom: John Wiley & Sons.

Rotolo, D., Hicks, D., & Martin, B. R. (2015). *What Is an Emerging Technology?*. Research Policy. Recuperado de <https://www.sussex.ac.uk/webteam/gateway/file.php?name=2015-06-swps-rotolohicksmartin.pdf&site=25>

Sentürk, C. (2018). *City Pass – Blockchain*. T-Systems MMS. Recuperado de <https://www.telekom.com/en/company/details/city-pass---blockchain-516382>

Spruytte, J., Van-der-Wee, M., de-Regt, M., Verbrugge, S., Colle, D. (2017). *International roaming in the EU: Current overview, challenges, opportunities and solutions*. Telecommunications Policy 41, 717–730.

Taga, K., Swinford, R. & Peres, G. (2017). *5G deployment models are crystallizing: Opportunities for telecom operators to facilitate new business ecosystems*. Arthur D Little. Recuperado de <http://www.adlittle.com/en/5Gdeployment>

Van-der-Auwermeulen, B. (2017) How to attribute the right to data portability in Europe: A comparative analysis of legislations. *Computer Law & Security Review* 33, 57–72.

Weber, R. H. (2015). *Internet of things: Privacy issues revisited*. *Computer Law & Security Review*. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0267364915001156>

Weiss, S. (2009). Privacy threat model for data portability in social network applications. *International Journal of Information Management* 29, 249–254.