

El 5G constituye el siguiente estadio para operadoras y empresas del sector tecnológico y la base de la red llamada a unificar y dar coherencia a la IV Revolución Industrial. El problema para una evaluación de su impacto es que tanto sectores involucrados como gobiernos proyectan sobre el 5G sus esperanzas y necesidades generando unas expectativas a veces contradictorias y otras más cerca de la ficción que lo que el mercado nos ha enseñado.

La quinta generación de redes móviles (5G) no solo constituye una lógica y, por tanto, previsible evolución respecto a los sistemas precedentes como el 4G, sino que se ha convertido justo antes de su lanzamiento comercial en “el futuro de las comunicaciones tanto móviles como fijas” (Sutton, 2018). El 5G se contempla como la espina dorsal de la emergente IV Revolución Industrial, núcleo vertebrador de una inédita integración de nuevos servicios, redes corporativas y personales que “a diferencia de las revoluciones anteriores, su evolución es exponencial, no lineal” (Schwab, 2016).

En realidad, el desarrollo de muchas de las tecnologías que se consideran emergentes, como el internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés), la realidad virtual (VR), la realidad aumentada (AR), e incluso de otras cuyas formulaciones se conocen hace décadas, como la computación en la red (*cloud computing*), la inteligencia artificial (AI) o la gestión virtual de las propias redes (NFV), depende más del modelo de negocio adoptado que del soporte tecnológico, aunque con el 5G van a incrementar sus potencialidades.

En realidad, esta reformulación de las formas de acceso, de las relaciones entre usuarios y de estos con sus objetos y actividades cotidianas, es una proposición estratégica que trata de alejar el 5G del síndrome de la tubería más ancha. Es decir, que el usuario final contemple el 5G simplemente como otra forma de disponer de mayor velocidad pero a menor precio.

Las lecciones aprendidas durante estos primeros 20 años de redes de banda ancha móviles, como el 3G y 4G, demuestran que un cambio profundo y económicamente rentable en las formas de uso y, sobre todo, en su asimilación como experiencia vital del usuario, no se produce únicamente añadiendo más kilobits de subida y bajada.

Otro factor determinante es el coste final de las subastas del espectro que las operadoras tienen que pagar para poder ofrecer el 5G. La exuberancia especulativa que a principios de siglo mostraron las subastas para las frecuencias 3G permitió comprender a los gobiernos que si las barreras de entrada son altas, las inversiones a largo plazo serán menores, lo que repercute en el desarrollo económico.

La norma general, hasta ahora, de las subastas nacionales de frecuencias para 5G es que los gobiernos han optado esta vez por costes más moderados, al poner sobre la mesa grandes porciones de espectro. Por el contrario, en aquellos países que optaron por la escasez artificial que supone trocear excesivamente el espectro (caso de Italia) o reservar buena parte de este para otros servicios (caso de Alemania), los costes aumentaron considerablemente.

Siendo conscientes de que el entusiasmo tecnológico constituye un buen punto de partida para la innovación, pero no siempre un aliado estratégico conveniente si se quieren crear bases sólidas para una reformulación tan profunda como la asociada al 5G, no se debe perder nunca de vista lo que la sociedad y el mercado realmente son en este primer tercio del siglo XXI.



Banda ancha para más

Hay dos factores que se han repetido hasta ahora en todas las transiciones hacia nuevos sistemas de redes móviles: el incremento del número de usuarios y su pauta de difusión.

Cada nueva generación de telefonía móvil, desde el 2G al 4G, ha alcanzado un mayor número de usuarios que la anterior. Además, su adopción es muy similar a la observada en otras tecnologías y básicamente sigue la famosa curva de difusión formulada por Everett¹ hace más de 5 décadas. La diferencia fundamental entre los sistemas de telefonía móvil y el resto de las tecnologías no radica por tanto en su forma de adopción, sino en la dimensión alcanzada. Así, el total de usuarios únicos de redes móviles actualmente supone el 67 por ciento de la población mundial (*GSMA Intelligence*, 2019; *US Census Bureau*, 2019) y el número total de conexiones supera un 4 por ciento al de la población del planeta (Ericsson, 2018).

Esto significa que cuando el 5G comience a ser una realidad para esa minoría de primeros usuarios pioneros (*early adopters*), algo que no va ocurrir de manera significativa al menos hasta 2020, este sistema de quinta generación tendrá ya un mercado potencial de 8.000 millones de usuarios, a lo que habría que añadir al menos 2.000 millones de conexiones celulares en el internet de las cosas (Ericsson, 2019). Por lo tanto, el 5G nace ya con el objetivo de convertirse en el sistema de comunicación con mayor número de usuarios (humanos + máquinas) de la historia, algo que podría ocurrir antes del final de la próxima década.

Un factor importante a considerar sobre esta progresión es que el ritmo de adopción de los sistemas móviles digitales se ha ido incrementado exponencialmente, de modo que cada sistema tarda menos que el anterior en convertirse en el de mayor número de usuarios. Así, el 3G tardó casi 14 años en alcanzar un 30 por ciento de difusión entre los usuarios de redes móviles, pero el 4G en siete años ya había superado ese porcentaje convirtiéndose en el sistema con mayor número de usuarios del mundo a finales de 2017 (Ericsson, 2018. Gráfico 1).

El 5G nace con el objetivo de convertirse en el sistema de comunicación con mayor número de usuarios (humanos + máquinas) de la historia

Las sucesivas generaciones de sistemas móviles han ofrecido básicamente al usuario mayores velocidades, un concepto asumido en la nueva cultura del acceso creada a partir del iPhone de Apple, el dispositivo fundamental que logró la transformación de los móviles en extensiones del propio usuario (Tenner, 2018). Este factor aparentemente simple permitió ahorrar a las operadoras cuantiosas inversiones en marketing para trasladar a sus clientes la poderosa idea de que el 3G era más rápido que el 2G, el 4G que el 3G y, por lo tanto, el 5G seguirá esta tendencia.

No obstante, cuando se justifica la evolución de los sistemas móviles únicamente en base a la velocidad de acceso se genera un problema y es que cualquier esfuerzo inversor de las operadoras por actualizar sus redes

se interpreta al final como una forma de hacer la tubería más ancha y que circulen más bits. Esta visión reduccionista, al menos para el mercado de consumo, ha permitido situar la innovación justo encima de estas redes y en el dispositivo de acceso. Lo que quiere decir que son las empresas que proveen los servicios más populares (Google, Amazon, Netflix...) y los fabricantes de móviles, los agentes que se perciben externamente como los verdaderos innovadores del mercado.

Sin emitir un juicio arriesgado y sin duda complejo sobre quién innova más en este mercado-cultura-ecosistema en que se ha convertido Internet, sí se puede afirmar que, si no se alteran las condiciones actuales del mercado, con el 5G nos dirigimos de nuevo a un escenario donde los que más invierten en su desarrollo corren el riesgo de ser los que menos recojan los previsible dividendos.

No obstante, en la progresiva implantación del 5G, operadoras y empresas de servicios en Internet comparten una misma necesidad de partida: ambos necesitan incrementar su número de usuarios y este incremento persigue a su vez dos objetivos. En primer lugar, cerrar la brecha mundial entre los que hoy usan redes móviles y aquellos que acceden a estas pero con sistemas de banda ancha, lo que equivale a sumar algo más de 713 millones de nuevos usuarios que saltarían del 2G a alguna red de mayor capacidad, ya sea 4G o la incipiente 5G (gráfico 1). En segundo lugar, integrar ese remanente del 33 por ciento de la población mundial que permanece ausente de las redes móviles, lo que en términos absolutos equivaldría a integrar más de 2.400 millones de personas, la mayoría de ellos en países en desarrollo o regiones emergentes, sobre una población mundial de 7.500 millones de personas (US Census Bureau, 2019).

No obstante, detrás de estas cifras que llaman al optimismo hay que tener en cuenta que, de ese total de personas no conectadas, al menos un 35 por ciento son niños o ancianos (World Bank, 2017), lo que en principio reduce ese margen razonablemente alcanzable de usuarios desconectados a 1.500 millones.

Mejora cuantitativa

Para que estos 1.500 millones de adultos dieran un salto de la desconexión al 5G, no solo se tendría que producir un amplio y rápido despliegue de infraestructuras que aumentara la cobertura, sino que los costes totales de conexión (redes y dispositivos) tendrían que ser considerablemente más asequibles que los actuales, teniendo en cuenta la menor renta disponible en los países en desarrollo donde se sitúa esa brecha.

El 5G supone una mejora respecto al 4G en tres factores básicos: la velocidad, la latencia y el número de dispositivos que se pueden conectar simultáneamente (gráfico 2).

El 5G situaría la velocidad máxima del sistema en un pico ideal de 20 Gigabits por segundo en el segmento de bajada y 10 Gigabits por segundo en el de subida. La mejora en la latencia, o tiempo que tarda una señal desde la estación base al receptor, se reduciría hasta los cuatro y un milisegundos (ms) frente a los 50 ó 60 ms del actual 4G (ITU, 2017).

El tercer y determinante factor diferencial del 5G es la densidad o número de dispositivos que la red sería capaz de atender en condiciones óptimas por unidad de cobertura y tiempo, estimada en un incremento exponencial del 100 por ciento respecto a la generación anterior. Esto haría posible la comunicación efectiva en zonas con alta densidad de población o en situaciones puntuales como eventos masivos, pero también la transmisión simultánea entre cualquier objeto conectado sin mediación.

Para lograr estos requerimientos el 5G necesita aprovechar frecuencias que no han sido utilizadas hasta ahora, ampliando el espectro desde los 6 Ghz a los 300 Ghz. Esto significa que una parte de las conexiones 5G emplearán las mismas frecuencias y antenas base que el 4G, pero otras usarán un paquete nuevo de ondas milimétricas —de muy alta frecuencia—, lo que obligará a las operadoras a construir antenas de pequeña cobertura, fijadas a fachadas de edificios, puntos de luz, etcétera, ya que este tipo de ondas además de tener

pequeño alcance atraviesa muy mal cualquier obstáculo intermedio, como una pared.

El 5G supone una mejora en tres factores: la velocidad, la latencia y el número de dispositivos que se pueden conectar simultáneamente

El 5G en su inicio comercial ofrecerá velocidades de acceso ligeramente superiores a las que ofrece el 4G, que en condiciones ideales alcanza los 100 megabits pero en velocidades medias reales apenas supera los 30 megas en países líderes como España (OpenSignal, 18). Tampoco se puede olvidar que la velocidad en gigas no es algo inédito en el mercado actual, pues tecnologías de acceso fijo como la fibra óptica y desarrollos del cable como el Docsis 3.1 ya la ofrecen.

Por último, la siguiente generación de teléfonos inteligentes (*smartphones*) 5G va a actuar como un catalizador del grado inicial de adopción, pero es poco probable que los principales fabricantes ofrezcan versiones solo 5G de sus modelos más vendidos.

Triple impacto

La implantación de redes 5G en los principales mercados supondrá un triple impacto: en las tecnologías y en los servicios disponibles, en el propio mercado de las telecomunicaciones y, por último, en la aparición de innovaciones inimaginables hasta ahora.

En el primer grupo encontraríamos tecnologías como la realidad virtual (VR) y la realidad aumentada (AR). El 5G mejorará la experiencia de usuario en las dos al proporcionar mayores velocidades y latencias mejoradas, este último un factor crítico en contenidos populares como los videojuegos. Pero también obligará a las plataformas existentes a ofrecer experiencias más ricas —desde Instagram a WeChat pasando por Waze o Spotify—, a la vez que abrirá el mercado a nuevos competidores.

El segundo impacto está relacionado con el inquietante *statu quo* actual de las operadoras que en pocos años vieron como las aplicaciones IP se comían literalmente el, durante décadas, cautivo mercado de las llamadas telefónicas y las nuevas formas de expresión personal multimedia —emojis, textos, clips de audio y vídeo— convertían los teléfonos fijos en “jarrones chinos” —valiosos pero sin utilidad—, las líneas fijas residenciales en soportes colectivos para wifi y los teléfonos móviles en computadoras portátiles.

Este escenario parece conducir de manera natural a las operadoras al Internet de las cosas (IoT), un mercado inexplorado donde se encuentran con una mayoría de objetos vírgenes de conexión ya que los fabricantes no han encontrado hasta ahora sentido alguno en añadir una conexión que apenas les aporta valor con sus actuales modelos de negocio. Por lo tanto, la primera etapa en cualquier estrategia de proyección del 5G hacia la IoT tendrá necesariamente que basarse en convencer a los fabricantes de casi cualquier cosa, de que sus aparatos —en su mayoría monofunción— adquieren un valor añadido para sus clientes agregándoles un chip.

Los asistentes virtuales, como exponente más visible del actual estado del desarrollo de la inteligencia artificial, podrían colaborar en esta tarea ya que permiten una interacción a distancia con cada vez mayor

número de aparatos domésticos, lo que *a priori* incrementa su utilidad y la comodidad para el usuario, como es el caso de los termostatos, aunque no está nada claro que esto pueda aplicarse al resto de aparatos que se emplean en los hogares. En cualquier caso, todo sistema de inteligencia artificial que se aplique en el entorno doméstico actuaría como un factor para estimular un mayor consumo de datos en las redes al dotar de inteligencia a más puntos de acceso.

Para los usuarios el factor diferencial del 5G tendrá que venir de nuevos e inéditos usos

El escenario de cambio que se plantea con el 5G tiene, además, una segunda interpretación relacionada con la nueva liberalización del mercado de las telecomunicaciones hacia operadores más pequeños que podrían atender nichos específicos. Esta previsible apertura del mercado se deriva del mayor ancho de banda disponible para el 5G, de modo que las operadoras podrán literalmente trocear su red (*network slicing*) para atender demandas concretas, ya sea haciendo uso de distintas frecuencias de radio u ofreciendo distintas latencias y velocidades.

Así las operadoras de redes 5G podrán optar por explotar ellas mismas este troceamiento del mercado u ofrecer su red a nuevos operadores virtuales que atenderán un solo sector o servicio —desde la conducción autónoma de coches al control de cadenas de producción— y que serán capaces de obtener mayor rentabilidad por su saber hacer del sector.

El tercer impacto del 5G es a la vez el más amenazante y esperanzador ya que se refiere a todo lo nuevo y desconocido que un sistema global de banda ancha que promete llevarnos al nivel gigabit puede traer. No podemos olvidar que, a pesar de los recientes cuestionamientos de principios como la neutralidad de la red, Internet sigue siendo una red descentralizada donde la innovación no necesita permisos de núcleos centrales y “donde las operadoras no tienen que establecer *a priori* qué usos se le van a dar a la red” (Evans, 2019).

Al igual que un Snapchat o un Instagram eran inconcebibles cuando se pusieron en marcha las redes 3G, las posibilidades tecnológicas del 5G serán un incentivo para los emprendedores que ahora pueden acceder a la misma tecnología y a una creciente disponibilidad de capital menos alérgico al riesgo. Además, la incorporación de miles de objetos cotidianos hasta ahora virtualmente desconectados a la nueva Internet incrementa exponencialmente las posibilidades de aparición de nuevas aplicaciones que signifiquen una ruptura de los modelos comunicacionales que vimos en los sistemas anteriores.

Alcance e impacto

En esta etapa inicial del 5G, lo que las operadoras realmente pueden ofrecer son mayores velocidades de acceso apoyándose en las redes 4G, lo que no obedece a ninguna estrategia comercial sino al propio plan diseñado para su despliegue, desde un sistema no autónomo (NSA) a uno completamente independiente (SA). Aun así, es indudable que el incremento del ancho de banda (eMBB) que ofrecen estas primeras redes 5G supone una respuesta a demandas reales, como el mayor consumo de vídeo y el incremento del tráfico de bits por usuario (Cisco, 2018).

Para que el 5G se entienda como una solución, al menos para los usuarios particulares, tiene que producirse

una evolución en la actual oferta de aplicaciones y servicios, ya que el 4G soluciona bastante bien el acceso a las aplicaciones más populares. La aparición y desarrollo de una internet de las cosas (IoT), identificada como una tercera fase en la evolución de esta red, no puede ser entendida como una consecuencia necesaria de su desarrollo, al menos esa no es la conclusión que hemos visto en sus primeros 30 años.

En este sentido, el 5G, debido al uso de un amplio rango de frecuencias y la densidad de conexión que permite, se considera un sistema idóneo para integrar múltiples objetos dotados de conexión. No obstante, esta integración técnica no implica necesariamente una nueva etapa de convergencia sectorial, ni tampoco que el simple hecho de añadir conexión a un aparato lo convierta en inteligente.

Las posibilidades tecnológicas del 5G serán un incentivo para los emprendedores

Las sinergias entre el 5G y el internet de las cosas solo se generarán si se establecen unas más amplias, diversas, imaginativas y rentables relaciones, a modo de diagrama de Venn, entre la nueva generación de operadoras de red —tecnológicamente agnósticas respecto a la solución a adoptar—, las plataformas en la nube y las empresas de cualquier dimensión y sector que de verdad incrementen su eficacia no solo con una mayor interconexión de su cadena de valor, sino mediante una innovadora orquestación de sus recursos (Nencioni, Garroppo, Gonzalez, Helvik, Procissi, 2018).

Por su parte, los fabricantes de móviles serán en gran medida los responsables de la primera interpretación del 5G entre los usuarios, ya que sus aparatos son los receptores privilegiados de la primera tecnología de conexión que permite integrarse en esta red. Pero la necesidad que tienen estas empresas de acortar el ciclo de renovación de sus dispositivos, cuya prolongación ha generado un estancamiento de las ventas mundiales (Gartner, 2018), no es desde luego un argumento consistente para convencer a esa franja de usuarios pioneros que ya pagan 1.000 dólares por los móviles más avanzados.

Para los usuarios, el factor diferencial del 5G respecto a los sistemas actuales tendrá que venir de nuevos e inéditos usos tanto de aplicaciones ya existentes como de nuevos entrantes que podrían hacer una interpretación creativa de las potencialidades del 5G —latencia, densidad de conexión, velocidad— para ofrecer no solo una mejora, percibida como tal, de los servicios existentes (vídeo en mayor definición, VR, etc) sino de otros cuya demanda es todavía desconocida.

La paradoja para los fabricantes es que, si el 5G les señala el camino hacia una mayor integración con la nube, sus propios dispositivos tenderán a desvalorizarse como simples puertas de acceso a los verdaderos servicios de valor añadido.

En definitiva, el 5G está destinado a convertirse en el soporte preferente de un Internet que en su tercera fase no solo aspira a cerrar la brecha de las personas desconectadas, sino a generar sinergias con sectores industriales históricamente indiferentes o cuyos canales de venta y procesos de fabricación apenas han variado en estos 25 años de despliegue de redes móviles.