

LAS TELECOMUNICACIONES Y LA CIENCIA FICCIÓN

Por Félix Ballesteros Rivas

Los límites.

Cuando el Capitán Kirk llamaba a Scotty en la nave Enterprise para solicitar *Teletransporte, por favor*, lo hacía abriendo un comunicador que se descolgaba del cinturón y que en aquellos lejanos días era Ciencia-Ficción. Hoy en día, cualquier joven que vea la vetusta serie de Star Trek no alzará las cejas ni un solo milímetro ante lo que no es más que coger el teléfono y hacer una vulgar llamada. De hecho Motorola sacó en los '90 un teléfono muy similar, que llamó *StarTac* y del que en una vitrina de casa guardo con mucho cariño un ejemplar (que nunca funcionó bien, por cierto).

Vista desde hoy eso era, obviamente, una ruptura de las reglas muy leve. Lo que sucedía a continuación, eso de que el Capitán Kirk se disolvía en el aire y se volvía a coagular de la nada en la nave Enterprise era ya más grave. Vamos a analizar por qué, hoy desde el punto de vista de las telecomunicaciones, porque hay pocas leyes absolutas en el mundo de las telecomunicaciones, y aquel teletransporte las violaba casi todas.

Uno de los elementos básicos de cualquier comunicación es su *Ancho de Banda* que, pese al chiste habitual, no tiene nada que ver con *El músico más grueso de una pequeña orquesta*.

El Ancho de Banda es la capacidad bruta de un determinado medio de transmisión para llevar nuestras comunicaciones. Es el mismo concepto que el ancho de una carretera: si tiene dos o tres carriles puede llevar más tráfico que si sólo tiene uno.

Luego los carriles pueden estar bien asfaltados o llenos de baches, lo cual tiene su analogía en el mundo de las ondas con el *Ruido*, que en los viajes nos puede hacer frenar y en las telecomunicaciones nos hace transmitir las cosas más veces o utilizando más potencia para que el maldito ruido no nos falsee el resultado.

Y el Ancho de Banda no es más que la diferencia entre las frecuencias más alta y más baja que se pueden transmitir por ese canal.

Por ejemplo, el Ancho de Banda de la banda de FM de nuestras radios actuales va desde una frecuencia de 87,5 Megahercios hasta la de 108 Megahercios, es decir, el ancho de banda es de unos veinte Megahercios.

Y eso, ¿para qué sirve?

Pues sirve para poner muchas emisoras de radio cada una con una programación diferente. En el caso de las emisoras de FM, que por razones de precio de los aparatos de radio están separadas por lo menos 100 Kilohercios (normalmente es más, pero no vamos a dar aquí un curso), pues se puede sacar la conclusión de que *caben* unas doscientas emisoras. En realidad resultan ser muchas menos, pero para ilustrar el concepto vamos a dejarlo así: es el límite *teórico*.

Y cuando en España empezaron a emitir los canales de televisión privados (sí: hubo un tiempo remoto en el que sólo teníamos uno o dos canales de televisión), la mayoría de los edificios tuvieron que cambiar los cables comunitarios porque algunos canales no se veían: los cables baratos no transmiten igual de bien las frecuencias más altas, tienen un limitado Ancho de Banda. También es evidente que si el Ancho de Banda de FM fuese de 200 Megahercios en lugar de 20, cabrían muchas más emisoras, pero a donde nos dirigimos es a ver los límites reales de la tecnología y hasta ahora las cifras son sólo cifras.



Porque lo que viene a continuación es algo más delicado: se trata de contestar a la pregunta de ¿cuánto cabe en un determinado Ancho de Banda?

En los 100 Kilohercios de Ancho de Banda reservados a cada emisora de FM (dentro de los 20 Megahercios del Ancho de Banda de la Banda de FM), parece que lo que cabe es un poco de música de una calidad aceptable (calidad acústica, luego a cada

cual le puede gustar o no el Jazz o la Canción del Verano). Para una emisora de televisión, hasta hace unos años, había que reservar por lo menos unos 8 Megahercios por cada emisora y para una conversación telefónica bastaba con poco más de 3 Kilohercios.

Parece intuitivo que una película, que incluye imagen y sonido, necesita para llegar a nuestras casas un ancho de banda mayor que el de la Radio, y que la televisión en Alta Definición necesita más aun, y que una película en 3D mucha más...

Pero aparecieron las *Técnicas de Compresión*, una maravilla capaz de cargarse el mercado de la distribución de música y de cine gracias a que ahora las películas ocupan muy poco y la música aun menos y se pueden compartir gratis de forma más o menos (i)legal.

Gracias a la compresión, en el mismo Ancho de Banda de la banda de televisión, ahora nos caben muchos más canales y en la banda de FM podría pasar lo mismo si estuviésemos dispuestos a cambiar todos los receptores y hubiese una necesidad comercial de ello.

Podría pensarse que otras tecnologías pueden llegar *más allá* y en un tiempo futuro tener miles de emisoras en donde ahora sólo hay decenas, pero un teorema muy bien demostrado, el *Teorema de Shannon*, dejó establecido hace ya tiempo que la capacidad de un canal tiene un límite absoluto, dependiendo sólo del Ancho de Banda y del Ruido, y que ese límite no se puede sobrepasar.

Cierto que con las técnicas de compresión actuales todavía no hemos llegado a ese límite, pero ya estamos muy cerca.

Y el Capitán Kirk lo sobrepasaba de largo.

Porque transmitir toda la información necesaria para describir a una persona, con sus 3000000000 de bases de ADN de cada una de sus billones de células, las posiciones de todas sus enzimas y aminoácidos, la temperatura y dirección de movimiento de cada uno de los 10^{27} átomos (más o menos) que lo forman... es un enorme montón de información que necesitaría más ancho de banda del disponible por mucho que lo reservemos todo para esto o, alternativamente, tardaría en la transmisión quizá meses, tiempo en el que el pobre capitán estaría poniendo caras raras viendo cómo su mitad de abajo ya no está, y poco a poco se va descomponiendo como un jersey de punto que vamos deshaciendo para reaprovechar la lana en otra prenda. ¿Recordamos cuando al llegarnos una imagen a través de Internet nos va llegando línea por línea?: es porque el Ancho de Banda disponible (esos Megabits que nos prometen las operadoras y nunca cumplen al 100%) nunca es suficiente.

Interferencias, cifrado...

Otros problemas menos conocidos de las Telecomunicaciones sí que suelen estar bien resueltos en la mayoría de las novelas de Ciencia-Ficción, como por ejemplo las interferencias de la emisoras enemigas, que se suelen resolver por medio de comunicaciones basadas en rayos láser, lo cual no sólo es cierto sino que sería la manera óptima de comunicarse, porque el Ancho de Banda disponible es de centenares de Megahercios, porque no se puede interferir si no es poniéndose en mitad del camino a cortar el rayo y porque es una tecnología muy fiable.

Y aunque no se mencione nunca, tenemos que suponer que todas las comunicaciones entre naves o *con la base*, están cifradas. Esto es imprescindible en cualquier comunicación que consideremos importante, y las que llegan a mencionarse en las novelas son muy importantes (nadie dedica unas páginas a detallar conversaciones banales entre gente aburrida); y es imprescindible el cifrado por dos razones:

La primera y más obvia puede ser para que *el enemigo* no se entere de por dónde se piensa lanzar el siguiente ataque. Eso ya se hacía en la Segunda Guerra Mundial y hay bonitas aventuras sobre los intentos británicos de descifrar los códigos de la mítica máquina *Enigma*, en que basaban los alemanes sus comunicaciones cifradas.

La segunda, y no menos importante, es porque con el cifrado se consigue estar seguros de que el *otro* es quien dice ser: si nos ponemos de acuerdo en que nuestras comunicaciones van a estar cifradas con la clave *SeSaMo007*, por ejemplo, si al aplicar la clave para descifrar lo que nos llega desde el otro lado nos sale algo inteligible, es que se ha cifrado sabiendo que la clave era esa y, por lo tanto, quien lo ha cifrado era la persona con la que nos habíamos puesto de acuerdo para usar esa clave; si aplicamos esa clave a cualquier otra comunicación, lo normal es que no se entienda ni una sola letra del resultado y, aparte de no enterarnos de nada, saquemos la acertada conclusión de que esa no era una de *nuestras* comunicaciones.

De todas formas es algo que no hace falta ni mencionar en las novelas de Ciencia-Ficción, porque en la vida real actual también utilizamos comunicaciones cifradas a diario sin mencionarlo: los teléfonos móviles cifran todas las comunicaciones sin avisarnos siquiera.

Inventos absurdos.

No hay muchos en la Ciencia-Ficción, excepto el doloroso detalle de que nada puede ir más rápido que la luz... ni siquiera las comunicaciones. Todas las referencias a *Hiperondas*, o a *Telepatías* o *Teleloqueseas Ultramultialgos*... son rupturas de la Regla más sagrada de la Ciencia y, por lo tanto, podemos (y muchas veces debemos)

aceptarlas, pero a quienes tenemos una cierta formación técnica nos alejan un poquitín de la página que estamos leyendo.

Inventos ahora obvios.

Son muchos, y algunos clamorosos.

Una gran parte de los escritores de Ciencia-Ficción de todos los tiempos han tenido una formación técnica más o menos sólida, pero incluso ellos parece que tenían una ignorancia profunda en temas de telecomunicaciones. Voy con un par de ejemplos.

Los investigadores de Isaac Asimov (¡nada menos!) en *Yo robot*, se tienen que parar de vez en cuando en los pasillos de la ciudad para buscar una cabina de teléfonos y hacer una llamada urgente... No hay excusa: la telefonía móvil se basa en patentes que registró Hedy Lamarr ¡en 1944! Y esta Hedy Lamarr, si alguien busca su biografía, descubrirá que era Miss Austria, Miss Alemania y Miss EE.UU., además de actriz: es una biografía muy interesante.



Robert A. Heinlein (otro de los grandes) cometía el mismo error en *La Luna es una cruel amante*, pero para quien lea esa novela hoy en día puede ser más clamorosa la ausencia de Internet: un puñado de conspiradores, en un entorno tecnificado y

disponiendo de un ordenador central con conexiones por todas partes... se comunican entre sí y con el ordenador ¡por teléfono! Hay que reconocer, sin embargo, que en esa novela apunta a la mayor parte de lo que ha resultado formar el esqueleto de Internet: comunicaciones cifradas, redes privadas virtuales (VPN), correos electrónicos, retoques de imagen, comunicaciones multimedia... Le faltó poquísimo para acertar de pleno, pero dejó a John Brunner rematar la tarea.

Grandes inventos de la Ciencia-Ficción.

El más espectacular es, para mí sin ninguna duda, el satélite de comunicaciones que Arthur C. Clarke estuvo a punto de patentar en los años 40 del Siglo XX.

Su satélite tenía unos cuantos fallos, el principal de los cuales era que estaba pensado con la tecnología de aquella época y la electrónica estaba basada en tubos de vacío.

Quienes peinamos canas todavía nos acordamos de las televisiones y radios *de lámparas* o *de tubos*, que se averiaban tanto que mis padres tenían un servicio técnico que se pagaba todos los meses para que viniesen de vez en cuando a cambiar una lámpara: se averiaban mucho y, para colmo, se llamaban *lámparas* porque había que calentarlas tanto que emitían luz y, en segunda derivada, consumían muchísima energía.

Lo que ahora es un satélite de un par de toneladas, para Clarke era una nave de cientos o miles de toneladas, que tenía que estar habitado de forma permanente por los técnicos que arreglaban las averías a todas horas y que, para hacer soportable la vida en órbita, tenía forma de rueda que conseguía simular la gravedad con el giro y la fuerza centrífuga/centrípeta.

Era una idea con defectos, pero hermosísima; y quien lo dude le recomiendo que se vea el principio de *2001, una odisea en el espacio* y, si no se emociona con la danza del atraque de una lanzadera sobre la estación orbital con forma de *Rueda de Clarke* al son del *Vals del Emperador*... que no siga leyendo ni Ciencia-Ficción ni nada: tiene un corazón de piedra y es un caso perdido.

Otro invento relacionado con las telecomunicaciones y avanzado en una novela de Ciencia-Ficción es Internet. Ya hemos hablado de Heinlein y lo cerca que estuvo, pero John Brunner sí que predijo una red mundial de ordenadores y comunicaciones basadas en ellos... y poco más.

Es como esa historia de dos personas que, uno de ellos, adora París (por ejemplo), ha leído y visto todo sobre París, se sabe de memoria el callejero y el mapa del metro y las líneas de autobuses y los precios de los museos... pero nunca ha estado en París; el otro, es el típico norteamericano que no sabe muy bien dónde está París pero

que, en un vuelo entre Chicago y Hamburgo, tiene que hacer escala en París, se sube a un taxi en el aeropuerto, se duerme en el trayecto, se apea en el aparcamiento de un hotel reservado por su agencia, duerme, sigue durmiendo en el taxi que le lleva al aeropuerto y sale de París... La Pregunta es: ¿cuál de los dos *conoce* París?

Pues en lo de si fue Heinlein o Brunner quien predijo lo que iba a ser Internet, Brunner es el que *estuvo* en París mientras que Heinlein fue quien nos podía contar muchas cosas de París, pero no llegó a *estar* allí.

Por lo demás, son escasísimos los ejemplos de relatos de Ciencia-Ficción que predijesen el fenómeno de Internet, salvo los escritos después del fenómeno de Internet, por supuesto.

¿Y el Futuro?

Vale, sí: el Futuro ya no es lo que era. Pero no puedo resistir la tentación de plantear lo que ahora podemos ver de ese Futuro, que siempre nos defrauda y nos sorprende, desde el punto de vista de las Telecomunicaciones.

La primera predicción es que lo más probable es que el resto de predicciones (más o de cualquiera) sean bastante inexactas y la única que se cumpla a rajatabla sea precisamente esta (la tenía que poner para estar seguro de acertar en algo).

Ancho de Banda.

Lo más fácil de prever es que el Ancho de Banda disponible para cada persona seguirá creciendo durante muchos años, de una forma que se ralentizará en las crisis económicas y se acelerará todo el resto del tiempo.

Hace treinta años mi mujer trabajaba a distancia con un módem de 4800 bits-por-segundo, y antes de eso se llamaban comunicaciones a los patéticos intentos que se hacían por módems de 300 bps (para quien lo dude, en casa todavía guardo alguno de esos cacharros).

Hace veinte, en los albores de Internet, mi empresa tenía como canal de comunicaciones ‘para todo’ con las oficinas centrales de Ginebra un ‘canuto’ de 56000 bps y desde casa yo trabajaba con 14400 bps y, los últimos días de los módem y las comunicaciones sobre el teléfono, con un módem de 56400 bps que, con tantos errores de transmisión como cometía, la velocidad efectiva casi nunca era mejor que la de 14400 bps.

Mi primera conexión ADSL fue de 256 Kilobits (por-segundo) y era normal comentar que no se necesitaba nada más.

Había quien hablaba de enviar cine por la red, y se llegó a la meditada conclusión de que para ello haría falta una conexión de 2 Megabits y nadie concebía un ‘más allá’ de necesidades que justificasen aumentar la velocidad de la red por encima de esa cifra.

En 2011 tengo 50 Megabits (reales) en casa, y la empresa utiliza canales iguales o mejores para sus enlaces internacionales.

Las operadoras telefónicas están devanándose los sesos (los pocos que les quedan con tantas prejubilaciones) para imaginar cómo van a suministrar 100 megabits (es la cifra de la que se habla a muy pocos años vista como estándar) a cada uno de los hogares de grandes edificios de viviendas y urbanizaciones de cientos o miles de vecinos, de las que al multiplicar esos 100 Mbps por el número de hogares salen cifras que hace nada eran de auténtica Ciencia-Ficción.



En el acceso móvil, a través de Wi-Fi's, UMTS y derivados, el aumento de velocidad no será tan espectacular, porque el ancho de banda de las comunicaciones radioeléctricas es limitado (hay que compartirlo con la radio, la televisión, el radar, la telefonía, las radiobalizas, los mandos a distancia, etc.), pero sí que nos haremos a la idea de estar permanentemente conectados en cualquier momento y lugar. Incluso, para mi desgracia, en la recóndita playa del Mediterráneo desde donde esto escribo, en un pueblo en el que por no haber no hay ni bar, ni restaurante ni chiringuito playero ni supermercado ni puesto de helados. En todos los demás lugares tendremos velocidades en nuestros aparatos (llamarles teléfonos sería tan inexacto como decir que se comunican por *Tam-tam*) de 2 Mbps, de 10 Mbps y puede que de 100 Mbps.

Sucedirá. Es cuestión de inversión, no de inventar nada radicalmente nuevo; y le terminaremos encontrando utilidad a tanto Ancho de Banda disponible, como veremos en los siguientes párrafos.

Superinternet.

El aumento de velocidad de las telecomunicaciones nos hará ser mucho más ambiciosos a la hora de comunicarnos. Ya no bastará con enviar fotos o videos de menos de diez minutos, ni películas de varias horas.

Creo que en algún momento se abrirá la red a que cualquiera pueda poner una webcam en abierto para que cualquiera (o sólo los amigos) estén en contacto permanente con nosotros.

En el ámbito profesional puede esto producir importantes cambios organizativos.

Podemos imaginar que cualquier trabajador podrá formar equipo con personas que están o no en la misma empresa e incluso en cualquier otra parte, y puede tener en la pared de la derecha las imágenes de sus mesas de trabajo (y los otros tendrán su imagen en la pared de la izquierda) dando la sensación de estar sentados uno al lado del otro a la hora de colaborar, comentar o, simplemente, sentirse acompañado por las mañanas. Las connotaciones a la hora de trabajar desde casa son evidentes.

En el ámbito privado puede ser una revolución. Seguro que habrá alguien que ponga una cámara en su cuarto de baño, pero será más corriente tener una en un determinado rincón del salón (que siempre estará limpio y ordenado) para la tele-vida social.

En el ámbito portátil, será cada vez más probable un invento que desarrollaron los estudiantes del MIT, pero que con la tecnología de entonces era un trasto poco vendible: una cámara disimulada en las gafas o en las hombreras va analizando las caras de todas las personas con las que nos cruzamos y las va comparando con las de nuestras fotos en nuestra agenda; cuando hay una coincidencia mete un mensaje (en nuestros auriculares, proyectado en el interior de los cristales de nuestras gafas...) del tipo 'Te vas a cruzar con Koldo, es el abogado de tu cuñada'.

Que cada cual siga imaginando desde ahí lo que puede ser la vida del futuro.

Las comunicaciones y los imperios.

Permítaseme, para terminar, una digresión sobre lo que todo lo anterior influirá en la Sociedad. Pero voy a empezar desde atrás, para tomar impulso.

Los grandes imperios de la Antigüedad, desde los Asirios o los Romanos, han dependido de las comunicaciones para mantenerse unidos, es obvio, y la velocidad de éstas modelaba la forma de gobierno: el cónsul que viajaba cada invierno desde Emérita Augusta (Mérida) hasta Roma para informar del estado de las cosas y volvía (él o su sucesor) la siguiente primavera para seguir ejerciendo el gobierno, necesitaba que la situación no hubiese evolucionado de forma significativa en esos meses, porque en otro caso no tenía sentido ni el viaje ni las nuevas instrucciones con las que volvía. En consecuencia, eran imperios con una estructura muy rígida, en extremo estable, nada cambiaba en años, y podemos estudiar periodos de cientos o miles de esos años (en el caso de los egipcios, muchos miles) con pocos párrafos del libro de Historia, porque nada cambiaba en generaciones, pese a inventos como las calzadas romanas o los correos por relevos de caballos de los asirios.

En la medida en que las comunicaciones han ido siendo más rápidas, la evolución social ha sido cada vez más parecida a la revolución, los estados han ido diluyendo su estabilidad a favor de una mayor flexibilidad y adaptación a la (variable) Sociedad y el resultado, por el momento, es lo que nos rodea: que cada cual compare el país que tiene a su alrededor con el que rodeó a sus padres, abuelos, bisabuelos, tatarabuelos... y si se medita sobre cuánto de ese cambio ha venido provocado o, al menos, soportado por el aumento de las comunicaciones (trenes, aviones, teléfono, radio, televisión, Internet...), sin duda notará la aceleración de la evolución de la Sociedad en un sentido muy concreto. Y si se vive en algún país musulmán, la palabra revolución se puede quedar corta y el papel de las comunicaciones ha sido crucial en los primeros movimientos sociales que ha sufrido/disfrutado el Islam en el último millar de años.

¿Y a partir de ahora? Con comunicaciones que nos permitan trabajar en casi cualquier parte del mundo (menos en esta playa: es sólo para no-trabajar [y escribir, para mí, no es exactamente un trabajo]), comunicaciones con las que podamos aprovechar o difundir ideas aún más rápido que hoy en día, con un acceso casi ilimitado a la mayor parte de la Cultura... Que cada cual siga imaginando a partir de aquí.

Autor: Félix Ballesteros Rivas; Pozuelo de Alarcón, Madrid, España.
Artículo inédito. Teorema Z. www.libroandromeda.com

El autor ha cedido a Libro Andrómeda el derecho de publicación de esta obra en nuestra web, con la siguiente condición, de acuerdo con las opciones de protección de los derechos de propiedad intelectual existentes para la difusión en Internet:

Reconocimiento – Sin obra derivada – No comercial: El material creado por un artista puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceros si se muestra en los créditos. No se puede obtener ningún beneficio comercial. No se pueden realizar obras derivadas.