

INTRODUCCIÓN

ARRECIFE, CIUDAD, RED

...mientras la imaginación da cuerpo
a formas desconocidas, la pluma del poeta
las convierte en figuras, y a la etérea nada
le otorga una residencia y un nombre.

SHAKESPEARE, *El sueño de una noche
de verano*, V, i, 14-17.

LA PARADOJA DE DARWIN

4 de abril de 1836. Casi en el extremo oriental del océano Índico, los inevitables vientos monzónicos del noreste han ido cediendo paso a la calma veraniega. Las aguas color esmeralda de las islas Keeling, dos pequeños atolones compuestos de veintisiete islas, unos novecientos kilómetros al oeste de Sumatra, tienen un aspecto incitante, tan cálidas y apacibles, con el encanto añadido de la arena blanca, hecha de coral pulverizado. En un tramo de costa habitualmente inaccesible por el fuerte oleaje, el agua está tan quieta que Charles Darwin salta de su embarcación y, bajo el inmenso cielo azul de los trópicos, vadea hasta el arrecife de coral vivo que rodea la isla.

Se pasa varias horas allí de pie, investigando el abigarrado tesoro que le brinda el arrecife. Darwin, que tiene veintisiete años, se halla a casi diez mil kilómetros de Londres, al borde de un precipicio, de pie sobre la cumbre subterránea de un

pico que se alza desde el fondo del mar insondable. Está a punto de llegar a una idea sobre las fuerzas que crearon ese pico, una idea que, luego se sabrá, va a ser el primer gran descubrimiento científico de su carrera. Y acaba de lanzarse a explorar otro presentimiento, aún borroso e informe, que en algún momento le conducirá a la cumbre intelectual del siglo XIX.

A su alrededor, grandes bancos de las especies que pueblan el arrecife de coral pasan como flechas brillantes. La mera variedad da escalofríos: peces mariposa, damiselas, peces loro, peces Napoleón, peces ángel, pseudanthias que se alimentan del plancton de arriba, el que se halla sobre los brotes en forma de coliflor del coral; los pinchos y los tentáculos de los erizos de mar y las anémonas. El espectáculo es un festín para la vista de Darwin, pero su cerebro está ya buscando un misterio escondido bajo la superficie. En su relato del viaje del *Beagle*, publicado cuatro años más tarde, Darwin escribiría: “Es excusable el entusiasmo al hablar del infinito número de seres orgánicos que pululan en el mar de los trópicos, tan pródigo de vida; pero debo confesar que, a mi juicio, los naturalistas que han descrito en páginas bien conocidas las grutas submarinas, adornadas de innumerables bellezas, se han complacido en usar un lenguaje algo exuberante”.*

Eso que le estará dando vueltas en la cabeza a Darwin, durante los días y las semanas siguientes, no va a ser la belleza de las grutas submarinas, sino más bien el “infinito número” de los seres orgánicos. En tierra, la flora y fauna de las islas Keeling solo puede describirse como pobre; entre las plantas, hay poco más que algunos cocoteros, líquenes y hierbajos. “La lista de los animales terrestres”, escribe Darwin, “es todavía más pobre

* Charles Darwin, *Diario del viaje de un naturalista alrededor del mundo*, Juan Mateos, tr., Espasa-Calpe, Madrid, 2003.

que la de las plantas”; un puñadito de lagartos, apenas algún pájaro terrestre que se pueda considerar como tal, y unos seres que acaban de inmigrar a bordo de los barcos europeos: las ratas. “La isla no tiene ningún cuadrúpedo doméstico excepto el cerdo”, señala Darwin con desdén.

Y sin embargo, a escasos metros de ese hábitat desolado, en las aguas del arrecife de coral, florece una enormísima diversidad, con la que solo podría competir la de los bosques húmedos. Es un verdadero misterio. ¿Por qué dan cobijo las aguas que rodean un atolón a tantas formas de vida distintas? Si uno saca tres mil metros cúbicos de agua en cualquier punto del océano Índico y hace un inventario a fondo, la lista le quedará tan “pobre” como la de animales terrestres en las Keeling que hizo Darwin. Con suerte, se hallará una docena de peces..., mientras que en el arrecife aparecerían, como mínimo, un millar. En las propias palabras de Darwin, tropezarse con el ecosistema de un arrecife en medio de un océano es como dar con un oasis bullicioso en pleno desierto. Hoy llamamos a este fenómeno “la paradoja de Darwin”: tantas formas de vida diferentes, ocupando tal variedad de nichos ecológicos y habitando unas aguas que, por lo demás, resultan tan acusadamente pobres en nutrientes. Los arrecifes de coral constituyen aproximadamente el 0,1 por ciento de la superficie terrestre, y sin embargo son el hogar de casi la cuarta parte de las especies marinas conocidas. Darwin no dispone de este dato estadístico en 1836, pero ha visto suficiente mundo en los cuatro años que lleva en el *Beagle* como para detectar que pasa algo raro en las aguas atestadas de ese arrecife coralino.

Al día siguiente, Darwin se interna en el lado de barlovento del atolón, acompañado del capitán del *Beagle*, el vicealmirante James FitzRoy, y allí ambos contemplan cómo unas olas

inmensas azotan la barrera blanca del arrecife. Un espectador europeo normal, acostumbrado a las aguas más calmas del Canal de la Mancha o del Mediterráneo, se quedaría impresionado ante la cresta de las olas (sus rompientes, observa Darwin, “igualan en fuerza a los engendrados por temporales huracanados en las regiones templadas, y no cesan de desplegar su furia”). Pero Darwin se está fijando en otra cosa: no en la altura de las olas, sino en la fuerza que las resiste: los diminutos organismos que han construido el propio arrecife.

El océano, lanzando sus olas contra el ancho arrecife, parece un enemigo invencible y todopoderoso; sin embargo, vemos contrastado y aun vencido su inmenso poder por medios que a primera vista parecen débiles e insuficientes. Y no es que las olas respeten las rocas de coral: los grandes fragmentos dispersos sobre el arrecife y amontonados en la playa, en que los altos cocoteros brotan, habla con harta elocuencia de su arrollador empuje [...] Con todo, las insignificantes islitas de coral permanecen y quedan victoriosas; porque aquí otro poder, como un antagonista, interviene en la contienda. Las fuerzas orgánicas separan los átomos de carbonato de calcio uno por uno y los reúnen formando una estructura simétrica. No importa que el huracán arranque a millares enormes fragmentos, pues sus esfuerzos significan poco frente a la labor acumulada de incontables miríadas de arquitectos que trabajan día y noche durante meses y meses.

Si a Darwin le atraen esos arquitectos diminutos es porque cree que en ellos radica la clave para resolver el misterio que ha llevado el *Beagle* a las islas Keeling. En el informe con el

que el Almirantazgo autorizó que el barco se pasara cinco años viajando, una de las principales directrices científicas era que se investigara la formación de atolones. El mentor de Darwin, el brillante geólogo Charles Lyell, había formulado poco antes la hipótesis de que los atolones surgían por la acción de los volcanes submarinos, que ascienden a la superficie gracias a los potentes movimientos de la corteza terrestre. Según esta teoría de Lyell, la forma circular distintiva de los atolones se va dibujando a medida que las colonias de corales construyen arrecifes rodeando el perímetro del cráter volcánico. En el pensamiento de Darwin ha tenido gran influencia la visión de Lyell sobre los grandes periodos de tiempo de las transformaciones geológicas, pero mientras está en aquella costa, viendo las olas rompiendo contra el coral, se da cuenta de que su mentor se equivoca acerca del origen de los atolones. No es una simple cuestión de geología, piensa entonces. La cuestión tiene que ver con la persistencia innovadora de la vida. Y mientras evalúa esta idea, aparece en su cabeza un indicio de otra cosa, una teoría mayor, de más alcance, que podría explicar el enorme abanico de innovaciones que produce la vida. Algo desconocido va tomando forma muy lentamente.

Unos días más tarde, ya de vuelta en el *Beagle*, Darwin saca su diario y reflexiona sobre ese enfrentamiento fascinante entre el oleaje y el coral. Y escribe, presagiando ya con treinta años de antelación uno de los pasajes más famosos de *El origen de las especies*: “Con dificultad sabría decir por qué; pero, a lo que entiendo, la vista de las playas exteriores de estas islas-lagunas supera en magnificencia a la del interior”. A su debido tiempo lo sabría.

LA CIUDAD SUPERLINEAL

Max Kleiber, científico suizo, tenía tendencias heterodoxas desde muy joven. Mientras estudiaba en la universidad, en el Zúrich de la década de 1910, se paseaba en sandalias y con el cuello de la camisa abierto, lo que en la época era un atuendo muy llamativo. Luego, haciendo el servicio militar en el ejército suizo, descubrió que sus superiores intercambiaban información con los alemanes, a pesar de que oficialmente Suiza mantenía la neutralidad durante la Primera Guerra Mundial; se quedó tan desolado que simplemente no se presentó al servicio el día siguiente, y acabó pasando unos meses en la cárcel. Tiempo después, ya dedicado a la ingeniería agrónoma, decidió que no aguantaba más la pacata sociedad de Zúrich y tomó un camino que, en las décadas siguientes, emprenderían muchos otros rebeldes y pacifistas calzados con sandalias: se fue a vivir a California.

Kleiber recaló en la facultad de agrónomos de la Universidad de California en Davis, en pleno corazón del fértil Central Valley. En los primeros años, se especializó en ganado: medía cómo afectaba el tamaño corporal a los procesos metabólicos, la velocidad con que quema energía el organismo. Esta estimación de las tasas metabólicas era crucial para el negocio ganadero, porque permitía predecir con cierta fiabilidad cuánto alimento iban a necesitar los animales, y cuánta carne producirían finalmente, tras el sacrificio. Al poco tiempo de llegar a Davis, Kleiber notó en sus investigaciones que se producía un hecho recurrente y llamativo, una rareza matemática que le hizo empezar a llevarse al laboratorio criaturas más diversas: ratas, palomas, perros y hasta seres humanos. Los científicos y los amantes de los animales ya habían observado que, a medida que aumenta el tamaño, se vive más tiempo. Las moscas

viven unas horas o unos días, mientras que un elefante dura medio siglo. El corazón de un pájaro o un mamífero pequeño bombea la sangre mucho más rápido que el de una jirafa o una ballena azul. Pero la relación entre tamaño y velocidad no era tan directa. Por ejemplo, un caballo puede ser quinientas veces mayor que un conejo, pero desde luego no le late el pulso quinientas veces más rápido. Así, tras una realización de una serie formidable de mediciones en su laboratorio, Kleiber descubrió que este fenómeno de la escala se ceñía a un algoritmo matemático invariable: “la escala de la cuarta potencia negativa”. Si se pone en relación la masa y el metabolismo dentro de una escala logarítmica, sale una línea perfectamente recta que parte de las ratas y las palomas y va subiendo hasta llegar a los toros y los hipopótamos.

Los físicos están acostumbrados a descubrir ecuaciones tan bellas como esta, agazapadas tras los fenómenos que estudian; pero en el mundo de la biología todo es más desordenado y la elegancia matemática se hace más de rogar. Y sin embargo, cuantas más especies analizaban Kleiber y su equipo, más clara les salía la ecuación: el metabolismo tiene una relación con la masa igual a la cuarta potencia negativa. La operación no es complicada: se toma la raíz cuadrada de 1.000, que viene a ser 31, y se halla luego la raíz cuadrada de 31, que aproximadamente es 5,5. Esto quiere decir que una vaca, que pesa unas mil veces más que una marmota, vivirá de media 5,5 veces más, y tendrá un latido cardíaco 5,5 veces más lento. George Johnson, divulgador científico, hizo en cierto momento la observación de que una de las conclusiones más hermosas que se sacan de la ley de Kleiber es que el número de latidos de una vida tiende a ser el mismo en todas las especies; lo que sucede es que los animales de más tamaño se toman más tiempo en agotar los suyos.

La ley de Kleiber se fue ampliando, durante las décadas siguientes, hasta llegar a la escala microscópica de las bacterias y el metabolismo celular; de hecho, se descubrió que hasta el crecimiento de los vegetales sigue la escala de la cuarta potencia negativa. Allí donde haya vida, siempre que un organismo tiene que encontrar la forma de consumir y distribuir su energía por su cuerpo, aparece la escala de la cuarta potencia negativa dirigiendo sus patrones de crecimiento.

Hace unos cuantos años, Geoffrey West, físico teórico, decidió investigar si la ley de Kleiber podía aplicarse a una de las mayores creaciones de la vida: esos superorganismos que son las ciudades construidas por el género humano. ¿Podría decirse que el “metabolismo” de la vida urbana se va haciendo más lento a medida que aumenta el tamaño de la ciudad? West, que trabajaba en el legendario Santa Fe Institute, del que fue presidente hasta 2009, reunió un equipo de investigadores y asesores de diversos países y les encargó recoger datos sobre varias docenas de ciudades de todo el mundo, midiendo desde la delincuencia hasta el consumo eléctrico de los hogares, desde las nuevas patentes hasta las ventas de combustible. Y cuando por fin procesaron los datos, West y su equipo descubrieron con gran placer que la escala de la cuarta potencia negativa de Kleiber regía la energía y el crecimiento del transporte en la vida de la ciudad. El número de gasolineras, el consumo de combustible, la superficie asfaltada, la longitud del cableado eléctrico... todos esos factores seguían exactamente la misma ley que rige el gasto de energía en los organismos biológicos. Si un elefante no era más que un ratón a gran escala, entonces, desde el punto de vista energético, una ciudad no era más que un elefante a gran escala.

Pero lo más fascinante de la investigación de West fue lo que descubrió a partir de los datos que resultaron *no* obedecer

la ley de Kleiber. West y su equipo llegaron a la conclusión de que había otra ley de potencia, aún por descubrir, dentro de aquella inmensa base de datos de estadísticas urbanas. Todos los datos que tenían que ver con la creatividad y la innovación –las patentes, los presupuestos de I+D, las profesiones “supercreativas”, el número de inventores– seguían también una ley de cuarta potencia, igual de fiable que la de Kleiber, pero con una diferencia fundamental: esa ley de la cuarta potencia que rige la innovación era *positiva*, no negativa. Una ciudad diez veces mayor que su vecina no era diez veces más innovadora, sino que lo era *diecisiete* veces más. Y una metrópolis cincuenta veces mayor que un pueblo resultaba 130 veces más innovadora.

La ley de Kleiber demostraba que, a medida que la vida se va haciendo mayor en tamaño, se vuelve más lenta. Pero el modelo de West venía a probar que las ciudades construidas por el hombre rompen las pautas de la vida biológica en un aspecto crucial: a medida que crecen, generan ideas con mayor velocidad. Esto es lo que se llama “escala superlineal”: si la creatividad fuera creciendo de forma lineal, a medida que lo hace el tamaño, por supuesto habría más patentes y más inventos en una ciudad grande, pero el número de patentes e inventos *per cápita* se mantendría estable. La ley de potencia de West nos permite deducir algo mucho más sugerente: que a pesar del ruido, de la aglomeración y de las distracciones, el ciudadano medio de una metrópolis de cinco millones de habitantes era casi el triple de creativo que el residente medio en una localidad de cien mil. “Las grandes ciudades no son como pueblos pero más grandes”, escribió Jane Jacobs hace casi cincuenta años. La ley de la cuarta potencia positiva de West le dio formulación matemática a esa percepción. Hay algo en el ambiente de una ciudad grande que hace que sus

habitantes sean significativamente más creativos que los que viven en un pueblo. Pero, ¿qué?

LA REGLA DE LOS 10 Y 10

La primera emisión nacional de un programa de televisión en color tuvo lugar el 1 de enero de 1954, cuando la cadena estadounidense NBC retransmitió el desfile del Torneo de las Rosas, que duró una hora, a veintidós ciudades de todo el país. Y, al parecer, para los que tuvieron la suerte de ver aquel programa, el efecto de una imagen en color y con movimiento resultó hipnotizante. El *New York Times*, con un lenguaje muy suyo, lo describió como “un auténtico despliegue de colorido e intensidad”. “Que pueda concentrarse tanta información de color dentro de una pantalla tan pequeña”, escribía el diario, “resultaría increíble hasta para el artista más talentoso que pintara un bodegón. Pero conseguirlo con imágenes en movimiento continuo parece cosa de brujería”. Aunque hay que reconocer que la retransmisión de ese desfile solo pudo verse en unos televisores prototipo, y en las salas de exhibición de la RCA. La tele en color no sería la norma, para la programación general, hasta finales de la década de 1960. Luego, tras la llegada del color, las convenciones básicas sobre qué es una imagen televisiva se mantuvieron sin más cambios durante varias décadas. Hubo una cierta diversificación con la llegada del vídeo y de la televisión por cable, a finales de la década de 1970, pero la imagen seguía siendo la misma.

A mediados de la década de 1980, unos cuantos ejecutivos de los medios de comunicación y las empresas tecnológicas, junto con algunos políticos visionarios, tuvieron la idea, difícilmente criticable, de que ya era hora de mejorar la calidad

de visionado que daba la televisión. Se pronunciaron charlas, se formaron grupos de trabajo y se construyeron unos cuantos prototipos, pero hubo que esperar hasta el 23 de julio de 1996, cuando una filial de la cadena CBS en Raleigh (Carolina del Norte) llevó a cabo la primera retransmisión pública de un programa con señal en alta definición; aunque, como había sucedido con el desfile de las rosas, los televidentes de a pie no disponían de aparatos capaces de mostrarles aquella “brujería”. * Ya en 1999 había un puñado de cadenas que emitían

* La agitada historia de los orígenes de la televisión en alta definición daría para un libro entero, pero la versión condensada viene a ser más o menos esta: a principios de la década de 1980, la televisión pública japonesa, NHK, hizo una serie de presentaciones públicas de un televisor en alta definición ante los congresistas y otros altos cargos gubernamentales de Estados Unidos. Esto sucedía en el momento en que los estadounidenses tenían más miedo que nunca a la supremacía económica nipona, un momento en que ya se vendían más aparatos de la marca japonesa Sony que de las venerables firmas americanas RCA o Zenith. La idea de que los japoneses pudieran lanzar una imagen de mayor calidad al mercado estadounidense venía a amenazar tanto a las empresas estadounidenses de productos electrónicos como, según apuntó el entonces senador Al Gore tras asistir a la presentación de la NHK, a los fabricantes de semiconductores que tendrían que producir los chips para todos aquellos aparatos nuevos. Así que, en unos pocos meses, la FCC decidió investigar formalmente la posibilidad de mejorar la calidad de imagen de la televisión convencional o por cable. De este modo se aunaron las fuerzas, dispuestas a dar el gran salto adelante en el mundo de la televisión. Ronald Reagan, que siempre se ponía en cabeza cuando se trataba de aprovechar las posibilidades transformadoras de la televisión, llegó a calificar de “asunto de interés nacional” el desarrollo de un estándar estadounidense de televisión en alta definición. Pero a lo largo de los siguientes años, en vez del Gran Salto Adelante, se dio una especie de gran rodeo. Primero, la FCC nombró un comité –el Comité Asesor sobre Servicios Televisivos Avanzados (ACATS, por sus siglas en inglés)–, que solicitó y revisó veintitrés propuestas distintas durante su primer año de trabajo, hasta lograr reducir las a seis, cada una de las cuales usaba su propio sistema de transmisión de imagen y sonido de mayor definición, algunos en analógico y otros en digital. Algunos podían hacerse compatibles con los sistemas vigentes entonces, y otros requerían que el consumidor comprara un equipo nuevo y con más prestaciones. Luego, las organizaciones patrocinadoras pusieron a punto y testaron varias plataformas, gastándose millones de dólares en investigación y desarrollo. Todo este proceso, se suponía, llegaría a

con señal en alta definición, pero aún faltaban cinco años para que este tipo de retransmisión llegara al gran público. Incluso cuando, en junio de 2009, la Comisión Federal de Comunicaciones [FCC, por sus siglas en inglés] decretó que todas las cadenas debían dejar de emitir en sus antiguos estándares analógicos, hubo un diez por ciento de hogares en Estados Unidos donde la tele se quedó en negro.

Uno de los grandes tópicos de nuestro tiempo es que vivimos en una era de *aceleración* tecnológica; que aparecen sin cesar nuevos paradigmas y que el intervalo entre ellos es cada vez menor. Esta aceleración refleja no solo la aparición de productos nuevos, sino también el hecho de que estamos cada vez más dispuestos a lanzarnos sobre unos aparatos nuevos y raros, y a empezar a usarlos. Las olas llegan con una frecuencia cada vez más rápida, y somos cada día más los surfers avezados, listos para cabalgarlas en el instante mismo en que empiezan a romper. Pero la historia de la tele en alta definición nos hace pensar que eso de la aceleración no es una ley tan universal. Si uno mide cuánto tarda en progresar una tecnología nueva, desde la idea original hasta que se adopta de forma masiva, resulta que la televisión en alta definición vino exactamente a la misma velocidad con que había venido la tele en color, cuatro décadas antes. El color tardó diez años en pasar de la elite a la

su fin en el año 1993, que era el plazo que la ACATS se había dado para realizar una serie de pruebas y elegir por fin un sistema ganador. Pero esos tests resultaron no ser mas que un preámbulo: la única conclusión a la que pudo llegar el comité fue que lo digital parecía preferible a lo analógico, lo que reducía un poco el campo. Los sistemas que quedaron en pie tras esta criba, sin embargo, tenían cada uno suficientes fallos como para que el comité no fuera capaz de designar un vencedor manifiesto, por lo que la ACATS les propuso a esos candidatos que colaboraran en el desarrollo de un estándar único. Este grupo –que recibió el nombre de la Grand Alliance– llegó en 1995 a un acuerdo sobre las especificaciones que tendrían el video y el audio de alta definición, y este acuerdo fue el que adoptó la FCC un año más tarde.

masa; dos generaciones más tarde, la alta definición tardó justo lo mismo en conseguir el éxito generalizado.

De hecho, si uno contempla el siglo xx en conjunto, los principales descubrimientos en la comunicación de masas, la que llega a millones de personas desde un emisor único, se vienen dando con una regularidad pasmosa, siguiendo un mismo ritmo de innovación social. Podemos llamarlo la regla de los 10 y 10: una década para construir la plataforma nueva, y otra para que llegue al público masivo. La tecnología estándar de la radio de amplitud modulada –lo que ahora llamamos AM– se desarrolló en la primera década del siglo. La primera emisora comercial de radio AM empezó a emitir en 1920; pero los aparatos de radio no conquistaron los hogares estadounidenses hasta finales de esa década. Sony empezó a investigar el primer videocasete dirigido a consumidores en 1969, pero las cajas con los primeros Betamax no salieron de la fábrica hasta siete años después, y el aparato de vídeo no llegó a convertirse en algo que había que tener hasta mediados de la década de 1980. El reproductor de DVD, por su parte, no reemplazó estadísticamente al vídeo hasta el año 2006, cuando ya llevaba nueve en el mercado. Los teléfonos móviles, los ordenadores personales, los GPS..., a todos les llevó más o menos el mismo tiempo pasar de innovación a aparato de uso masivo.

Pero consideremos ahora, como situación alternativa, la historia de Chad Hurley, Steve Chen y Jawed Karim, tres empleados de la pasarela de pago PayPal, que a principios de 2005 decidieron que la red ya estaba preparada para dar un salto en su forma de manejar las imágenes y los sonidos. El vídeo, por supuesto, no era algo connatural a la red, ya que esta había nacido quince años antes como plataforma para que los académicos se intercambiaran documentos en formato de hipertexto. Con el tiempo, sin embargo, los vídeos habían

empezado a abrirse paso en internet, gracias a la emergencia de algunos estándares como el QuickTime, el Flash o el Windows Media Player. Aun así, para la mayor parte de los usuarios normales la mecánica de subir vídeos y compartirlos con otros navegantes resultaba demasiado complicada. Y entonces Hurley, Chen y Karim consiguieron desarrollar una primitiva versión beta de un servicio que corregiría esas deficiencias, reunieron diez millones de dólares de capital riesgo, contrataron a dos docenas de personas y lanzaron YouTube, una web que dio un giro de 180 grados a la forma de compartir vídeo *online*. A los dieciséis meses de haber fundado la empresa, se estaban viendo cada día treinta millones de vídeos en *streaming*, y dos años después YouTube era una de las diez páginas web más vistas de la red. Antes de que Hurley, Chen y Karim dieran con su idea para fundar una *start-up*, ver vídeos en la web era tan habitual como ver la televisión con subtítulos; en internet se usaban textos y, como mucho, se subía alguna foto. YouTube hizo del vídeo en internet un fenómeno masivo.

Comparemos ahora la forma en que estas dos ideas –la televisión en alta definición y YouTube– alteraron las reglas básicas de relación con sus respectivas plataformas. Pasar de la televisión analógica a la de alta definición es un cambio de grado, no de clase: hay más píxeles, el sonido es más envolvente, los colores más vivos. Pero los destinatarios finales ven la tele en alta definición exactamente de la misma forma en que veían la analógica. Escogen un canal, se sientan y miran. YouTube, sin embargo, modificó radicalmente las reglas básicas del medio. Para empezar, porque hizo que ver vídeos en internet se convirtiera en un fenómeno masivo. Pero, además, con YouTube uno no se limitaba a sentarse y ver un programa, como con la tele: podía subir sus propias piezas, recomendar o puntuar las de otros, y enzarzarse en una charla sobre ellas.

Le bastaba hacer un corta-pegar para tomar un vídeo que alguien tuviera en su página web y copiárselo en la suya. Esta tecnología le permitía a un aficionado cualquiera programarse de forma muy eficaz su propio canal de televisión, juntando trozos de vídeo procedentes de cualquier parte del planeta.

Hay quien dirá que esto es simplemente una cuestión de *software* y que el *software* es, por definición, más adaptable que el *hardware*, es decir, que los televisores o los móviles. Pero antes de que internet se convirtiera en algo masivo, a mediados de la década de 1990, el ritmo de la innovación en el *software* seguía exactamente la misma pauta de los 10 y 10 que vimos al hablar de otras tecnologías del siglo XX. La interfaz gráfica de usuario, por ejemplo, data de la famosa presentación que hizo en 1968 Doug Engelbart, pionero de la tecnología informática. A lo largo de la década de 1970, gran parte de sus elementos básicos –como la presentación en forma de escritorio metafórico, hoy ubicua– las fueron desarrollando los investigadores del Xerox PARC. Pero el primer producto comercial con una interfaz gráfica de usuario totalmente adaptada no se puso a la venta hasta 1981: fue la estación de trabajo Xerox Star, a la que siguió en 1984 el Macintosh, el primer ordenador con interfaz gráfica de usuario que llegó a un público masivo, aunque selecto. Luego, aún hubo que esperar hasta 1990, el año en que se presentó el sistema operativo Windows 3.0, casi exactamente diez años después de la aparición en el mercado de la Xerox Star, para que la interfaz gráfica de usuario se convirtiera en lo normal. Y esta misma pauta se da en la historia del desarrollo de otros tipos de *software*, como los procesadores de texto, las hojas de cálculo o los programas de correo electrónico. Todos están hechos de bits, no de átomos, pero tardaron el mismo tiempo en recorrer el camino desde la idea hasta el éxito de masas que la televisión en alta definición.