

ARTHUR C. CLARKE

el mundo es uno



El fin de las fronteras:
del telégrafo al satélite.



Un fascinante libro que abarca la historia de la tecnología aplicada a las comunicaciones desde mediados del siglo pasado hasta la actualidad. Con el nacimiento del telégrafo en 1858, Estados Unidos y Gran Bretaña quedaron unidos por un tendido de cables de cobre que atravesaba el Atlántico; ejemplo seguido por otros países de Europa, Asia y Oceanía, que establecieron nuevos vínculos gracias al ingenio telegráfico. Se sucedieron nuevas búsquedas, fracasos y hallazgos, como el teléfono y la radio, en el campo de las comunicaciones, hasta llegar, tras la Segunda Guerra Mundial, a la comunicación por satélite. Clarke abunda en explicaciones respecto al modo en que se realizaron los lanzamientos del Echo, Telstar, Sycon y los Intelsat; explica los servicios que prestan los satélites y se concentra, finalmente, en la descripción del empleo de las fibras ópticas. El mundo es uno constituye un interesante recorrido por los intentos y especulaciones, no sólo de técnicos y científicos, sino de escritores, como el mismo Clarke, en su afán por disolver las fronteras que separan los distintos mundos.



Arthur C. Clarke

El mundo es uno

**El fin de las fronteras:
del telégrafo al satélite**

ePub r1.1
Titivillus 08.12.17

Título original: *How the World Was One*
Arthur C. Clarke, 1994
Traducción: Rafael Marín Trechera

Editor digital: Titivillus
Corrección de erratas: el nota
ePub base r1.2



*Dedicado a los auténticos padres
del satélite de comunicaciones
JOHN PIERCE y HAROLD ROSEN,
del padrino*

Prefacio

Gran parte de Europa y Japón estaba aún en ruinas cuando, dos años después del final de la Segunda Guerra Mundial, el famoso historiador Arnold Toynbee dio una conferencia en la Cámara Senatorial de la Universidad de Londres titulada «La unificación del mundo». No recuerdo qué me impulsó a asistir, pero sí la tesis básica de la charla: que los avances en transportes y comunicaciones habían creado —o crearían— una única sociedad planetaria. En noviembre de 1947, ésa era una visión inusitadamente avanzada; la expresión «aldea global» todavía se encontraba a diez años de distancia, y Marshall McLuhan aún tenía que ser heraldo del amanecer de la cultura electrónica.

Gracias al transistor y el microchip, ese amanecer ha llegado ya, aunque utilicemos una definición algo generosa de la palabra «cultura». El mundo, sin embargo, dista mucho de estar unificado; en algunas regiones, de hecho, parece hacerse pedazos con rapidez.

No obstante, Toynbee acertaba en lo esencial. A excepción de unas pocas tribus cada vez más reducidas en —ay— bosques igualmente reducidos, la raza humana casi se ha convertido ahora en una única entidad, dividida por zonas horarias en vez de por las fronteras naturales de la geografía. Las mismas cadenas de noticias televisivas cubren el globo; las bolsas del mundo están unidas por la máquina más compleja jamás inventada por la humanidad, el sistema de transferencia internacional teléfono/télex/fax. Los mismos periódicos, revistas, modas, bienes de consumo, automóviles y refrescos pueden encontrarse en cualquier parte entre los dos polos; y en la final de un campeonato mundial al menos el cincuenta por ciento de los varones de la especie se encontrarán sentados delante de un televisor, probablemente fabricado en Japón.

A pesar de todas las barreras lingüísticas, religiosas y culturales que aún asolan a las naciones y las dividen en tribus todavía más pequeñas, la unificación del mundo ha pasado el punto de no retorno, aunque a veces sea un matrimonio forzoso entre compañeros reacios. El problema ahora es preservar la diversidad de nuestro planeta, y salvar lo mejor del pasado antes de que sea destruido. Un mundo es mejor que su alternativa, demasiado probable: ningún mundo. ¿Pero quién querría que fuese un mundo uniforme sin características?

La actual sociedad global ha sido creada principalmente por las tecnologías del transporte y la comunicación, y podría argumentarse que la segunda es la más importante. Puede imaginarse un planeta (ofrezco con generosidad la idea a mis colegas escritores de ciencia-ficción) donde el viaje a largas distancias fuera en extremo difícil, o incluso imposible. Pero si los habitantes de ese mundo hubieran desarrollado comunicaciones eficientes, aún podrían considerarse miembros de una única sociedad.

He estado relacionado con las comunicaciones durante casi toda mi vida, en

general como usuario, pero a veces como agente activo. Y no fueron siempre telecomunicaciones: fui cartero a tiempo parcial durante algunos años, y entregaba el correo en bicicleta a lo largo de una veintena de kilómetros en Somerset por un modesto estipendio de mi tía Hepzibah Grimstone, la encargada del correo del pueblo. De hecho, éramos una vieja familia de correos: mi padre, Charles Wright Clarke, era ingeniero de comunicaciones, y mi madre, Nora Mary Clarke (de soltera Willis) era telegrafista. Charlie la cortejó en código Morse, que ella podía leer y transmitir a toda velocidad incluso en su ancianidad.

El teléfono llegó a nuestra aislada granja a principios de los años veinte, en circunstancias que siempre me parecieron sospechosas. Un gran número de postes tuvieron que ser arrastrados por los campos y erigidos puntualmente, ya que nos hallábamos al menos a un kilómetro de la conexión más cercana. Debió de ser una operación bastante cara, y adivinen qué granjero hizo el contrato... En lo referente al teléfono local, debieron pasar años antes de que Bishop's Lydeard 288 diera beneficios.

Después de entregar el correo de la mañana y acabar mis clases en la escuela de gramática Huish en Taunton (lo que significaba otros diez kilómetros en mi veloz bici), regresaba a la oficina de correos y me pasaba la noche durmiendo junto a la centralita. Ésta era una enorme caja de madera y bronce llena de enchufes y cables, y cubierta con pequeños párpados mecánicos que se agitaban cuando había una llamada. Por fortuna, no eran frecuentes durante la noche, y pronto aprendí a proteger mi sueño inmovilizando los párpados más molestos con un lápiz bien colocado.

Una noche, cuando para variar hacía mi trabajo a conciencia, sucedió algo extraordinario. Había una llamada de Estados Unidos. Fascinado, empecé a escuchar... sólo para ser reprendido en otro circuito por el supervisor de la conferencia internacional. Mi escucha ilícita había sobrecargado el sistema, y me ordenaron con brusquedad que despejara la línea. A menudo me he preguntado quién hacía aquella cara llamada a nuestro remoto pueblo. Ya casi se había perdido en el siseo del ruido cósmico, incluso antes de que yo empezara a absorber sus pocos microvatios restantes.

En aquellos días (alrededor de 1933) la única forma de hacer una llamada telefónica intercontinental era por medio de una radio de onda corta, con las limitaciones bien conocidas por un par de generaciones de radioaficionados. Entablar contacto dependía del estado de la ionosfera, que a su vez dependía del clima en el Sol (sí, el Sol tiene tormentas, y lluvia ocasional... de partículas de carbono incandescentes). Era una forma terrible de dirigir un negocio, pero a nadie se le ocurría nada mejor. La única forma segura de comunicar a través de los océanos era por medio de cables submarinos, y debido al parecer a restricciones fundamentales de su diseño, éstos no podían manejar señales más complejas que los puntos y rayas de los mensajes telegráficos.

La situación cambió de forma dramática como resultado de los grandes avances

en la electrónica estimulados por la Segunda Guerra Mundial, cuando se planeó un cable telefónico transatlántico, en un esfuerzo conjunto anglo-norteamericano, en 1953. Unos pocos años más tarde, conociendo mi interés en todas las formas de comunicación, mi amigo el doctor John Pierce (director de investigación en los laboratorios Bell), me persuadió para que escribiera un ensayo no técnico sobre esta empresa histórica. El libro aparecería para celebrar el inminente centenario del primer cable telegráfico atlántico de 1858... un pedazo del cual cuelga en este mismo momento en la pared de mi despacho (cortesía del comisionado de FCC y embajador Abbott Washburn, que representó a Estados Unidos en las complejas negociaciones que desembocaron en el INTELSAT; ver capítulo 32).

Voice across the Sea (dedicado «a John Pierce, que me desafió a escribirlo»), fue publicado por Harper en 1958, justo a tiempo para registrar el lanzamiento del Sputnik 1, que inauguró la Era Espacial. Yo había escrito ya otro libro, *The Making of a Moon* (1957), sobre el planeado satélite artificial norteamericano, y había dedicado un capítulo al inmenso potencial de lo que ahora son conocidos por «comsats», satélites de comunicaciones. Así que incluso mientras se tendía el TAT-1, el primer cable telefónico transatlántico, la tecnología que sería su rival (y tal vez la derrocaría) iniciaba su doloroso nacimiento, con espectaculares explosiones en Cabo Cañaveral y Baikonur. El último capítulo de *Voice across the Sea* concluía: «Es posible que el cable submarino, incluso en los momentos de su mayor triunfo técnico en cien años, esté ya condenado. Aunque así sea, no hay duda de que aún tiene por delante décadas de servicio. Tal vez no celebre su segundo siglo, pero no obstante su vejez será aún más vigorosa y activa que su juventud».

Estas palabras, escritas en 1957, indican que aunque yo creía que los cables durarían algún tiempo todavía, no esperaba que tuvieran un futuro a largo plazo. Los satélites acabarían sustituyéndolos, sobre todo porque no parecía haber forma de que los cables submarinos proporcionaran la enorme amplitud de onda requerida para la más excitante forma de comunicación: la televisión intercontinental. El pionero TAT-1 podía manejar sólo treinta y seis circuitos de habla; habrían hecho falta al menos veinte cables similares, trabajando en paralelo, para transmitir un solo canal de televisión. No se trataba de una imposibilidad técnica, sino de locura económica. Para este tipo de servicio, al menos, era imposible que el cable pudiera competir con los satélites que se esperaba que fueran lanzados durante las siguientes décadas.

Tendría que haber recordado la Primera Ley de Clarke (ver *Profiles of the Future*): «Cuando un científico mayor y distinguido dice que algo es posible, tiene casi siempre razón. Cuando dice que es imposible, es probable que se equivoque».

Durante los años setenta y ochenta, los satélites de comunicaciones actuaron más allá de mis más optimistas suposiciones, como aparece en capítulos posteriores. Pero el sistema de cables submarino contraatacó, proporcionando un claro ejemplo de la tesis del «desafío y respuesta» de Toynbee. El transistor llegó justo a tiempo para sustituir a los tubos de vacío, hambrientos de energía, usados en el TAT-1, y en

cuestión de veinte años la capacidad transatlántica de un simple circuito de treinta y seis voces ha sido ampliada a varios miles. La televisión por cable entre Europa y Norteamérica era en teoría posible, y si los satélites no hubieran existido se podría haber intentado ocupar un centenar de circuitos telefónicos para noticias importantes o acontecimientos deportivos.

Entonces, en uno de los logros más dramáticos e inesperados de cualquier tecnología, el potencial de los sistemas por cable se transformó bruscamente. El monopolio de dos siglos de la corriente eléctrica terminó de repente; las ondas lumínicas podían ofrecer una mejor magnitud. Los enormes cables de cobre fueron reemplazados por finos manojos de fibras de vidrio y, por tercera vez desde 1850, los lechos marinos del mundo empezaron a ser cubiertos con los más nuevos y sofisticados artefactos de la ingeniería humana.

Por la naturaleza del tema, este libro (cuyo título, ay, no puede ser traducido de forma adecuada a ningún otro idioma) ^[1] encaja en dos secciones distintas. La primera es más romántica, pues cubre los valientes días pioneros cuando se ganaban y se perdían fortunas en arriesgadas apuestas contra las fuerzas de la naturaleza, y el fabuloso *Great Eastern* dominaba los mares como ningún barco volvería a hacer. Por contraste, la historia de hoy es una aventura científica, no física; sin embargo, espero que atraiga a aquellos que no tienen formación técnica ni intereses en el tema.

La primera sección está contenida en la primera parte, «Cables en el abismo», que describe la colocación de los primeros cables telegráficos en el Atlántico, el equivalente victoriano del Proyecto Apolo. Olvidada desde hace tiempo, contiene aún muchas lecciones para nuestra época. La segunda parte, «La voz sobre el mar», avanza un siglo hasta finales de los años cincuenta, cuando los cables submarinos empezaron a hablar y nació la auténtica telefonía intercontinental. La mayoría de estas partes apareció originalmente en mi libro de 1958, pero he añadido tres capítulos para cubrir los primeros días de la radio. La tercera parte, «Una breve historia de los comsats», se refiere a mi relación personal con la historia del satélite de comunicaciones; algunos lectores tal vez se sorprendan al encontrar ficción en un libro de esta naturaleza, pero esa ficción es, en estas circunstancias, parte de la historia. La cuarta parte, «Mensajeros estelares», describe cómo la ciencia ficción se convirtió en ciencia real. Como ésta es una historia que continúa, bien documentada en cientos de libros y revistas técnicas (por no mencionar los medios de comunicación públicos) no he entrado tanto en detalle como en las dos primeras partes. Hacerlo es no sólo innecesario, sino que requeriría un libro mucho mayor que éste. Sin embargo, como conozco a muchos de los personajes implicados en esta saga, no he vacilado en incluir un montón de material personal. Y, en el capítulo titulado «CNN en directo» toco los dramáticos hechos que tuvieron lugar mientras escribía este libro. Aunque desearía que esa demostración se hubiera evitado, el

primer (y esperemos que último) «satélite bélico» del mundo demostró más allá de ninguna duda el poder de la nueva tecnología. La quinta parte, «¡Hágase la luz!», toca con brevedad el renacimiento del cable a través de las fibras ópticas: todavía en sus inicios, este tema ya ha hecho que los constructores de satélites miren con ansia por encima del hombro.

Muchos lectores pueden considerar el último capítulo, «Hasta donde alcanza la visión», como otro ejercicio de ciencia-ficción. No obstante, como demostró la tercera parte, casi todo este libro era ciencia-ficción hace poco tiempo, y es una tontería imaginar que nuestra tecnología actual representa la última palabra en telecomunicaciones... o en cualquier otra cosa.

Con todo, yo no apostaría mucho dinero a ninguna de las posibilidades (o imposibilidades) discutidas en el capítulo final. Sospecho que la verdad, como siempre, será mucho más extraña.

Colombo, Sri Lanka
20 de abril de 1991

I

CABLES EN EL ABISMO

1

Introducción

Ésta es la historia de la más reciente victoria del hombre en un conflicto antiguo: su lucha contra el mar. Es una historia de gran valor moral, de habilidad científica, de apuestas de millones de dólares, y aunque nos afecta a todos de forma directa o indirecta, es casi por completo desconocida para la mayoría del público.

Nuestra civilización no podría existir sin comunicaciones eficaces; nos resulta imposible imaginar una época en que se tardaba un mes en mandar un mensaje al otro lado del Atlántico y otro mes (si los vientos eran favorables) en recibir la respuesta. Es difícil ver cómo el comercio internacional o los intercambios culturales pudieron florecer o existieron siquiera bajo esas circunstancias. Las noticias de partes lejanas del mundo debieron de ser como la información que los astrónomos dan sobre las distantes estrellas: algo que sucedió hace mucho tiempo y sobre lo que no se puede hacer nada.

Este estado de cosas ha existido durante la mayor parte de la historia humana. Durante todo ese tiempo, los únicos métodos de hacer señales a puntos distantes dependían del sonido o de la luz. La voz humana, incluso ayudada por los ingeniosísimos medios de modulación empleados por los pastores suizos o los montañeses vascos, llega, como máximo, a 2 km. Los tambores de la jungla tienen un alcance mucho mayor, que puede ser extendido indefinidamente al repetirse. Sin embargo, esto reduce la velocidad de transmisión y, lo que es peor, aumenta enormemente la posibilidad de error.

La forma más sencilla, y tal vez la más antigua, de enviar información a largas distancias fueron las señales de humo durante el día y las hogueras durante la noche. Ambos métodos dependían del clima y eran limitados en contenido, quedando restringidos a mensajes ya preestablecidos del tipo «La Armada ha/no ha sido vista» o «Los ingleses vienen de día/de noche».

Mucho más sofisticado era señalar por medio de banderas (que usan los barcos incluso hoy en día), los semáforos (vean su vía del tren local, si tienen una) y los heliógrafos, los *walkie-talkies* de la India de Kipling, cuyos delicados espejos usaban la luz del sol para anunciar en código Morse a lo largo del Paso de Khyber.

La primera red telegráfica regular del mundo fue establecida en Francia por Claude Chappe en 1793; la palabra misma, que significa «escribir desde lejos», había sido inventada a partir del griego dos años antes, así que está a punto de cumplir su bicentenario. El sistema de Chappe usaba brazos móviles sobre torres alineadas, y los operadores leían los mensajes por medio de telescopios. Era incómodo, pero efectivo, y, como no había otra alternativa, pronto fue copiado en todas partes. Aunque sólo duró unas pocas décadas, dejó su huella. Todavía hay muchas «Telegraph Hill» en el mapa.

Pero cuando la reina Victoria ascendió al trono, en 1837, no tenía medios más rápidos de enviar mensajes a las partes remotas de su imperio que Julio César... o que Moisés. El caballo al galope y el velero impulsado por los vientos seguían siendo los medios de transporte más veloces, como lo habían sido durante cinco mil años. La auténtica telecomunicación, sin limitación virtual de su alcance, velocidad o contenido, no fue posible hasta que los científicos de principios del siglo diecinueve empezaron a investigar las curiosas propiedades de la electricidad.

Aquí tenían un sirviente que en poco más de dos generaciones transformaría el mundo hasta dejarlo casi irreconocible y rompería las antiguas barreras del tiempo y la distancia. Pronto se descubrió que el «fluido eléctrico» viajaba a través de cables conductores a una velocidad tan grande que no había forma de medirla, y de inmediato los ingeniosos experimentadores de muchos países intentaron usar este hecho para la transmisión de mensajes. Hacia 1840 el telégrafo eléctrico había dejado el laboratorio y se había convertido en un instrumento comercial de enormes posibilidades. Diez años después había cubierto la mayor parte de Europa y las zonas pobladas de Norteamérica... pero se detuvo al borde del mar.

Cómo fue derrotado por fin el océano es el tema principal de este libro. En 1858 un puñado de hombres avanzados consiguieron tender con éxito un cable telegráfico por el Atlántico Norte, y al conectar un interruptor el abismo entre Europa y Norteamérica se redujo con brusquedad de un mes a un segundo.

Pero este triunfo fue breve: el océano era demasiado fuerte para ser reducido por un cable tan frágil, y en unos cuantos días los continentes quedaron separados como antes. La forma en que, después de una saga de ocho años de valor e insistencia increíbles, logró tenderse un telégrafo trasatlántico con éxito es una de las grandes hazañas de ingeniería de todos los tiempos, e incluso hoy tiene muchas lecciones para nosotros.

Los victorianos construían bien: algunos de los cables colocados en el siglo pasado se usaban todavía en los años cincuenta, después de haber transmitido incontables millones de palabras para la humanidad. En mitad del Atlántico hay una sección de cable que empezó a funcionar en 1873 y ha estado haciendo en silencio su trabajo mientras los teólogos discutían sobre Darwin, los Curie descubrían el radio, un par de mecánicos de bicicleta en Carolina del Norte unían un motor a una cometa enorme, Einstein renunciaba a su trabajo en la oficina de patentes, Fermi apilaba bloques de uranio en un patio de Chicago y el primer cohete subía al espacio. Sería difícil encontrar otro artilugio técnico que haya dado un servicio continuo mientras el mundo a su alrededor ha cambiado tanto.

Los primeros cables submarinos, sin embargo, tenían una limitación fundamental. Podían transmitir señales telegráficas pero, a excepción de distancias relativamente cortas, no podían hacerlo con las pautas más complejas de vibraciones que constituyen el habla.

La invención del teléfono por parte de Alexander Graham Bell en 1876 abrió una

nueva era en las comunicaciones, pero no tuvo ningún efecto sobre el sistema de cables submarinos mundial. Los requerimientos para transmitir el habla eran tan severos que parecía no haber esperanza de enviar la voz humana a través del Atlántico.

El descubrimiento de la radio cambió de forma radical la situación, y también presentó un gran desafío a los cables submarinos. Para gran sorpresa de la ciencia, y la gran fortuna de la industria de comunicaciones, resultó que la Tierra está rodeada por un espejo invisible que refleja las ondas de radio, que de otro modo escaparían al espacio. Cuando este espejo (la ionosfera) coopera, es posible enviar el habla alrededor de la curva del globo detrás de uno o más reflejos. Por desgracia la ionosfera no es una capa suave y estable; cambia de continuo bajo la influencia del sol, y durante las épocas de perturbación solar puede estar tan convulsa que la radio a larga distancia es imposible. Incluso cuando las condiciones son buenas, las comunicaciones de radio que dependen de la ionosfera pueden captar todo tipo de curiosos chasquidos y golpes, pues el universo es un lugar muy ruidoso en el espectro de la radio. Pascal, que se quejaba de que el silencio del espacio infinito le aterraba, estaba un poco equivocado en ese tema. Se habría sorprendido de saber que está lleno del sonido de las erupciones solares, estrellas en explosión e incluso galaxias en colisión. Estos ruidos electromagnéticos añaden un fondo, y muchas veces también un frente, a los mensajes de radio transmitidos de un continente a otro.

Sin embargo, un servicio de radioteléfono se estableció sobre el Atlántico en febrero de 1927; hasta 1956, fue el único medio por el que la voz humana podía pasar de Europa a Norteamérica. Sin embargo, es seguro decir que la mayoría de la gente que pensaba en el tema suponía que el teléfono transatlántico dependía de cables, no de la radio. Un espía alemán sostenía incluso haber oído conversaciones entre Roosevelt y Churchill interceptando cables submarinos; por desgracia para la verdad de esta historia, Roosevelt llevaba ya muerto una docena de años antes de que los hombres hablaran unos con otros sobre el lecho del Atlántico.

En 1956 se consiguió lo imposible y el primer cable telefónico submarino fue colocado entre Europa y Norteamérica. Las inflexibles leyes que declaran que no se puede enviar el habla a más de una docena de kilómetros a través de un cable submarino no habían sido eliminadas: habían sido sorteadas por un nuevo y osado acercamiento al tema, implicando una cadena de más de un centenar de amplificadores, cada uno más complejo que el receptor de radio normal, por todo el lecho del océano.

Cualquier gran logro de ingeniería, sobre todo si se considera imposible durante mucho tiempo, puede ser un estímulo a la vez intelectual y emocional. Es cierto que el cable submarino no es algo que todo el mundo pueda ver, como un puente gigante, un rascacielos o un transatlántico. Hace su trabajo en la oscuridad del abismo, en un mundo inimaginable de noche, frío y presión eternos, poblado por criaturas que ningún hombre habría concebido en el más descabellado delirio. Sin embargo sirve a

una función tan vital como los nervios en el cuerpo humano; es una parte esencial del sistema de comunicaciones del mundo, y si alguna vez fallara nos devolvería al instante al aislamiento de nuestros antepasados.

Me gustaría recalcar que ésta no es la historia de las comunicaciones submarinas. Creo que es precisa, pero no pretende ser completa. Mi objetivo ha sido, con franqueza, entretener tanto como instruir, y como resultado me he desviado por algunos caminos curiosos cada vez que el escenario me ha intrigado. Contribuiré poco a la comprensión del telégrafo saber cómo hacía el té Oliver Heaviside, por qué el monóculo de lord Kelvin revolucionó las mediciones eléctricas, qué hacía un coronel de Kentucky en Whitehall, cómo Western Union perdió tres millones de dólares en Alaska, y qué improbables artículos hacían los victorianos con gutapercha.

Sin embargo, son estos datos triviales los que hacen la historia tridimensional, y no me arrepiento de incluirlos.

2

La llegada del telégrafo

Como la mayoría de las grandes invenciones, el telégrafo eléctrico tiene un antepasado ilustre y discutido. Estados Unidos, Rusia, Alemania e Inglaterra reclaman su origen, y aunque hoy Samuel Morse es recordado por encima de la mayoría de sus rivales, no fue en modo alguno el primer hombre que transmitió información por medio de la electricidad.

Morse envió su famoso mensaje «¿Qué ha dispuesto Dios?» (una pregunta que, por cierto, todavía carece de respuesta) el 24 de mayo de 1844. Pero una historia estándar sobre el tema encuentra no menos de cuarenta y siete sistemas telegráficos entre los años 1753 y 1839, y aunque la mayoría no eran más que propuestas sobre el papel, algunos de ellos funcionaban.

Tal vez el primer intento realmente decidido de comunicación eléctrica inteligente fue el «telégrafo químico» de Sommering, construido en Munich en 1809. En este sistema, cada letra estaba representada por un cable separado que terminaba al fondo de un contenedor lleno de agua. Cuando pasaba corriente a través de un cable dado, se formaban burbujas en su extremo, y un observador podía decir al ver dónde aparecían las burbujas qué letra se transmitía. Aunque el método funcionaba a duras penas, fue un logro notable y atrajo mucha atención en su momento.

Un sistema aún más elaborado, dependiendo de la electricidad estática, fue elaborado en 1816 por sir Francis Ronald en su jardín de Hammersmith, Londres. Ronald erigió no menos de doce kilómetros de cable, y leía mensajes pasados a través de la línea por el movimiento de ligeras bolas de médula de hueso en su extremo. Como estaban electrificadas, su repulsión mutua las apartaba para dejar al descubierto la letra que se deseaba transmitir.

Sir Francis merece ser considerado el primer hombre que advirtió el posible negocio, las posibilidades sociales e internacionales de este nuevo método de comunicación. Un folleto que publicó en 1823 fue el primer trabajo impreso sobre la telegrafía; incluso contenía propuestas para localizar la posición de los fallos en una línea telegráfica. Por desgracia, sir Francis llegó una generación demasiado pronto. Cuando ofreció su sistema al Almirantazgo británico, le dijeron que sus señorías estaban perfectamente satisfechos con el telégrafo que ya tenían, y no se cuestionaban reemplazarlo por nada más. El «telégrafo» de la Marina en esa época consistía en una cadena de torres de semáforos por las que, con buen tiempo, se podían transmitir mensajes desde Portsmouth a Londres algo más rápido que un «pony express».

Por una de las ironías de la tecnología, el secretario del Almirantazgo que firmó la carta de rechazo vivió para escribir el artículo sobre telegrafía en la Enciclopedia Británica; por otra ironía, la casa de sir Francis fue ocupada más tarde por William Morris, líder del movimiento romántico que propugnaba un regreso a la Edad Media,

quien podía sentir escasa simpatía por un invento que hacía tanto por lanzar a la humanidad hacia un futuro extraño y tumultuoso.

Los sistemas diseñados por Ronald, Sommering y otros inventores fueron ineficaces porque carecían de un medio sencillo y sensato de detectar el flujo de electricidad. No obstante, en 1820 llegó el gran descubrimiento que crearía el mundo que conocemos. El científico danés Oersted descubrió que una corriente eléctrica podía producir una desviación en un imán colocado cerca de ésta. Por primera vez, la electricidad había ejercido fuerza. A partir de esa simple observación brotaron las miríadas de generadores, motores, relés, teléfonos, metrónomos, altavoces y otros aparatos electromagnéticos que ahora son los más ubicuos esclavos de la civilización.

Hacia 1825, este nuevo conocimiento fue aplicado a la telegrafía por el barón Schilling, agregado a la embajada rusa en Munich, que se sentía impresionado por el trabajo anterior de Sommering. Entre otros logros, Schilling diseñó un telégrafo magnético donde las letras se indicaban por movimientos de una aguja sobre los segmentos blancos o negros de una tarjeta. Empleó un código basado en el mismo principio que más tarde fue hecho famoso por Morse: en el alfabeto de Schilling, la A era «blanco, negro», la B era «negro, negro, negro», la C era «negro, blanco, blanco» y así sucesivamente (estos alfabetos con dos señales, por cierto, se remontan hasta los griegos y los romanos).

Por fin aparecía la base de un telégrafo realmente efectivo, y era el momento perfecto para su explotación, que ocurrió casi de forma simultánea en Estados Unidos y Gran Bretaña. En 1836, W. F. Cooke, un estudiante de medicina británico de Heidelberg, oyó hablar del trabajo de Schilling, advirtió su importancia, y de inmediato abandonó su pretendida profesión. Sabía reconocer algo bueno cuando lo veía, y corrió de vuelta a Gran Bretaña para encontrar a un experto en electricidad que pudiera ayudarle a llevar sus ideas a la práctica, ya que su propio conocimiento de la ciencia era rudimentario.

El hombre con el que se puso en contacto fue Charles Wheatstone, profesor de física en el King's College, en Londres. El nombre de Wheatstone es recordado a través de toda una serie de inventos eléctricos básicos, el más famoso de los cuales es el puente de Wheatstone, un método de medir resistencias equilibrando una desconocida respecto a una conocida. Tengo cierto afecto hacia él tras pasar dos años en el Laboratorio Wheatstone en King's College, un período durante el cual, al menos según los experimentos registrados en mi cuaderno de prácticas, las constantes de la naturaleza eran notablemente variables.

Cooke y Wheatstone produjeron la primera patente telegráfica en junio de 1837, e hicieron sus primeras pruebas el mismo año a lo largo de una línea de algo más de dos mil metros entre dos estaciones de tren londinenses. Los receptores que usaron fueron los llamados instrumentos de aguja, donde las letras se indicaban por la desviación a derecha o izquierda de marcadores verticales. El sistema era lento y algo complicado, pero los mensajes podían ser enviados y leídos por personal no

cualificado. Instrumentos de este tipo se usaban todavía en estaciones de tren remotas bien avanzado el siglo veinte.

Durante largo tiempo, los ferrocarriles y los telégrafos fueron a la par; el nuevo medio de transporte no podría haber funcionado sin una forma rápida de comunicación. En cuestión de pocos años los raíles de acero y los cables de cobre se extendieron por gran parte de Europa, y Cooke y Wheatstone ganaron fortunas en royalties. El éxito echó a perder pronto su relación, que terminó en una brusca discusión sobre cuál de ellos inventó en realidad el telégrafo. La respuesta, por supuesto, era que ninguno.

Mientras esto sucedía en Gran Bretaña, un retratista con talento llamado Samuel Finley Breese Morse intentaba, sin mucho éxito, conseguir apoyo para sus ideas al otro lado del Atlántico. Había oído hablar de las posibilidades de la comunicación eléctrica durante una conversación casual con un pasajero que regresaba a Estados Unidos desde Europa en 1832, y el concepto prendió de inmediato en su mente. Sin embargo, como tenía que ganarse la vida, no produjo su primer instrumento telegráfico hasta 1836.

Hay un sorprendente paralelo entre las historias de Morse en Estados Unidos y Cooke en Gran Bretaña. Los dos eran científicos aficionados y tuvieron que consultar a un profesional para hacer progresos. Morse recibió la ayuda de Joseph Henry, el gran pionero del electromagnetismo, que ha dado su nombre a la unidad de inducción; y también con el tiempo Morse y Henry discutieron sobre la paternidad del invento, exactamente igual que habían hecho Cooke y Wheatstone.

La belleza del sistema de Morse era su sencillez. De hecho, es tan simple que tendemos a darlo por hecho y olvidamos que alguien tuvo que inventarlo. Los anteriores sistemas telegráficos implicaban muchos cables y molestos aparatos emisores y receptores. Morse produjo un telégrafo que sólo necesitaba un cable (la Tierra era el circuito de retorno), y su transmisor no era nada más que una clave para establecer y romper la conexión. Por medio del código de puntos y rayas, la clave podía enviar cualquier letra o combinación de letras.

El primer receptor que construyó Morse consistía en un lápiz operado por magnetismo que escribía de forma automática los puntos y rayas transmitidos en una cinta móvil, proporcionando así un registro permanente. Sin embargo, muy pronto se descubrió que el oído podía interpretar los zumbidos cortos y largos, y el zumbador de Morse se hizo de uso general; sobrevive, virtualmente sin cambios, hasta hoy día. Morse fue también el responsable de la introducción del relé, que al menos en teoría permitía transmitir mensajes a distancias indefinidas. En ese aparato sencillo pero básico, la débil corriente al final de una línea telegráfica se usaba para cerrar un contacto que era, en efecto, un segundo transmisor Morse, comenzando una nueva corriente de otro juego de baterías en la siguiente sección de la línea. El relé fue la forma más antigua del «repetidor», un aparato que encontraremos más tarde en formas más perfeccionadas.

Después de años de esfuerzo y de un infructuoso viaje a Europa para vender su invento, Morse obtuvo finalmente, en 1842, treinta mil dólares del Congreso para la construcción de una línea entre Washington y Baltimore. El debate sobre su emplazamiento no dice mucho de los representantes elegidos del pueblo norteamericano; muchos de ellos eran incapaces de apreciar la diferencia entre magnetismo y mesmerismo. Pero Morse consiguió su dinero, y dos años más tarde Estados Unidos tuvo el telégrafo. Sin él, el inmenso país nunca habría sido una nación unida.

La manera en que el telégrafo se expandió desde el Atlántico al Pacífico, las guerras entre las compañías en competencia desesperada, el triunfo eventual de la Western Union sobre sus rivales, todo ello forma parte de la historia estadounidense y también de su folclore. Durante medio siglo, hasta que fue reemplazado por instrumentos automáticos como la teleimpresora, el operador telegráfico fue una de las figuras pintorescas y esenciales de la escena norteamericana. En este breve período perfeccionó y ejecutó una habilidad que había permanecido dormida en la humanidad desde el principio de la historia: la habilidad para leer y transmitir hasta cuarenta palabras por minuto por medio de una serie casi continua de zumbidos entrecortados, hora tras hora.

Algunas de las hazañas de estos hombres (de los cuales el joven Edison fue el más famoso aunque no el más característico) fueron increíbles y es probable que no se pudieran repetir hoy. Hay una historia comprobada de un operador de telégrafo que, para alardear, ignoró deliberadamente su receptor Morse mientras corría a toda velocidad durante un par de minutos, y luego se sentó para recoger los mensajes que habían estado llegando. Después de escribir quince minutos, llegó a alcanzar las palabras en el momento en que llegaban. Tal hazaña memorística puede ser tal vez comparada con jugar una docena de partidas de ajedrez simultáneas... y contrarreloj.

Estas habilidades han desaparecido ya de la Tierra, porque no son necesarias. El código Morse ha sido sobrepasado por el lenguaje digital de los bits y los bytes... que puede ser comprendido y hablado sólo por las máquinas, no por los hombres.

3

Cruzar el canal

Hacia 1850 los tentáculos del telégrafo eléctrico se habían extendido por toda Gran Bretaña, así como por gran parte de Europa y las zonas más pobladas de Norteamérica. Pero los cables se detenían al borde del mar, y estaba claro que habría que establecer el primer cable submarino sobre el estrecho de Dover.

El primer plan serio para un telégrafo a través del canal fue propuesto a un comité de la Cámara de los Comunes por el profesor Wheatstone en 1840. Unos pocos años más tarde llevó a cabo experimentos en la bahía de Swansea, Gales, enviando señales entre un barco y un faro. Éstas, sin embargo, no fueron las primeras señales submarinas transmitidas; la prioridad parece que se debe a un tal doctor O'Shaughnessy, director de la East India Company's Telegraphs, quien tendió un cable submarino primitivo por el río Hooghly, en 1839. Un poco más tarde, en 1842, Morse realizó experimentos en la bahía de Nueva York, enviando señales a través de un largo cable aislado por goma introducido en una tubería de plomo. Aunque esto nos adelanta a nuestra historia, estas pruebas llevaron a Morse a la conclusión, ya en 1843, de que «la comunicación telegráfica podría sin duda establecerse sobre el océano Atlántico. Por sorprendente que esto pueda parecer, confío en que llegará un momento en que se realizará el proyecto».

Por un curioso giro de los acontecimientos, el primer hombre que enlazó Gran Bretaña y Francia fue un anticuario retirado. John Watkins Brett hizo una fortuna con este peculiar negocio, y a los cuarenta y cinco años todavía estaba lleno de energía y preparado para intentar algo nuevo. Jacob, su hermano menor, que era ingeniero, le hizo interesarse por las posibilidades de la telegrafía submarina, y entre ellos formaron una compañía grandilocuentemente llamada «Compañía Telegráfica General de Imprenta Eléctrica Oceánica y Subterránea». Tal vez convenga aclarar que era la telegrafía, no la «imprenta eléctrica», la que pretendía ser subterránea.

Después de negociar con el gobierno francés, los Brett se aseguraron una concesión de diez años para el tendido de un cable sobre el canal y contrataron a la compañía Gutta Percha para su manufactura. Como sucedía demasiado a menudo con aquellos proyectos pioneros, el plan se llevó a cabo con demasiada rapidez, sin comprender bien los problemas implicados. Los Brett trabajaban contra reloj: si no podían establecer comunicación entre Francia y Gran Bretaña el 1 de septiembre de 1850, su concesión sería anulada.

El cable era tan primitivo que parece increíble que alguien pudiera esperar que funcionara. No era más que un simple alambre de cobre, rodeado por un cuarto de pulgada de gutapercha para aislarlo. Se suponía que, una vez hubiera sido colocado en el fondo del mar, no le sucedería nada y por eso no necesitaría ninguna protección. Sólo se dio protección a los extremos al introducirlos en tubos de plomo.

Muy pocas personas se tomaron el plan en serio, y normalmente quienes sabían menos eran los más críticos. Un caballero, al ver la colocación del cable, declaró con rotundidad que los promotores debían de estar locos: cualquiera podía ver que era imposible arrastrar un cable tan largo por el lecho del canal. Creía que las señales se transmitirían tirando del cable, como en el sistema de cables, poleas y campanas que empleaban los victorianos adinerados para llamar a sus numerosos criados desde la cocina al salón.

Los Brett sólo disponían ya de tres días hasta el plazo fijado cuando cargaron sus 38 km de cable a bordo de un pequeño remolcador de vapor llamado *Goliath* y zarparon de Dover la mañana del 28 de agosto de 1850. El cable estaba enroscado en un largo tambor de 2 m de diámetro y 4,5 m de largo, que iba colocado en la cubierta de popa con su eje horizontal, de forma que cubría toda la anchura del pequeño barco. El tambor, que parecía un enorme carrete de algodón, giraba a medida que se tendía el cable, de forma que el *Goliath* avanzaba como un pescador que lanza su caña hacia atrás desde un punto donde se ha fijado el anzuelo. Este sistema era sólo practicable con cables muy pequeños y ligeros; todos los posteriores estaban enroscados en carretes circulares y se tendían capa tras capa.

Como el cable de los Brett era demasiado liviano para hundirse de forma adecuada, era necesario atarle pesos de plomo cada centenar de metros. A pesar del caos general causado por esta operación, y la tensión sobre el cable cuando el *Goliath* se detenía para fijar los pesos, el final del cable se colocó por fin en Cap Gris-Nez la tarde del día 28 después de cruzar el canal sin incidentes.

Hubo gran excitación cuando se colocó la impresora automática y el grupo de la costa francesa esperaba que llegase el primer mensaje, un florido saludo de John Brett al príncipe Luis Napoleón Bonaparte. Por desgracia, todo lo que surgió de la impresora fue una masa de caracteres confusos que no tenía ningún sentido; casi parecía que los operadores ingleses habían empezado a celebrarlo demasiado pronto. La impresora automática fue desconectada y se puso en el circuito un instrumento de aguja; esta vez algunas palabras llegaron sin ser mutiladas, así que al menos los Brett pudieron sostener que habían cumplido los términos de su contrato. Pero parecía muy improbable que se intercambiaran mensajes completos e inteligibles, pues las señales en ambas direcciones resultaban igualmente confusas.

Todavía no lo sabían, pero los ingenieros telegráficos acababan de enfrentarse con un enemigo que iba a causarles problemas sin cuento en los años venideros. A primera vista, parecía que si un cable aislado de forma adecuada funcionaba en tierra, debería funcionar también en el mar. Pero esto no es así: cuando se sumerge en agua, y se rodea por un medio conductor, las propiedades de transmisión del cable se alteran por completo. Como veremos más tarde, se vuelve mucho más lento debido a que es aumentada su capacidad eléctrica. Las señales ya no lo atraviesan a velocidades comparables a la de la luz, sino que pueden moverse tan despacio que antes de que una «raya» haya emergido al otro lado, un «punto» está ya pisándole los

talones. Fue este retraso lo que confundió a los Brett. Si sus operadores hubieran reducido su ritmo normal de emisión para equipararse a las características del cable, los mensajes habrían llegado.

Por desgracia, no hubo posibilidad de continuar los experimentos. Cuando los telegrafistas, cansados y desanimados, se sentaron ante sus instrumentos a la mañana siguiente, la línea estaba completamente muerta. Pruebas eléctricas demostraron que se había roto en algún lugar cerca de la costa francesa, y poco después se descubrió que un pescador había enganchado la línea con su ancla. Como era tan liviana, pudo izarla a bordo, y se sintió enormemente sorprendido ante esta nueva clase de alga con núcleo de metal. Pensando que podría ser oro, cortó un trozo para enseñárselo a sus amigos, y así dio comienzo la larga guerra entre las compañías de cables y los otros usuarios del mar, que llega hasta nuestros días. Las anclas o los anzuelos han hecho más daño a los cables submarinos que ninguna otra cosa, y la molestia es mutua. Un pequeño bote que engancha su ancla en un moderno cable reforzado es probable que pierda el ancla además de dañar el cable.

A pesar de su fracaso, el cable de 1850 había demostrado que se podían enviar señales a través del canal. Sin embargo, los Brett tuvieron muchos problemas para conseguir dinero para un segundo intento, y la empresa no continuó hasta un año después. Esta vez el principal impulsor fue Thomas Crampton, un ingeniero de ferrocarriles, que no sólo abonó la mitad de las quince mil libras necesarias para el proyecto, sino que diseñó el nuevo cable. Y esta vez era un cable real, no un simple alambre aislado. Los cuatro conductores aislados producidos por la compañía Gutta Percha estaban protegidos con cáñamo, y una capa de hierro galvanizado fue colocada encima para actuar como coraza. Ningún pescador podría izar este cable; parecía una gran maroma y pesaba más de treinta veces lo que su predecesor.

Este mismo peso casi derrotó el proyecto cuando se tendió el cable el 25 de septiembre de 1851. El año anterior fue necesario colocar pesos de plomo en el cable para hacer que se hundiera, pero este cable estaba demasiado ansioso por alcanzar el fondo del mar. Se desenrollaba con tanta rapidez que el inadecuado freno no podía impedir que lo hiciera en exceso, y como el barco se desvió también de su rumbo debido a los vientos y las mareas, la costa francesa quedó a 1,5 km de distancia cuando el cable se acabó. Por suerte, tenían a bordo repuestos para una emergencia semejante y un empalme temporal completó la conexión. Después de unas cuantas semanas de prueba, el cable fue abierto al público, y ningún punto en Europa quedó a más de unos pocos segundos de distancia de Inglaterra.

Después del fallo inicial y del escepticismo total de todos menos de unos pocos entusiastas, el establecimiento de este enlace a través del canal (el primer cable submarino eficaz del mundo), creó una gran impresión. Con el típico optimismo victoriano, este nuevo milagro de las comunicaciones fue saludado como un triunfo para la paz, que sin duda mejoraría la comprensión y la cooperación entre naciones. Hoy somos tristemente conscientes de que aunque la civilización no puede funcionar

sin esos enlaces, eso no significa que traigan automáticamente la paz. Como diría un matemático, son necesarios... pero no suficientes.

Punch, la revista satírica de la época, celebró el hecho con un dibujo que muestra lo que parece ser un ángel con dos cabezas y una rama de olivo caminando por el fondo del canal, haciendo delicados equilibrios sobre el cable como una bailarina de ballet en la cuerda floja. Según el artista, el fondo del canal de la Mancha es un lugar mucho más interesante de lo que jamás he encontrado: está cubierto de cuchillos, pistolas, lanzas rotas y los cráneos de marinos desafortunados.

El boom del cable submarino se acercaba; dos años después, la compañía Gutta Percha, que tenía virtual monopolio sobre el aislamiento del núcleo, suministró no menos de 2.400 km de cable cubierto a los fabricantes que proporcionaban la capa protectora. Si se pudiera ver, como en un dibujo animado, un mapa de Europa que enseñara el progreso de los cables, el período entre 1851 y 1856 habría mostrado una actividad notable, y a menudo baldía. Finas líneas negras se extenderían desde Inglaterra en todas direcciones, sólo para volver a desvanecerse después de un corto período de existencia. Hubo dos intentos para cubrir el mar de Irlanda antes de que se colocara un cable permanente; los de Dover y Ostend se tendieron con éxito, y poco después nada menos que cuatro cables se colocaron entre Inglaterra y Holanda.

En 1855 se tendió un famoso cable por el mar Negro para que el gobierno británico acelerara las comunicaciones con la guerra de Crimea (¡se acabó la paz y la comprensión entre las naciones!). Este cable se necesitó con tanta prisa que no hubo tiempo para acorazarlo; como el primer cable sobre el canal, no era más que un alambre aislado. Sin embargo, dio buen servicio durante casi un año, y ayudó a acortar una guerra que la incompetencia del personal general había hecho tanto por prolongar.

El Mediterráneo fue domado por primera vez en 1854, cuando se tendió un corto cable entre Córcega y Cerdeña. Luego se estableció un enlace más largo entre Córcega y la costa italiana, pero los ingenieros telegráficos se toparon con — literalmente— aguas profundas, y hubo resultados desastrosos en los intentos de conectar Cerdeña y Argelia para que Europa y África pudieran hablarse. Estos fallos debieron de ser dolorosos para todos los implicados, pero sus causas (como veremos en el capítulo 8) ahora parecen cómicas en extremo.

Los principios generales de la telegrafía submarina se aprendían por medio de prueba y error; aunque no apreciaban el privilegio, los accionistas estaban pagando la educación de sus ingenieros. Y en cuanto unos pocos cables submarinos se tendieron con éxito, fue inevitable que los pensamientos de los hombres se volvieran hacia el océano más importante de todos, el Atlántico.

Con sus posesiones de ultramar, sus intereses marítimos y su «saber hacer» técnico, por primitivo que nos parezca hoy, era también inevitable que Gran Bretaña fuera la pionera en el campo de los cables submarinos, y no es sorprendente que se mantuviera a la cabeza durante cien años. De hecho, en 1950 más del 90 % de los

cables del mundo habían sido fabricados por una firma británica, la Telegraph Construction and Maintenance Company. Sin embargo, la iniciativa y el impulso que por fin conseguirían colocar un cable con éxito en el Atlántico, después de años de contratiempos y desastres, vendrían de un norteamericano.

Es hora de conocer a Cyrus W. Field.

Un gran norteamericano

Cyrus West Field fue uno de los más grandes norteamericanos del siglo diecinueve, pero hoy pocos de sus compatriotas lo recuerdan. No abrió ninguna frontera, no mató a ningún indio, no fundó ningún imperio industrial, ni ganó ninguna batalla; el trabajo que hizo ha permanecido enterrado en el limo atlántico durante más de cien años. Sin embargo, ayudó a cambiar la historia, y ahora que su sueño de un telégrafo a Europa ha sido sobrepasado por logros aún más sorprendentes, es justo que rindamos tributo al valor casi suprahumano que le permitió triunfar sobre repetidos desastres.

Su cara me mira ahora, a través del siglo que se extiende entre nosotros. No es la cara de un financiero internacional o del promotor de una compañía, aunque Field era ambas cosas. La nariz fina y sensible, los rasgos regulares, los ojos profundos y melancólicos son más típicos de un poeta o de un músico, no del triste hombre de éxito estereotipado, indistinguible de todos sus colegas ulcerosos que vemos hoy día en la sección de negocios de la revista Time. «Visionario y caballeroso» fueron las palabras aplicadas a Field muchos años más tarde, y nadie sin visión se habría enzarzado en la larga y ardua aventura que dominó su vida durante casi doce años. Pero la visión no habría sido suficiente sin la tozudez práctica que le había hecho millonario para nuestros estándares cuando sólo tenía poco más de treinta años.

Cyrus Field nació el 30 de noviembre de 1819, en Nueva Inglaterra, descendiente de un tal Zechariah Field que había emigrado de Inglaterra alrededor de 1629. Su padre era ministro congregacionista en Stockbridge, Massachusetts, y tal vez porque era el más joven de siete hijos Cyrus maduró inusitadamente pronto. Cuando sólo tenía quince años pidió permiso para marcharse de casa y buscar fortuna; con ocho dólares en el bolsillo recorrió 75 km hasta el Hudson y navegó corriente abajo hasta Nueva York.

Como muchos otros muchachos antes y después, descubrió que las calles de Manhattan, a pesar de lo que había esperado, no estaban pavimentadas con oro. Durante sus primeros años como chico de los recados de un almacén de Broadway, ganaba un dólar a la semana; aunque el sueldo se dobló al segundo año, Cyrus llegó a la conclusión de que sus talentos no eran apreciados en Nueva York y regresó a Massachusetts. A los dieciocho años se hizo ayudante de su hermano Mathew, fabricante de papel, y tan sólo dos años más tarde entró en el mismo negocio.

Pronto se dispuso a hacer fortuna; se hizo socio de una gran firma de Nueva York de tratantes de papel, y, con sólo veintiún años, se casó con Mary Bryan Stone, de Guilford, Connecticut. Seis meses después, todo se le vino abajo. La firma en la que era asociado fracasó, y aunque era el socio más joven tuvo que encargarse de las deudas. Tras el desastre construyó Cyrus W. Field & Co, y trabajaba con tanta

intensidad que su familia sólo le veía los domingos. A los treinta y tres años canceló todas sus deudas, y pudo retirarse con doscientos cincuenta mil dólares en el banco, que había ganado en nueve años agotadores.

Ahora podía relajarse; de hecho, su médico le ordenó que así lo hiciera. Como todos los norteamericanos adinerados, marchó a Europa con su esposa; luego, de forma más bien aventurera, exploró Suramérica con su amigo Frederick E. Church, un famoso paisajista de la época, cuyo estudio de un tema imposible por completo, las cataratas de Niágara, es todavía considerado el mejor llevado a un lienzo. Field y Church cruzaron los Andes (cosa en modo alguno fácil en aquella época) y trajeron como recuerdos un jaguar vivo y un muchacho indio. Sería interesante saber cuál les causó más problemas.

Field podría haber pasado el resto de sus días en un oscuro retiro si la casualidad no le hubiera puesto en contacto con F. N. Gisborne, un ingeniero inglés dispuesto a construir una línea telegráfica sobre Newfoundland. Este proyecto era mucho más importante de lo que puede parecer a simple vista, pues si podía lograrse reduciría en varios días el tiempo que las noticias tardaban en cruzar el Atlántico. Los vapores europeos podían recalar en St. John y cualquier mensaje urgente podía ser transmitido a Nueva York. Por desgracia construir una línea sobre Newfoundland es prácticamente tan difícil, a causa del clima y la naturaleza salvaje del país, como tender un cable sobre el Atlántico. Incluso la exploración original fue bastante mala. Gisborne informó: «Los seis hombres blancos de mi grupo original fueron sustituidos por cuatro indios; de este nuevo grupo, dos desertaron, uno murió unos días después de mi regreso, y el otro se ha proclamado enfermo desde entonces».

A la vista de tales dificultades, no es sorprendente que la Newfoundland Electric Telegraphic Company entrara en bancarrota en 1853, después de que se hubieran tendido más de 60 km de línea. Gisborne, quien se quedó con las deudas de la compañía, fue a Nueva York al año siguiente en un intento de conseguir más dinero para el proyecto. Por suerte conoció a Cyrus Field, que descansaba entonces de su viaje a Suramérica y al principio no se sintió demasiado entusiasmado para implicarse en ningún nuevo negocio. Escuchó con amabilidad a Gisborne, pero no se comprometió a nada. Sólo trataron de la línea incompleta de Newfoundland, pero cuando la reunión acabó y se encontró a solas en su biblioteca, Field empezó a jugar con el globo terráqueo y advirtió de repente que el telégrafo de Newfoundland era sólo un eslabón en un proyecto mucho más importante. ¿Para qué esperar a que los vapores trajeran noticias de Europa? Que el telégrafo hiciera todo el trabajo...

A partir de ese momento, Field se obsesionó con el telégrafo atlántico. Ciertamente, no era el primer hombre en concebir un cable submarino que enlazara Europa y Norteamérica (ya hemos mencionado la predicción de Morse), pero sí en hacer algo práctico. A la mañana siguiente escribió cartas a Morse y al teniente Maury, fundador de la moderna ciencia de la oceanografía.

El libro clásico de Mathew Fontaine Maury *The Physical Geography of the Sea*

todavía no había sido publicado, pero ya era famoso; más famoso, según muchos de sus oficiales superiores, de lo que debería ser un simple teniente. Aunque había pasado algunos años en el mar, quedó cojo por accidente a la edad de treinta y tres años y se convirtió entonces en jefe del Depósito de Cartas e Instrumentos (la Oficina Hidrográfica de hoy). Esto le dio una oportunidad única de usar sus talentos científicos, y al recopilar información de cientos de cuadernos de bitácora reunió las primeras cartas detalladas que mostraban las corrientes oceánicas y las direcciones del viento. Éstas resultaron pronto de un valor inmenso para los navegantes; usando las cartas de Maury, por ejemplo, los barcos que rodeaban el cabo de Hornos podían ahorrar tiempo entre Nueva York y San Francisco, pasando de ciento ochenta días a sólo ciento treinta y tres. Maury se habría sorprendido de saber que, un siglo más tarde, los pilotos de avión se beneficiarían de un modo similar de un estudio de los vientos, surcando las corrientes en chorro de la estratosfera para cubrir el viejo continente en casi tantos minutos como días para los viejos veleros.

Por desgracia, los servicios del teniente a su país y el mundo no fueron apreciados en su plenitud a niveles superiores; tal vez una serie de artículos críticos que había escrito sobre la burocracia naval no ayudaron a su popularidad. En 1855 un consejo secreto, dispuesto a economizar, puso a Maury en la lista de espera permanente. Se podría pensar que ya que se estimaba que sus cartas ahorraban ahora varios millones de dólares al año al reducir el tiempo de los viajes, la Marina podría haberse permitido mantenerlo en nómina. Muchos de los contemporáneos de Maury lo pensaron también, y hubo tanta agitación en los periódicos que tres años después la Marina se vio obligada a readmitirle con el grado de comandante. Hay un parecido asombroso entre el caso del teniente Maury y el del almirante Rickhove, que lanzó a la Marina de Estados Unidos a la Era Atómica, y a quien se negó un ascenso. Pero por desgracia para sus perspectivas futuras, Maury, que era de Virginia, se unió al bando perdedor en la guerra civil, y ése fue el final de su carrera naval.

Por una de esas coincidencias inevitables cuando mucha gente piensa en los mismos términos, Maury recibió la carta de Field en una época en que había escrito al secretario de Marina sobre el mismo tema. Esperaba un informe sobre una reciente exploración en el Atlántico Norte, llevada a cabo por el teniente Berryman, quien había revelado la existencia de una meseta entre Newfoundland e Irlanda. Maury había comentado al secretario el 22 de febrero de 1854 que esta meseta «parece haber sido colocada allí especialmente para el propósito de sostener los cables de un telégrafo submarino y para impedir que sufra daños».

Field no podría haber esperado noticias mejores, y unos cuantos días después Morse le visitó para darle un consejo igualmente animador. Con los nombres más reputados de la oceanografía y la telegrafía apoyándole, Field sólo tenía ahora que convencer a los financieros.

Esto no fue tan difícil como resultó ser unos cuantos años más tarde. El vecino de Field en Gramercy Square, el influyente millonario Peter Cooper, le dio su apoyo, y

esto animó a otros capitalistas. Los nombres de estos hombres avanzados merecen la pena ser recordados: además de Peter Cooper estaban Moses Taylor, Marshall O. Roberts y Chandler White. Con su respaldo y el consejo legal de su hermano mayor Dudley, Cyrus se dirigió a Newfoundland a principios de 1854 y se hizo cargo de los asuntos de la compañía moribunda. Canceló sus deudas, estableciendo buena voluntad local, y obtuvo el monopolio de todos los cables que alcanzaran Newfoundland y Labrador durante los siguientes cincuenta años. Con todo esto en el bolsillo, regresó triunfal a Nueva York, donde los suscriptores apenas tardaron unos minutos (a las seis de la mañana, que no es una buena hora para discutir de negocios) en suministrar 1.250.000 dólares y poner a flote la New York, Newfoundland and London Telegraph Company.

Hicieron falta dos años y medio de esfuerzos para dar sustancia a la parte «Nueva York, Newfoundland» del título de la compañía. La pérdida del cable submarino que iba a cubrir el St. Lawrence retrasó el trabajo en más de un año, pero en 1856 la línea se abrió y la primera parte del sueño de Field se convirtió en realidad. Sólo era un primer paso hacia su objetivo principal, que nunca se había apartado de su mente.

Una de sus primeras acciones fue impulsar nuevas investigaciones del Atlántico Norte por parte de las marinas británica y norteamericana, que confirmaron la existencia de la llamada «meseta telegráfica». No era tan lisa y llana como se suponía al principio, pero sus cambios de inclinación no eran peores que los que se encontraban en muchas calles metropolitanas. Las cartas submarinas tendían a ser confusas en este aspecto, debido a la gran exageración de la escala vertical. Cuando se intenta mostrar en un trozo de papel una franja de 3.200 km de ancho y 8 km de alto, incluso las montañas más suaves parecen precipicios. Lo positivo de esta meseta telegráfica, sin embargo, no era su relativa llanura sino el hecho de que la mayor distancia de la superficie era menos de 460 m y los cables submarinos ya se habían tendido a esta profundidad.

Field necesitaba apoyo: sus problemas, financieros y personales, estaban empezando. Mientras intentaba conseguir dinero para el cable proyectado, su único hijo murió y casi al mismo tiempo perdió a su cuñado y socio. Le resultó imposible obtener el apoyo que necesitaba en Estados Unidos, que se dirigía ahora a una de sus depresiones periódicas. Así que en 1856 marchó a Inglaterra, con la esperanza de que encontrar el dinero le resultara allí más fácil.

En este punto no puedo dejar de citar dos libros modernos sobre telecomunicaciones, dejando al lector que imagine sus países de origen: «Los capitalistas británicos vacilaron al principio en invertir en lo que consideraban una empresa extravagante...». «Los grandes negocios norteamericanos no tuvieron valor para suscribir 27.000 libras y fueron los comerciantes de Liverpool, Manchester, Glasgow, Londres y otras ciudades británicas quienes proporcionaron rápidamente el resto...».

Lo que sucedió en realidad fue lo siguiente. En cuanto llegó a Inglaterra, Field se

reunió con los pioneros telegráficos ingleses, en especial John Brett, que buscaba aguas frescas que conquistar después de su victoria sobre el canal. También se reunió con el famoso ingeniero Isambard Kingdom Brunel, que entonces construía el *Great Eastern*, que durante medio siglo sería el barco más poderoso que jamás surcara los mares. En un momento profético, Brunel le hizo una observación a Field: «Aquí tiene el barco para tender su cable». Agotado por su trabajo en el leviatán, el gran ingeniero no vivió para ver sus palabras hacerse realidad diez años más tarde, después de que Field y el *Great Eastern* sobrevivieran a interminables desastres y derrotas.

Por fortuna para el proyecto, el profesor Morse estaba también en Londres en ese momento, y ejecutó una serie de experimentos que demostraron sin ninguna duda que podían enviarse señales a través de 3.500 km de cable. Conectando diez circuitos de 350 km de longitud (se utilizó la línea de Londres a Manchester), Morse construyó una réplica del cable atlántico propuesto y consiguió pasar doscientas señales por minuto a través de él.

Este resultado positivo convenció al mundo científico británico de que el plan era factible. Por fortuna, nadie advirtió que el resultado era bastante confuso; la línea sobre la que Morse realizó sus pruebas era eléctricamente muy superior al cable que se construyó y tendió. No es la primera vez que un informe demasiado optimista ha impulsado un proyecto y sostenido a sus valedores ante dificultades que nunca habrían encontrado si hubieran conocido los hechos.

Armado con la evidencia proporcionada por los expertos científicos, Field estaba ahora dispuesto a abordar al gobierno británico, representado por la Marina y el Ministerio de Asuntos Exteriores. Es agradable mencionar que no se encontró con escepticismo ni, lo que es más letal, el tratamiento de «todo tipo de ayuda menos la necesaria». El ministro de Exteriores, lord Clarendon, mostró un interés especial por el tema, pero preguntó a Field: «¿Y si no tiene éxito? Y si hace el intento y fracasa, si su cable se pierde en el mar, ¿qué hará entonces?» «Cargarlo a beneficios y pérdidas, y ponerme a trabajar para hacer otro», respondió Field de inmediato. Fue una respuesta dolorosamente profética.

Ante este optimismo y perseverancia, incluso el Tesoro, esa tumba de esperanzas perdidas, dio su apoyo. Apenas unos días después de explicar su plan al secretario, Field recibió la promesa oficial de una subvención gubernamental de catorce mil libras al año, es decir, el cuatro por ciento del capital de trescientas cincuenta mil libras que se esperaba sería el coste del proyecto. La única condición fue que la compañía todavía por formar transmitiera cualquier mensaje que el gobierno británico deseara enviar, dándole prioridad sobre cualquier otro tráfico excepto el del gobierno de Estados Unidos. La Marina inglesa también daría facilidades para explorar la ruta y tender el cable.

El reparto de personajes de la inminente producción estaba ya terminado. El más importante era un joven y brillante ingeniero de telégrafos llamado Charles Tilston

Bright, quien a los veinticuatro años se convirtió en ingeniero jefe de uno de los más ambiciosos proyectos del siglo. Charles Bright fue otro de aquellos fenomenales victorianos que a veces hacen a uno preguntarse si la raza humana no se habrá deteriorado desde entonces. Cuando sólo tenía diecinueve años, colocó un sistema completo de cables telegráficos bajo las calles de Manchester en una sola noche, sin causar ninguna molestia al tráfico. Un año más tarde registró veinticuatro patentes de inventos básicos, algunos de los cuales (como el aislante de porcelana para los cables aéreos) están todavía en uso. Hombre de acción y brillante ingeniero, Bright fue elegido diputado a los treinta y tres años y murió a la temprana edad de cincuenta y cinco, extenuado por su trabajo. Su monumento es una red de cables telegráficos que se extienden por más de la mitad del globo y enlazan todos los países del mundo.

Bright estaba interesado en el telégrafo atlántico incluso antes que Field. Entre 1853 y 1855 realizó experimentos para estudiar la propagación de las señales a través de 3.500 km de línea, usando para este propósito los diez circuitos de 350 km entre Londres y Manchester, conectados en serie. En el verano de 1855 exploró la costa irlandesa y decidió que la bahía de Valentia, cerca del extremo suroccidental de Irlanda, era el mejor lugar para colocar un cable transatlántico. Esta decisión la suscribieron todas las compañías que hicieron llegar un cable a Irlanda durante los siguientes cien años.

Un nombramiento mucho menos afortunado fue el del doctor Edward Orange Wildman Whitehouse como técnico electricista de la compañía. El doctor Whitehouse era un cirujano de Brighton que se había interesado por la telegrafía y había adquirido un considerable conocimiento sobre el tema por medio de experimentos prácticos. Era un hombre de personalidad fuerte e ideas fijas, y aunque su entusiasmo hizo mucho por poner en marcha la compañía en sus primeros días, su negativa a reconocer sus propias limitaciones estuvo más tarde abocada al desastre.

La primera reunión de la Atlantic Telegraph Company tuvo lugar en Liverpool el 12 de noviembre de 1856, y Field, Brett y Bright esbozaron las perspectivas comerciales de la empresa con tanto afán que las trescientas cincuenta mil libras fueron suscritas en unos pocos días. Field se quedó con setenta y cinco mil, no para su propio beneficio, sino a cuenta de sus compatriotas norteamericanos, como inocentemente imaginaba. Sin embargo, cuando volvió a su país, tuvo problemas para conseguir siquiera veintisiete mil, y tuvo que quedarse con el resto. La mayor parte del capital fue abonado por las casas comerciales británicas, aunque entre los suscriptores privados es interesante advertir los nombres de lady Byron y William Makepeace Thackeray. Estas figuras literarias anhelaban más el progreso que su contemporáneo Thoreau, quien había escrito en Walden dos años antes:

Tenemos mucha prisa por construir un telégrafo magnético desde Maine a Texas; pero Maine y Texas, tal vez, no tengan nada importante que comunicar. Ansiamos crear un túnel bajo el Atlántico y acercar unas cuantas semanas el Viejo Mundo al Nuevo,

pero tal vez la primera noticia que llegue a los ansiosos oídos norteamericanos sea que la princesa Adelaida tiene la tos ferina...

Con la Atlantic Telegraph Company ahora organizada, trescientas cincuenta mil libras en el banco y con el apoyo financiero y material del gobierno británico asegurado, Field regresó a Estados Unidos a finales de 1856 confiando de pleno en que recibiría el mismo apoyo en su país. Sin embargo, cuando solicitó al presidente Buchanan los mismos términos que Gran Bretaña había garantizado, se encontró de inmediato con la violenta oposición del Congreso. Como declararía más tarde su hermano Henry:

Descubrió que era mucho más fácil tratar con los ingleses que con el gobierno norteamericano... Aquellas pocas semanas en Washington fueron aún peores que los icebergs de las costas de Newfoundland. El cable atlántico ha tenido muchos contratiempos desde entonces, pero nunca pareció haberse enzarzado en una situación más desesperanzada que entre los políticos.

Los argumentos esgrimidos contra una propuesta que tendría que haber sido considerada de importancia obvia y vital para el país parecen ahora completamente fantásticos (pero no olvidemos cómo el Congreso luchó con uñas y dientes contra el canal de St. Lawrence durante más de un cuarto de siglo). Algunos senadores pusieron objeciones a la enorme suma de setenta mil dólares al año que tendría que pagar el gobierno por el privilegio de comunicación transatlántica rápida y eficiente. Otros pensaban que el Estado no tenía derecho a intervenir en asuntos privados, y algunos se negaron a la línea propuesta porque ambos extremos estaban en territorio británico y por tanto el cable podría ser desconectado en el caso de una guerra entre los dos países. Un tal senador Jones de Tennessee se opuso al proyecto por la razón pura y simple de que «no quería tener nada que ver con Inglaterra ni con los ingleses». Parecía existir el miedo generalizado (aún no del todo apagado en Estados Unidos) de que si los británicos pretendían algo tenía que haber una trampa, y era probable que los inocentes norteamericanos que se implicaran en el tema perderían hasta la camisa.

Sin embargo, sobre todo gracias al apoyo del senador Thomas Rusk de Texas, la ley se aprobó por un solo voto de diferencia el 3 de marzo de 1856. El gobierno de Estados Unidos concedió la subvención que daría a la compañía una fuente de ingresos garantizada, y también se encargó de proporcionar los barcos que ayudarían al tendido del cable. Agradecido pero algo exhausto, Cyrus Field regresó a Inglaterra para ver cómo les iba a sus colegas británicos.

Hacían buenos progresos, colocando cable a un ritmo que rara vez se ha igualado desde entonces, y no debería haber sido intentado en ese momento. Como Field había prometido a sus inversores que el telégrafo empezaría a funcionar en 1857, las especificaciones se enviaron a los fabricantes incluso antes de que se estableciera el

sistema de dirección, y la producción del cable en el breve período de seis meses fue un logro notable. Implicaba crear y enrollar 600.000 km de alambre de cobre y hierro y cubrirlos con 500.000 km de cáñamo alambrado para formar un cable de 4.600 km (la distancia desde Irlanda a Newfoundland es unos 900 km menor, pero la longitud extra era necesaria para dejarlo relajado y permitir posibles pérdidas).

El progreso, aunque rápido, distaba mucho de ser fácil. Aparte de la fabricación del cable, los barcos de la expedición tenían que ser aprestados y una multitud de detalles supervisados. El ingeniero jefe Bright, que tenía aún veinticuatro años pero envejecía con rapidez, comentó en términos que encontrarán eco en el corazón de cualquiera que se haya visto enzarzado en lo que a menudo se llama un «programa catástrofe»: «Al principio uno casi se vuelve loco con los retrasos y contrariedades, pero pronto descubre que son la norma, y entonces es necesario fingir una rabia que no se siente... Considero el orden natural de las cosas que si doy una orden no será cumplida; o si se cumple por accidente, no se cumplirá bien».

Los ingenieros de la compañía no fueron ayudados por los consejos y críticas de los expertos externos, como el astrónomo real, sir George Airy, quien declaró dogmáticamente que «era matemáticamente imposible sumergir el cable con éxito a una profundidad tan grande, y si fuera posible, ninguna señal podría ser transmitida por una distancia tan larga». Cuando científicos distinguidos quedan en ridículo, es fácil excusar a los numerosos inventores que escribieron a Bright con propuestas basadas en la antigua falacia de que los objetos pesados no se hundían en el fondo del mar, sino que quedarían descansando a un nivel donde su densidad fuera igual a la del agua que los rodeaba. Por supuesto, no hay nada de cierto en esta idea, pues el agua es casi tan incompresible que incluso en las profundidades mayores encontradas en el océano su densidad es sólo levemente superior a la del nivel del mar.

Algunos de los esperanzados inventores quisieron suspender el cable en mitad del océano por medio de paracaídas o globos subacuáticos; otros aún más optimistas querían conectarlo a una cadena de boyas por todo el Atlántico, de forma que los barcos pudieran mantenerse en contacto con tierra mientras cruzaban de un continente a otro. Estuvieran locos o no, Charles Bright respondió con amabilidad a todas estas propuestas, pocas de las cuales contenían el más leve conocimiento práctico de los hechos de la vida oceanográfica y telegráfica.

La Atlantic Telegraph Company, en cualquier caso, tenía poca necesidad de ayuda externa. En su propio consejo de dirección había un genio científico (y por una vez no se trata de una exageración) que más tarde haría más que nadie por salvar la causa perdida de la telegrafía submarina y aliviar la fortuna de la compañía. El profesor William Thomson ya había chocado con las opiniones del aficionado doctor Whitehouse, y por desgracia para todos los implicados sus puntos de vista no prevalecieron sobre los del oficial electricista del proyecto.

El señor de la ciencia

William Thomson, lord Kelvin, no fue el mayor científico del siglo diecinueve; en cualquier lista razonable, debería aparecer por debajo de Darwin y de Maxwell. Pero es muy probable que fuese el hombre de ciencia más famoso de su tiempo, y el único a quien el público general identificó con los sorprendentes inventos y los avances técnicos de la época.

En esto, la opinión pública tenía razón, pues Thomson fue un puente único entre el laboratorio y el mundo de la industria. Fue un «científico aplicado» por excelencia, y utilizó su maravillosa capacidad de reflexión para resolver urgentes problemas prácticos. Sin embargo, fue mucho más que eso, pues también fue uno de los mayores físicos matemáticos. El alcance de sus intereses y actividades fue enorme; la multiplicación de conocimientos que han tenido lugar desde su época hace imposible que volvamos a ver a alguien como él. No sería injusto decir que si tomáramos la mitad del talento de Einstein, y la mitad del talento de Edison y consiguiéramos fundir con éxito dones tan incompatibles en una sola persona, el resultado sería similar a William Thomson. Lo que sus contemporáneos pensaban de él se demuestra por el hecho de que fue el primer científico convertido en noble. Aunque aquí sólo nos interesa Thomson en lo relativo a la historia de la telegrafía submarina, es un personaje tan dinámico y fascinante que resulta difícil pasarlo por alto. Aún más, es imposible comprender su parte en esta historia a menos que tengamos alguna apreciación de sus extraordinarias cualidades y el uso que hacía de ellas.

La herencia y el entorno no dejaron al joven William Thomson ninguna oportunidad de escapar a su destino, aunque hubiera deseado hacerlo. Su padre era profesor de matemáticas en la Universidad de Glasgow, y desde la más tierna edad William fue entrenado de forma intensiva para la vida académica. Nunca fue al colegio, y todas sus enseñanzas provinieron de su padre, y como su madre murió cuando sólo tenía seis años, el niño prodigio quedó claramente condenado a una vida de interesantes neurosis. De hecho, casi el único signo de la poca ortodoxa educación de Thomson fue una cierta carencia de gracias sociales y la incapacidad de impedir que su brillante mente corriera en todas direcciones. Nadie puede estar seguro de que estos pequeños defectos sean imputables a la educación de su devoto padre; aún más, como señala J. G. Crowther en su biografía de Thomson, «la indisciplina que lastraba su genio científico no se extendía a sus asuntos financieros». Resulta casi refrescante leer acerca de un científico que consiguió un yate de ciento veintiocho toneladas y una fortuna de ciento sesenta y dos mil libras por su propio esfuerzo. Pero por supuesto, Thomson era escocés además de científico.

Tras licenciarse a la edad de diez años, el joven genio pronto demostró que sus dotes no se limitaban a la ciencia. Dos años después ganó un premio por traducir un

diálogo del satírico griego Luciano (autor, por cierto, del primer romance interplanetario, *Historia verdadera*, en el año 160 d. C.). Y a la madura edad de dieciséis años realizó un brillante trabajo de ochenta y cinco páginas, *Sobre la figura de la Tierra*. Para beneficio de cualquier adolescente de mente matemática que quiera profundizar en el tema, este ensayo contenía «una discusión sobre la perturbación del movimiento de la Luna en longitud, y una deducción de la elíptica por la constante de precesión combinada con la hipotética ley de Laplace de la densidad del interior de la Tierra».

Con tales comienzos, no es sorprendente que Thomson llegara a ser profesor de filosofía natural en la Universidad de Glasgow a los veintidós años. Una de sus primeras actuaciones fue establecer un laboratorio de física donde los estudiantes pudieran hacer prácticas; fue el primer laboratorio de esas características de Gran Bretaña, si no del mundo, y a Thomson le fue concedida la enorme suma de cien libras para la compra de instrumentos.

Como profesor, Thomson no tuvo un éxito sin precedentes; de hecho, cuando se convirtió en sir William, suscitó entre sus alumnos comentarios más que desagradables. Sin embargo, por su personalidad y su genio tuvo un efecto abrumador sobre dos generaciones de físicos e ingenieros. Aparte de su interés en telegrafía, ayudó a poner los cimientos en termodinámica (la ciencia matemática del calor), y también conquistó vastas áreas de magnetismo, electricidad y óptica. Sus estudios de astronomía y geofísica fueron también notables; algunos de sus más famosos cálculos se centraron en las edades del Sol y la Tierra, y causó consternación entre los geólogos al sostener que la Tierra no podía ser tan vieja como ellos decían; de hecho, puso un tope de unos miserables veinte millones de años a su edad como cuerpo sólido. Fue algo en lo que Thomson se equivocó por completo; vivió para ver el descubrimiento de la fuente de energía (la radiactividad) que implicaba que el universo era mucho más antiguo de lo que había supuesto. Pero para entonces ya tenía más de setenta años y era incapaz de apreciar el logro en nuevos campos de conocimiento, así que nunca reconoció su error.

Thomson se vio envuelto en la historia del telégrafo como resultado de sus investigaciones en lo que son conocidas como corrientes eléctricas transitorias. ¿Qué sucede, se preguntó en 1853, cuando se conecta una batería a un circuito, en el intervalo de tiempo anterior a que la corriente adquiera su valor fijo? Al principio no sucede nada; una fracción de segundo después, fluye una corriente de cantidad definida. El problema era descubrir qué sucedía durante el período de transición, que rara vez dura más de una centésima de segundo, y que en general es mucho más corto. Nada podría haber parecido más académico o de menos importancia práctica. Sin embargo, estos estudios condujeron directamente a la comprensión de toda comunicación eléctrica y, unos treinta años más tarde, al descubrimiento de las ondas de radio. Si Thomson hubiera podido obtener un 5 % de royalties por el uso de las ecuaciones que derivó, no habría dejado sólo 162.000 libras. Habría sido el hombre

más rico de la Tierra [2].

Thomson demostró que hay dos formas posibles en que una corriente puede subir desde cero a su valor estable, dependiendo de las características del circuito. Un péndulo oscilando en un medio resistente (sumergido en agua, por ejemplo) da una analogía muy exacta. Si la fricción es demasiado grande, el péndulo bajará con lentitud hasta su punto de reposo sin volver a ponerse en movimiento, pero si la fricción es lo bastante pequeña, tendrán lugar toda una serie de oscilaciones de amplitud cada vez menor. Eso mismo sucede con la corriente eléctrica, aunque este hecho no era fácil de demostrar experimentalmente en 1850. Ahora lo demostramos en nuestras casas una docena de veces al día: cuando alguien enciende un aparato eléctrico y oímos un chisporroteo en la radio, es una de las corrientes oscilatorias de Thomson advirtiéndonos de su efímera presencia.

Un año más tarde, usando las mismas herramientas matemáticas, Thomson empezó a investigar la conducta de los cables telegráficos. Es posible comprender sus principales resultados, y apreciar su importancia, sin ningún conocimiento de las matemáticas que empleó para obtenerlas. En resumen, el problema era el siguiente: ¿cuánto tarda una señal en llegar al otro extremo del cable?

Es un error común imaginar que la electricidad viaja por un cable a la velocidad de la luz, 300.000 km/s. Esto no es cierto nunca, aunque en algunas circunstancias esta velocidad puede ser aproximada. En la mayoría de los casos, la velocidad de una corriente es mucho menor que la de la luz; a veces, de hecho, es sólo una décima o una centésima parte de su valor. Este retraso se debe a la capacidad eléctrica de la línea. No hay que alarmarse por esta frase; significa exactamente lo que dice. Un cable telegráfico se comporta de forma muy parecida a una manguera: hace falta cierta cantidad de electricidad para «llenarla» antes de que haya ningún resultado apreciable al otro extremo.

Por fortuna para el progreso del arte telegráfico, este efecto no tenía ninguna importancia práctica en los primeros días de las líneas de tierra. Su capacidad era tan baja que los mensajes pasaban a través de ellos sin ningún retraso apreciable, y no fue hasta que se tendieron los primeros cables submarinos a través del canal de la Mancha y el mar del Norte que el retraso de las señales se convirtió en fuente de problemas. Su causa principal es la presencia del agua del mar, conductora, que rodea un cable y aumenta así enormemente su capacidad. Por este efecto, un cable puede necesitar hasta veinte veces más electricidad para cargarse cuando está sumergido que si estuviera suspendido en el aire.

El análisis de Thomson le llevó a su famosa «Ley de los cuadrados», que dice que la velocidad con la que pueden enviarse los mensajes a través de un cable dado disminuye con el cuadrado de su longitud. En otras palabras, si se multiplica diez veces la longitud de un cable, la velocidad de las señales se reducirá a una centésima parte. Esta ley es obviamente de importancia fundamental para la telegrafía submarina a larga distancia; la única manera de evitarla es aumentar el tamaño del

núcleo conductor.

Esto no fue apreciado por todos los ingenieros telegráficos, y fue incluso negado por algunos... incluyendo, por desgracia, al doctor Whitehouse, quien llevó a cabo experimentos para refutar la ley de los cuadrados; éstos también le llevaron a concluir que un pequeño cable conductor podría ser mejor que uno grande, lo que es exactamente lo contrario a la verdad. Si tal confusión prevaleció entre los «expertos», no es sorprendente que el primer cable atlántico estuviera mal diseñado. Tenía tanta posibilidad de éxito como un puente construido por ingenieros que no comprendieran las leyes que gobiernan la fuerza de los materiales.

Thomson era sólo uno de los directores de la compañía, y no tenía ninguna autoridad, aparte de su prestigio científico, sobre los hombres que estaban a cargo de los asuntos técnicos. Se encontraba en la difícil postura, durante el primer acto del drama que ahora empezaba, de permanecer fuera de escena y hacer críticas que el productor podría ignorar o aceptar a su conveniencia.

Debido a su determinación de colocar el cable durante el verano de 1857, los promotores del proyecto no tuvieron tiempo para los experimentos y pruebas que eran esenciales para su éxito. La dinámica energía de Cyrus Field fue en parte responsable de esto; cuando Thomson llegó a escena, descubrió que las especificaciones para el cable ya habían sido enviadas a los fabricantes, y que ya era demasiado tarde para alterarlas. Aún más, cuando tuvo una oportunidad para probar el artículo terminado, le sorprendió descubrir que la calidad del cobre variaba tanto que algunas secciones conducían el doble que otras. No se podía hacer nada al respecto, excepto insistir para que las futuras partes se hicieran con el cobre más puro posible, y la esperanza de que el cable existente fuera lo bastante bueno para el trabajo.

El conductor en sí consistía en siete hebras de alambre de cobre entrelazadas y aisladas por tres capas separadas de gutapercha (ver capítulo 14). Si había un agujero o una imperfección en una capa, las otras dos seguirían proporcionando una protección adecuada. Sólo en el caso muy improbable de que se produjeran tres fallos exactamente en el mismo lugar habría peligro de fallo eléctrico. El núcleo aislado se cubría entonces con una capa de cáñamo, que a su vez era reforzado por dieciocho hebras de cable de hierro trenzado. El cable resultante tenía un grosor de 1,5 cm, y pesaba una tonelada por cada 1,5 km. Todo esto provocaba un problema serio, pues la longitud necesaria para abarcar el Atlántico pesaba 2.500 toneladas... una carga demasiado grande para ser transportada en ningún barco de la época.

El coste total del cable fue de 224.000 libras, muchos millones de hoy, aunque es difícil relacionar nuestra moneda actual con el poder adquisitivo real de la libra victoriana y del rublo ruso. El núcleo fue suministrado por la Gutta Percha Company de Greenwich, Londres, pero a causa del factor tiempo la protección fue dividida entre dos firmas: Glass, Elliott & Co, también de Greenwich, y Newall & Co, de Birkenhead. Debido a uno de esos fallos de supervisión que con tanta facilidad

pueden dar al traste con una empresa de esas características, el alambre que cubría las dos mitades del cable fue colocado o trenzado en direcciones opuestas. Esta cuestión es de gran importancia práctica cuando se trata de unir dos mitades de cable en mitad del Atlántico: resulta un poco demasiado tarde para invertir una de las secciones de 2.000 km para que toda la pesada cobertura señale a la misma dirección cuando quieras hacer tu empalme.

El cable fue completado en el breve lapso de seis meses, y en julio de 1857 estuvo listo para ir al mar. Whitehouse tendría que haberlo acompañado, pero en el último momento se declaró enfermo y se pidió a Thomson que lo sustituyera. El hecho de que accediera sin recibir ninguna paga dice mucho de la grandeza de carácter del científico. El niño deforme que le habían puesto en la puerta no era suyo, pero intentaría darle la mejor vida que pudiera.

6

Falso comienzo

Para compartir el enorme peso de cable entre ellos, los gobiernos de Estados Unidos y Gran Bretaña proporcionaron los barcos de guerra *Niagara* y *Agamemnon*. El *Niagara*, con sus noventa y un cañones, era el mejor barco de la Marina norteamericana, la fragata a vapor más grande del mundo, con la línea de un yate, y su única hélice podía impulsarla con facilidad a 19 km por hora. El *Agamemnon*, por su parte, no habría parecido fuera de lugar en Trafalgar; era una de las últimas fortalezas de madera de Inglaterra, y aunque podía impulsarse por vapor y vela, nadie lo habría supuesto al verlo. Ambos barcos habían sido intensamente modificados para poder llevar y distribuir sus 1.250 toneladas de cable. Sus sentinas habían sido convertidas en pozos o tanques circulares donde enroscar el cable; incluso así, el *Agamemnon* se vio obligado a llevar varios cientos de toneladas en cubierta... un hecho que más tarde lo llevaría al borde del desastre.

El *Niagara* llevaba dos oficiales rusos como observadores, cosa que no pudo resultar demasiado agradable para los británicos, pues la guerra de Crimea había terminado tan sólo un año antes. No había periodistas a bordo, ya que iba contra las regulaciones del servicio. Tal vez la Marina norteamericana se escocía aún del impacto de una denuncia reciente en un libro llamado *White-Jacket*, aunque podía consolarse un poco al saber que el último libro del autor, una tediosa novela llamada *Moby Dick*, había sido un completo fracaso.

Los británicos no tenían esas inhibiciones, y su parte de la empresa fue plenamente cubierta por la prensa. En un número del *Times* londinense fechado el 24 de julio de 1857 encontramos la mención a un banquete ofrecido a los trabajadores de la compañía y la tripulación del *Agamemnon* justo antes de zarpar; sus sutiles matices dicen más sobre las maneras de la época que muchos volúmenes de historia social:

Los fabricantes dieron un magnífico banquete a los invitados, y uno sustancial para los marineros... Por un admirable acuerdo, los invitados fueron acomodados en una vasta mesa semicircular, mientras que los marineros y trabajadores se sentaban ante varias largas mesas colocadas en ángulo recto, de forma que el efecto general era que todos cenaban juntos, mientras que al mismo tiempo se preservaba la distinción suficiente para satisfacer a los más fastidiosos...

Después de cargar sus respectivas mitades de cable, los dos barcos de guerra (con las escoltas *Susquehanna* y *Leopard*) zarparon hacia su punto de encuentro en la bahía de Valentia, en el condado de Kerry. El plan adoptado, a insistencia de los directores, era que el *Niagara* colocara todo su cable hacia el oeste a partir de Irlanda, y que el *Agamemnon* empalmara en mitad del Atlántico y luego se completara el

trabajo. Esto tendría la ventaja de que la expedición estaría en contacto continuo con tierra y podrían hacerse informes de progresos a través del cable por todo el Atlántico. Por otro lado, si los barcos llegaban a la mitad del trayecto con mal tiempo y era imposible hacer el empalme, la mitad del cable se perdería.

La llegada de la flota telegráfica a este remoto rincón de Irlanda atrajo a multitud de curiosos, y la nobleza local tributó inspirados discursos para la ocasión. Todo el mundo comprendió la importancia del suceso, y cuando el extremo del cable llegó a la costa el 5 de agosto de 1857 Henry Field informa:

La Bahía de Valentia estaba salpicada de innumerables barcos decorados con vistosas banderitas, llenos de gente alegre, los barquitos se bamboleaban de un lado a otro, y sus ocupantes saludaban con entusiasmo mientras el trabajo avanzaba con éxito. Los barcos con el cable eran dirigidos por los marineros del *Niagara* y el *Susquehanna*, y fue un cumplido bien diseñado, indicador de la futura fraternidad de naciones, que la sogá de la orilla fuera presentada a este lado del Atlántico al representante de la reina, por oficiales y hombres de la Marina de Estados Unidos, y que al otro lado oficiales y marineros británicos hicieran una presentación similar al presidente de la gran república.

Durante varias horas el lord Teniente de Irlanda permaneció en la playa, rodeado de su séquito y los directores de la compañía, contemplando la llegada del cable, y cuando por fin los marinos norteamericanos saltaron con la maroma a la que estaba unido, su Excelencia fue de los primeros en echar una mano e izarlo hasta la costa...

Era demasiado tarde para zarpar ese día, así que el tendido del cable empezó a la mañana siguiente, el jueves 6 de agosto de 1857. Casi de inmediato hubo un contratiempo menor pero molesto: a 8 km de la costa, el cable se enganchó en el primitivo mecanismo expedidor y se rompió. Fue necesario volver al principio, rescatar la sección que ya había sido colocada, y seguirla hasta que se alcanzó la ruptura.

Por fin (continúa Henry Field):

El extremo se alzó del agua y se empalmó al gigantesco rollo (es decir, a los 2.000 km a bordo del *Niagara*), y cuando se dirigía al fondo del mar, el poderoso barco empezó a sacudirse. Al principio se movió muy despacio, no más de 3 km por hora, para evitar el peligro de accidente; pero la sensación de estar en marcha es ya un alivio. Los barcos están a la vista, y tan cerca que se pueden oír las campanas respectivas. El *Niagara*, como si supiera que se dirige a la tierra de cuyos bosques vino, inclina la cabeza a las olas, mientras su proa se vuelve hacia sus costas nativas.

Lentas pasaron las horas de ese día. Pero todo fue bien, y los barcos se internaban en el amplio Atlántico. Por fin el sol se

puso en el oeste y las estrellas salieron en el rostro de la profundidad. Pero ningún hombre dormía. Un millar de ojos contemplaban un gran experimento, igual que aquellos que tenían intereses personales en el tema... Había un silencio extraño e innatural en el barco. Los hombres caminaban por la cubierta con pasos quedos, hablando sólo en susurros, como si una voz alta o una pisada fuerte pudiera romper el vital cable. Tanto habían llegado a preocuparse por la empresa, que el cable les parecía una criatura humana de cuyo destino colgaban, como si fuera a decidir su propio destino...

Así pasaron los tres días siguientes. Cambiemos de narrador, con un notable cambio de estilo, del norteamericano Henry Field a la quintaesencia del Times londinense:

El cable era tendido a una velocidad un poco superior a la del barco, para dar sitio a cualquier irregularidad en el fondo del mar. Mientras iba pasando por la borda, las comunicaciones se mantenían constantemente con tierra. En todo momento pasaba la corriente entre el barco y la costa... El lunes se habían internado 320 km en el mar. Habían dejado atrás las aguas poco profundas de la costa. Habían pasado sobre las montañas submarinas, donde el cuaderno de bitácora del señor Bright indica un descenso de 550 a 1.750 brazas en 12 km. Llegaron a las aguas más profundas del Atlántico, donde el cable se hundió a la terrible profundidad de dos mil brazas. El cable de hierro se enterró en las olas, y a cada instante el destello de luz en la oscura sala de telégrafos indicaba el paso de la corriente eléctrica...

Pero no durante mucho tiempo, pues a las nueve de esa mañana la conexión se interrumpió. Se produjeron sombrías consultas entre los ingenieros, y ya habían abandonado toda esperanza cuando, de repente, las señales regresaron. Esta interrupción de dos horas y media nunca fue explicada de forma satisfactoria; tal vez se debiera a una conexión defectuosa del equipo a cada extremo, o a un fallo en el cable mismo.

Fue un problema preocupante, pero el día siguiente sobrevino la catástrofe. El cable había sido tendido tan rápidamente (a 9,5 km por hora contra los 6,5 km del barco), que fue necesario tensar el freno del mecanismo expedidor. Por un desgraciado error, la tensión se aplicó con demasiada brusquedad, y el cable se rompió por el esfuerzo. No había nada que hacer excepto posponer el intento hasta el año siguiente, ya que la cantidad de cable en los tanques no era suficiente para arriesgarse a intentarlo de nuevo. Pero Field y sus colegas, aunque decepcionados, no estaban abatidos. Habían tendido con éxito 539 km de cable, un tercio en agua a más de 3 km de profundidad, y habían mantenido comunicación telegráfica con tierra hasta el momento en que la línea se rompió. Les pareció que esto demostraba que no había nada imposible en el trabajo que intentaban.

Los barcos regresaron a Inglaterra y descargaron los 3.589 km de cable sobrante. Lo guardaron en un muelle de Plymouth para esperar a la siguiente expedición, mientras el *Niagara* y el *Agamemnon* regresaban a sus deberes navales, un poco lastrados por los agujeros que habían abierto en sus entrañas.

Mientras tanto, los errores revelados por el primer intento fueron estudiados por los ingenieros para impedir que volvieran a producirse. El mecanismo expendedor, que había sido la causa principal del fallo, fue rediseñado por completo. Se empleó un nuevo tipo de freno de fricción que se liberaría de forma automática si se aplicaba demasiada tensión; leemos con morbosa fascinación que «este inteligente invento ha sido introducido en conexión con los cepos de las cárceles que regulan la cantidad de trabajo en proporción a la fuerza del prisionero».

El infatigable Field regresó a Norteamérica para recaudar más dinero, y se encontró con que la depresión barría el país y que gran parte de su fortuna se había perdido. El fallo de la primera expedición también había sacudido la confianza en el proyecto y fue difícil obtener apoyo a ambos lados del Atlántico; sin embargo, el nuevo capital fue asegurado y se ordenaron 1.100 km de cable nuevo.

Mientras se hacían los preparativos para la siguiente expedición, el profesor Thomson no se quedó de brazos cruzados. Además de su trabajo normal en la universidad, siguió estudiando el problema del telégrafo atlántico. Un hecho importante que emergió de sus análisis matemáticos fue que si un detector con la suficiente sensibilidad podía ser usado en el extremo receptor del cable, la velocidad de las señales aumentaría. Esto se debe al hecho de que cuando un impulso eléctrico repentino (digamos un punto o una raya) se aplica a un extremo del cable, no aparece en el otro extremo como un brusco aumento de voltaje. La primera insinuación en el receptor es una suave oleada de electricidad en aumento que tarda un tiempo apreciable en alcanzar su valor máximo. Si el primer impulso de esta ola pudiera ser apreciado por un instrumento suficientemente delicado, no habría necesidad de esperar a que llegara la cresta de la ola. La señal habría sido detectada, y se podría enviar ya la siguiente.

La forma en que el pulso de electricidad definido con claridad de una clave Morse se extiende mientras progresa a lo largo de un cable submarino puede ser apreciada por la siguiente analogía. Piensen en el agua tras una presa; forma una pared vertical, que podemos equiparar al pulso original enviado en el cable. El momento de transmisión corresponde al súbito rompimiento de la presa; de inmediato el agua empieza a desplomarse, a aplanarse. En un punto a considerable distancia la primera insinuación de que ha sucedido algo es una ola apenas visible que puede tardar un tiempo considerable en adquirir su máximo valor. Y una vez has advertido esta pequeña ola, ya no tienes por qué seguir esperando. Ya sabes lo que se te viene encima.

El objetivo de Thomson, por tanto, era un detector de extrema sensibilidad. Pero Whitehouse, con su notable talento para hacer las cosas mal, hizo justo lo contrario.

Propuso usar fuerza bruta en el extremo transmisor del cable, introduciendo tanta corriente que incluso instrumentos insensibles (como su propia impresora automática patentada) podían leer los mensajes enviados. Ya veremos a su debido tiempo el resultado de esta política.

La solución al problema de recepción la dio el monóculo de Thomson; lo estaba haciendo girar un día y advirtió lo rápido que bailaba alrededor de la habitación la luz reflejada. Esto le llevó a su famoso galvanómetro de espejo, donde el diminuto reflejo de una bobina que transmite una corriente eléctrica se amplía enormemente por un punto de luz reflejado en un pequeño espejo unido a ella. Thomson, en efecto, había inventado un instrumento con un indicador sin peso.

De pasada, se puede mencionar que la historia del monóculo de Thomson parece más auténtica que la de Newton y la manzana (aunque hay indicios para creer que también fue cierta). Y los descubrimientos facilitados por este tipo de observaciones casuales nunca son accidentes: sólo suceden a aquellos que han estado pensando largo y tendido sobre un problema y sus mentes están, por tanto, en modo receptivo y sensible. ¿Cuántos filósofos antes de Newton habían visto caer manzanas? ¿Cuántos bacteriólogos antes de Fleming habían advertido moho inexplicable en sus cultivos?

El galvanómetro de espejo, a causa de su delicadeza, sencillez y elegancia causó gran impresión en los contemporáneos de Thomson. Clerk Maxwell, que se dedicaba a escribir versos en sus momentos de relajación, hizo una parodia al estilo Tennyson celebrándolos que empieza:

*La luz de la lámpara cae sobre ennegrecidas paredes
y fluyen arroyos a través de estrechas perforaciones
el largo rayo marca sus escalas
con lentas, decayentes oscilaciones.
¡Fluye, corriente, fluye! ¡Haz volar el rápido haz
de luz!
¡Fluye, corriente, responde haz de luz, destellando,
titilando, muriendo...!*

En la primavera de 1858, la gran empresa se reemprendió. Una vez más el *Agamemnon* y el *Niagara* tuvieron por misión tender los cables, y el Almirantazgo proporcionó como escolta la corbeta *Gorgon*. La Marina de Estados Unidos había prometido que el *Susquehanna* también estaría disponible como el año anterior, pero se encontraba en cuarentena en las Indias Occidentales con fiebre amarilla a bordo. En cuanto oyó esta noticia (que amenazaba el éxito del proyecto), Field recurrió al Primer Lord del Almirantazgo, y preguntó si la Marina británica podría añadir un tercer barco a los dos que ya había proporcionado. El Primer Lord explicó que la Marina estaba tan escasa de barcos que los estaba contratando, pero prometió hacer lo que pudiera. Unas pocas horas después, el *Valorous* estuvo disponible. Los

victorianos podían moverse con rapidez cuando querían, aun sin el beneficio del teléfono.

Esta vez, a insistencia de los ingenieros, se decidió empezar desde mitad del Atlántico y dejar que los barcos tendieran el cable en direcciones opuestas. No sólo sería más económico en tiempo, sino también significaría que el importante empalme podría hacerse a placer, cuando las condiciones climatológicas fueran más apropiadas.

Después de algunas pruebas iniciales en la bahía de Vizcaya (donde, casi cien años más tarde, los componentes del cable telefónico Atlántico también tuvieron su bautismo en aguas profundas), la pequeña flota zarpó de Plymouth con buen tiempo el 10 de junio de 1858. Una vez más Whitehouse pidió que le excusaran alegando motivos de salud, y una vez más Thomson ocupó su puesto (sin cobrar). Fue una suerte para Whitehouse que se quedara en tierra, pues sólo dos días después de dejar el puerto con cielos claros los cuatro barcos se toparon con una de las peores tormentas atlánticas jamás registradas.

Se esparcieron sobre la superficie del mar, cada barco luchando con desesperación por su vida. El *Agamemnon* se encontró en gran peligro, pues casi no era maniobrable debido a las 1.300 toneladas de cable que tenía en su bodega y, aún peor, a las 250 toneladas enrolladas sobre cubierta. Gracias a Nicholas Woods, corresponsal del Times londinense, tenemos un relato de la tormenta que debe encontrarse entre lo más vívido de la literatura del mar. Escuchen su descripción del *Agamemnon* en su momento de peligro:

Las enormes vigas bajo la cubierta superior chasqueaban y crujían con un ruido parecido al de la artillería, casi apagando el temible rugido del viento que gemía y ululaba a través de las jarcias... A las cuatro de la madrugada se plegaron velas, un trabajo largo y tedioso, pues el viento rugía y aullaba tanto y el siseo del mar enfebrecido era tan ensordecedor que las palabras de mando eran inútiles, y los hombres, agarrados con todas sus fuerzas a las vergas mientras el barco danzaba sobre el agua, eran incapaces de luchar con las masas de lienzo mojado que se sacudían y restallaban como si todo junto, hombres y vergas, fuera a ser barrido... A eso de las diez y media tres o cuatro olas gigantescas se acercaron al barco, viniendo lentamente a través de la bruma, cerca, más cerca, rodando como montañas de agua verde, con una corona de espuma que parecía doblar su altura. El *Agamemnon* se alzó pesadamente ante la primera, y entonces se hundió con rapidez en la profundidad del mar, escorándose al hacerlo, de forma que casi volcó. Hubo un temible crujido mientras se enderezaba, pues todo se soltó... una confusa masa de marinos, grumetes, oficiales, con baldes, cuerdas, escaleras y todo lo que podía soltarse fueron lanzados en masa al otro lado del barco. El cabeceo del barco se calculó a cuarenta y cinco grados durante cinco veces en rápida sucesión. El cable en la bodega principal había empezado a ir a la deriva, y la parte superior siguió trabajando mientras el barco

cabeceaba, hasta que 70 u 80 km quedaron enmarañados; parecía un cargamento de anguilas vivas.

El sol se puso y una noche salvaje y oscura puso a prueba el valor y la firmeza de los marineros. La noche era espesa y muy oscura, las negras nubes casi engullían al barco; de vez en cuando un bramido más fiero que de costumbre apartaba las negras masas de nubes, y mostraba la Luna, una mancha tenue y viscosa en el cielo, con el océano, blanco como la nieve, rebulléndose e hirviendo como un caldero. Pero no eran más que atisbos que pronto se perdían, y una vez más todo quedaba oscuro, y las olas atacaban el barco como si quisieran engullirlo. La grandeza de la escena casi se perdía en medio de peligros y terrores, pues de todas las muchas formas en que la muerte aborda a un hombre no hay ninguna tan terrible en apariencia como la muerte en un naufragio...

Pero todas las cosas tienen un final, y esta larga galerna (de una semana de duración) se consumió por fin, y el exhausto océano descansó. Mientras nos acercábamos al lugar de encuentro el airado mar se calmó. El *Valorous* fue avistado a mediodía; por la tarde llegó el *Niagara* por el norte, y poco después apareció el *Gorgon* por el sur. Y entonces, casi por primera vez desde el comienzo, el escuadrón se reunió cerca del punto donde el gran trabajo tendría que haber comenzado quince días antes, tan tranquilos en mitad del Atlántico como en las costas de Plymouth.

Después de esta prueba, se podría pensar que la expedición se había ganado el derecho al éxito. Los barcos fueron reparados, los extremos del cable se empalmaron, y el 26 de junio el *Niagara* se dirigió hacia Newfoundland al oeste y el *Agamemnon* hacia Irlanda en el este.

Sólo habían recorrido 4,5 km cuando el cable forzó el mecanismo expendedor a bordo del *Niagara* y se rompió. Esto fue el anticlimax número uno, pero nadie se sintió demasiado molesto pues habían perdido poco cable y poco tiempo.

Luego, en el segundo intento, los barcos recorrieron 128 km antes de que pasara nada. Entonces, de pronto, perdieron contacto telegráfico, y cada parte supuso que el cable se había roto al otro lado. Corrieron al punto de encuentro y se saludaron simultáneamente con las palabras: «¿Cómo se rompió el cable?». Fue desconcertante no encontrar ninguna explicación para lo sucedido; por algún motivo desconocido, el cable se había roto en el lecho marino.

Se hizo un empalme por tercera vez y, con todos preguntándose sin duda cuándo volverían a verse, los barcos partieron una vez más. Por desgracia, a la tercera no fue la vencida. Después de que se tendieran 320 km, el cable se partió en el *Agamemnon*. Los barcos estaban ya escasos de provisiones, y según los planes preestablecidos volvieron cada uno por su lado a Irlanda para un consejo de guerra.

El comité de directores se reunió tristemente para considerar el próximo movimiento. Algunos, desesperados, querían vender el cable restante y abandonar

toda la empresa. Pero Field y Thomson pidieron un nuevo intento, y al final su consejo prevaleció. Los directores descorazonados dimitieron disgustados ante tal muestra de estúpida testarudez, y el 29 de julio los barcos volvieron al Atlántico, dispuestos para el cuarto intento.

Esta vez no hubo ninguna ceremonia ni entusiasmo cuando el empalme pasó por la borda y los barcos se separaron. Muchos sentían que estaban haciendo un trabajo baldío; como Field registra en sus memorias: «Todos querían tener éxito, pero nadie se atrevía a esperarlo».

Y cierto que nadie podría haber imaginado que estaban a punto de conseguir, en su más alto grado, a la vez éxito y fracaso.

Triunfo y desastre

Fue una suerte para la prensa norteamericana que no tuviera ningún representante a bordo del *Niagara*, pues el viaje hacia el oeste fue monótono y pacífico mientras el cable se tendía sin incidentes hora tras hora. La única excitación estaba en el camarote de los electricistas, pues dos veces durante la semana las señales del *Agamemnon* fallaron, aunque volvieron con plena fuerza después de unas cuantas horas de ansiedad. Aparte de esto, el cuaderno de bitácora del *Niagara* registra «ligera brisa y mar moderada» casi todo el camino, hasta el momento de llegar a Trinity Bay, Newfoundland, con sus 2.000 m de cable tendidos a salvo sobre el lecho del Atlántico.

Por otro lado, el *Agamemnon*, rumbo al este, experimentó una vez más un viaje repleto de incidentes, y varias veces rozó el desastre mecánico o eléctrico. Considerando las condiciones bajo las que trabajaban Thomson y sus ayudantes, es sorprendente que pudieran mantener sus instrumentos en funcionamiento. Vean la descripción de la sala del telégrafo que da el *Sydney Morning Herald*:

La sala de electricidad está a estribor de la cubierta principal. La disposición se ha alterado varias veces para evitar el agua que cae de la cubierta superior. En un extremo están apiladas las baterías sobre estanterías en rieles. La observación más valiosa se toma al transmitir con el galvanómetro submarino. Tres segundos antes de que se tome, el encargado que mide todas las observaciones con un reloj regulado por un cronómetro demasiado valioso para introducirlo en un lugar tan húmedo dice «Cuidado». El otro encargado fija de inmediato la mirada en la mancha de luz, y en cuanto se da la palabra «Ahora» se registra la indicación. Esta medición se hace de minuto en minuto, para que se detecte cualquier fallo en el momento en que ocurra.

Los barcos habían empalmado el cable el 29 de julio de 1858, a mitad de camino entre Europa y Norteamérica, en aguas de 1.500 brazas de profundidad. Dejemos que el *Times* continúe la historia:

Durante las tres primeras horas los barcos avanzaron muy despacio, tendiendo una gran cantidad de cable, pero después la velocidad del *Agamemnon* fue aumentada a cinco nudos, y el cable a seis. Poco después de las seis se vio acercarse una gran ballena por estribor, a gran velocidad, balanceándose, zambulléndose y creando espuma por todas partes. Parecía como si fuera directamente hacia el cable, y fue grande el alivio cuando la poderosa masa viviente pasó despacio por babor, rozando el cable donde entraba en el agua...

Unas cuantas horas después, hubo una auténtica crisis, descrita vívidamente por el periodista del *Sydney Morning Herald*:

Habíamos indicado al *Niagara* «64 km sumergidos» y empezaba a recibirnos cuando de repente, a las diez, la comunicación cesó. Siguiendo las órdenes, los que estaban de servicio buscaron de inmediato al doctor Thomson. Asustado, llegó en estado de excitación. La sola idea de fracasar parecía abrumarle. Su mano temblaba tanto que apenas podía ajustar su monóculo. Las venas de su frente estaban hinchadas. Su cara estaba letalmente pálida. Tras consultar su galvanómetro marino, dijo que el cable conductor se había roto, pero seguía aislado del agua. No parecía haber ninguna esperanza, pero se decidió continuar expidiendo cable, pues podría haber alguna oportunidad de resurrección. Nunca olvidaré la escena de la sala eléctrica. Los dos encargados de guardia observaban, la ansiedad dibujada en sus rostros, una señal propicia. El doctor Thomson, con una fiebre de excitación nerviosa, temblando como una hoja, aunque con la mente despejada y serena, comprobaba y esperaba. El señor Bright, de pie como un niño cogido en falta, los labios y mejillas manchados de alquitrán, se mordía las uñas y miraba al profesor en busca de consejo. Los ojos de todos se dirigían a los instrumentos, esperando el más mínimo temblor que indicara vida. Una escena semejante no se ve más que junto al lecho de los moribundos. El doctor Thomson y los demás dejaron la sala, convencidos de que una vez más estaban condenados a la decepción...

Pero no lo estaban. Nadie supo con exactitud qué había sucedido; tal vez el núcleo conductor del cable se había roto bajo la tensión, pero al posarse sobre el lecho marino la tensión se relajó, y la elasticidad de las coberturas unió a los cables de nuevo. En cualquier caso, las señales regresaron por fin, y el cable volvió a hablar.

Nuestra alegría fue tan grande que no pudimos hablar durante algunos segundos. Pero cuando el primer arrebató de sorpresa y placer pasó, todos empezamos a expresar nuestros sentimientos de forma más o menos enérgica. El doctor Thomson se echó a reír con todas sus ganas. Nunca hubo más ansiedad comprimida en un espacio más pequeño. Duró exactamente una hora y media, pero no nos pareció ni un tercio de ese tiempo...

El barco empezó a internarse en aguas revueltas, y empezó a sacudirse y cabecear de forma que produjo gran tensión al cable.

Durante el domingo la marejada y el viento aumentaron, y antes de que cayera la noche llegó la galerna. Ahora la energía y la actividad de todos los implicados en la operación fue puesta a prueba. Los ingenieros se esforzaron en no perder de vista su ocupación ni un instante, pues la seguridad del cable dependía por

completo del freno o de la máquina expedidora cada vez que la proa del barco se zambullía entre las olas. A lo largo de toda la noche, pocos fueron los que esperaban que el cable aguantara hasta la mañana, y muchos permanecieron despiertos, prestando atención al sonido que todos temían oír: el cañonazo que anunciaría el fracaso de todas nuestras esperanzas. Pero el cable, que en comparación con el barco que lo tendía y las gigantescas olas entre las que era soltado, no era más que un mero hilo, siguió aguantando, dejando sólo una línea fosfórea plateada sobre las enormes olas que rodaban hacia el barco.

Aparte del peligro extremo para el cable, la necesidad de mantener el ritmo hizo que el suministro de carbón se redujera a velocidad alarmante. Pareció que sería necesario empezar a quemar los mástiles y las tablas en un gran final digno de La vuelta al mundo en ochenta días. Pero por suerte la galerna remitió; el *Agamemnon* y su cable habían capeado el temporal.

Hubo un breve alboroto hacia el final del viaje cuando un curioso barco norteamericano se acercó a la flota telegráfica mientras continuaba su curso predeterminado e inalterable. La escolta del *Valorous* tuvo que disparar sus cañones para espantar al curioso, que sin duda se sorprendió ante tan ruda recepción. Por fortuna, no se produjo ningún incidente internacional, aunque el Times comentó: «Fue imposible decir si los que iban a bordo consideraron que estábamos enzarzados en una expedición pirata o consideraron nuestra acción como otro estallido británico contra la bandera norteamericana, pero permaneció al paio con gran excitación hasta que lo perdimos de vista».

Y por fin, la mañana del martes 5 de agosto:

... las montañas rocosas que rodean las salvajes y pintorescas inmediaciones de Valentia se alzaron ante nosotros a unos pocos kilómetros de distancia. Es probable que nunca fuese más bienvenida la vista de tierra, ya que daba término a uno de los proyectos más grandes y a la vez más difíciles emprendidos jamás. Si ante nosotros se hubiera extendido el pantano más monótono y melancólico de la Tierra, nos habría parecido agradable, pero mientras el Sol se alzaba en el estuario de Dingle Bay, tiñendo de un suave púrpura las cumbres nevadas de las montañas que rodean sus costas e iluminando las masas de rocío que gravitan entre ellas, fue una escena que podría rivalizar en belleza con cualquier cosa que pudiera ser producida por la imaginación más florida de un artista.

En la costa, al parecer, nadie fue consciente de nuestra llegada, así que el *Valorous* se adelantó hasta la boca del puerto y disparó un cañonazo. En cuanto los habitantes advirtieron nuestra llegada, todos abandonaron sus quehaceres, y cientos de barcos nos rodearon, sus pasajeros excitados deseaban oír nuestras hazañas. Poco después de nuestra llegada, se recibió una señal del *Niagara*, avisando que se preparaban para atracar, después de haber

tendido mil treinta millas náuticas de cable, mientras que el *Agamemnon* había cubierto su porción de la distancia con 1.600 km haciendo que la longitud total del cable sumergido fuera de 3.300 km.

El doctor Thomson entró en la cabina eléctrica, en un estado de evidente excitación tan intenso que casi absorbía toda el alma y creaba ausencia de mente. Su semblante sonreía de plácida satisfacción. No habló durante algún tiempo, pero se entretuvo arrancando tiras de gutapercha del globo de nuestra lámpara, y los observaba ausente mientras se enroscaban y encogían. Cuando nos acercamos a la costa, arriamos un bote, que alcanzó la orilla antes de que su proa rozara el espigón. El *Valorous*, en la distancia, disparaba sus cañones. El extremo del cable fue agarrado por los alegres vecinos; se produjo una disputa humorística entre ellos y los caballeros de la isla por el honor de llevar el cable a tierra. El caballero de Kerry cayó al agua...

Europa y Norteamérica habían sido unidas. La noticia de este éxito por completo inesperado, cuando todos excepto unos pocos entusiastas estaban convencidos de que la empresa era una pérdida de tiempo, creó gran sensación. Al leer los periódicos de la época, se podría pensar que había llegado el milenio. Incluso el serio Times, tan poco dado a la hipérbole, informó a sus lectores: «El Atlántico se ha secado, y nos convertimos en la realidad y en el deseo en un solo país. El Telégrafo Atlántico ha deshecho la Declaración de 1776, y nos ha convertido una vez más, a pesar de nosotros mismos, en un solo pueblo...».

Hubo, por supuesto, celebraciones por todo Estados Unidos. Se hicieron incontables discursos, muchos de ellos basados en el salmo «su línea rodea la tierra, y sus palabras llegan al fin del mundo». Una poesía inspiradora, casi tan buena como la que ahora puede producir cualquier ordenador electrónico que se precie, fue creada para celebrar la ocasión. El entusiasmo se mantuvo a pesar del largo retraso en la apertura del servicio para el público que esperaba ansioso; se explicó que el retraso era debido a la delicadeza de los instrumentos y el cuidadoso ajuste requerido.

Cuando el 16 de agosto se recibió un mensaje de la reina Victoria para el presidente Buchanan estallaron nuevas celebraciones, con tal efecto que el tejado del ayuntamiento de Nueva York ardió con los fuegos artificiales y toda la estructura apenas se salvó de las llamas. En Inglaterra, Charles Bright fue nombrado caballero a la temprana edad de veintiséis años por su trabajo como ingeniero jefe del proyecto; en Nueva York, el 1 de septiembre, Cyrus Field fue recibido con una enorme ovación... irónicamente, en el mismo momento en que el Telégrafo Atlántico expiraba.

Pues el cable que había sido colocado con tantos gastos y dificultades, y después de tantos fracasos, moría lentamente. De hecho, cuando se consideran las imperfecciones de su fabricación, y las diversas peripecias por las que corrió, es sorprendente que llegara a funcionar.

En sus esfuerzos por demostrar que ninguna línea atlántica directa podría ser una proposición económica, el coronel Tal Shaffner produciría más tarde una transcripción plena del funcionamiento del cable de 1858. Es un registro de derrota y frustración: una historia de cuatro semanas de esperanzas difuminadas. Después de que se permitieran cinco días para montar el equipo emisor y receptor, este diario de bitácora de todos los mensajes enviados desde Newfoundland a Irlanda el sexto día habla por sí solo:

«Repita, por favor».

«Por favor, transmita más despacio». «¿Cómo?».

«¿Cómo reciben?».

«Transmitan más despacio».

«Por favor, transmitan más despacio».

«¿Cómo reciben?».

«Por favor, digan si pueden leer esto». «¿Pueden leer esto?».

«Sí».

«¿Cómo son las señales?».

«¿Reciben?».

«Por favor, transmitan algo». «Por favor transmitan uves y bes».

«¿Cómo son las señales?».

Recuerden que esto es el trabajo de un día entero. El primer mensaje completo no llegó hasta más de una semana después del tendido del cable. Parte del retraso se debió al hecho de que en cuanto se recibieron mensajes inteligibles de Newfoundland en el galvanómetro de espejo de Thomson, Whitehouse, en Valentia, hizo que de inmediato su impresora automática patentada fuera conectada al circuito. Este instrumento funcionaba de forma adecuada en líneas cortas, pero era incapaz de interpretar las señales minúsculas y distorsionadas que llegaban a través del cable dañado.

Hubo una confusión similar al transmitir las señales. Mientras que Thomson deseaba usar baterías de bajo voltaje para proporcionar energía para las señales, Whitehouse insistió en emplear las grandes bobinas de inducción o chispa que él había construido, y que tenían 1,5 m de largo y desarrollaban al menos 2.000 voltios. El uso de estas bobinas crearía gran controversia pública cuando el cable falló por fin, y hay poca duda de que la instalación defectuosa ayudó a estropearlo.

Pasaron nueve días antes de que una sola palabra atravesara el cable de este a oeste, pero al duodécimo día (el 16 de agosto) la línea funcionó lo bastante bien para transmitir un saludo de noventa y nueve palabras de la reina Victoria al presidente Buchanan. El mensaje tardó dieciséis horas y media en ser completado: hoy día llegaría más rápido a Norteamérica por correo aéreo. El primer mensaje comercial telegrafiado sobre el Atlántico se envió al día siguiente (17 de agosto), desde

Newfoundland a Irlanda. Todavía podemos apreciarlo: «Míster Cunard desea telegrafiar a McIver Europa colisión Arabia. Arribada a St John. Ninguna vida perdida».

Pasaron más días mientras los operadores se esforzaban en mantener el contacto y en transmitir los mensajes que se apilaban a cada lado. A veces se intercalaba una nota personal, como cuando Newfoundland se quejaba a Irlanda: «Los mosquitos siguen picando. Éste es un lugar curioso para vivir, terriblemente pantanoso», o cuando Thomson, sin duda después de poner patas arriba la oficina de Valentia, se vio obligado a preguntar a Newfoundland: «¿Dónde están las llaves de los cajones y armarios de la sala de aparatos?». (La valiosa respuesta: «No recuerdo»).

Al final, después de que Newfoundland transmitiera: «Por favor, dénos alguna noticia para Nueva York; están ansiosos de noticias», el primer despacho de prensa se envió con éxito al día vigésimo tercero (27 de agosto). Es interesante comparar los titulares de 1858 con los de un centenar de años después: «El emperador de Francia regresó a París el sábado. El rey de Prusia demasiado enfermo para visitar a la reina Victoria. Su Majestad regresa a Inglaterra el 31 de agosto. Acuerdo en el problema chino. El imperio chino abierto al comercio, la religión cristiana permitida, los agentes diplomáticos extranjeros admitidos; indemnizaciones para Inglaterra y Francia. Ejército insurgente Gwalior vencido. Toda la India está tranquila».

Sí, han pasado muchas cosas desde aquel lejano verano. ¿Dónde están hoy el rey de Francia y el emperador de Prusia? Y si hubiera habido unas Naciones Unidas en 1858, la indemnización la habrían tenido que pagar Inglaterra y Francia. La última referencia del mensaje es el motín de la India, que entonces se acercaba a su fin. Fue en conexión con el motín que el cable dio una dramática prueba de su valor: un día antes de que se estropeará por completo transmitió órdenes para que el 62 Regimiento no embarcara en Nueva Escocia con destino a la India, pues ya no hacía falta. Se calcula que este simple mensaje ahorró al Ministerio de la Guerra nada menos que 50.000 libras... una séptima parte del coste total del cable.

El último mensaje se produjo a la 1.30 de la tarde del 1 de septiembre. Irónicamente, se trataba de un mensaje de Cyrus Field al banquete en su honor en Nueva York, pidiendo que informara al gobierno norteamericano que la compañía podía ya enviar sus mensajes a Inglaterra...

Después, todo fue silencio. Tras su breve unión, los continentes quedaron una vez más tan separados como antes. El Atlántico había engullido los meses de esfuerzo, las 2.500 toneladas de cable, las 350.000 libras de capital difícilmente conseguidos.

La reacción pública fue violenta, y los que habían mostrado con más fervor sus alabanzas ahora parecían avergonzados de su anterior entusiasmo. De hecho, incluso llegó a sugerirse que todo el asunto había sido una especie de fraude, tal vez una manipulación bursátil por parte de Cyrus Field. Un periódico de Boston preguntó en un afilado titular «¿Fue un timo?», y un escritor inglés demostró que el cable nunca había sido tendido.

Lo que había sido saludado como el mayor logro del siglo se desplomó en ruinas; pasarían ocho largos años antes de que Europa y Norteamérica volvieran a hablarse a través del lecho del océano.

8

Post-mortem

Con el fracaso del cable de 1858, 300.000 libras de capital privado se habían hundido sin remedio en el Atlántico. Un año después, los ingenieros telegráficos submarinos consiguieron una catástrofe aún mayor. Un cable a través del mar Rojo hasta la India, con un coste de 800.000 libras, también fracasó por completo, y esta vez fue dinero del gobierno el que se perdió. No es sorprendente que hubiera un clamor general, mucha correspondencia en el Times de Londres y la demanda de una comisión de investigación.

El informe de esta comisión, que se reunió desde diciembre de 1859 hasta septiembre de 1860, debe de ser una de las publicaciones más monumentales del Ministerio de Comunicaciones de Su Majestad. Con más de quinientas páginas de letra pequeña, es más grande que la Biblia. Su título es igualmente impresionante: *Informe del Comité Conjunto nombrado por los Lores del Comité del Consejo Privado para Comercio y la Compañía Telegráfica Atlántica para investigar la construcción de los cables telegráficos submarinos, junto con las actas de pruebas y apéndice.*

Hay un extraño parecido, con casi un siglo de diferencia, entre la investigación sobre el fracaso del cable atlántico y la que tuvo lugar en 1954 para descubrir las causas de los desastres de los jets de pasajeros Comet. En cada caso el prestigio de la ingeniería británica quedó en entredicho, se perdieron sumas inmensas, grandes esperanzas surgieron y se desmoronaron. Y no sería injusto decir que los veredictos finales fueron similares: el atrevimiento de los ingenieros había sobrepasado su conocimiento de una nueva tecnología^[3].

El informe del Consejo Privado, que fue remitido en abril de 1861, no es sólo un sumario del arte eléctrico de hace cien años: proporciona fascinantes retratos de las personalidades implicadas, desde el poderoso profesor Thomson al desafortunado doctor Whitehouse, que fue considerado responsable como arquitecto jefe del desastre. También contiene muchas propuestas para diseñar o tender cables submarinos que son sorprendentemente absurdas, aunque algunas resultaron más proféticas de lo que sus autores habrían podido imaginar.

Por ejemplo, un tal capitán Selwyn, de la marina real, quería evitar tender el cable desde el interior del barco (con el consiguiente riesgo de anudamientos y roturas) enroscándolo a un gran tambor flotante que sería arrastrado por un remolcador. El tambor giraría en el agua mientras el cable se desenrollaba, pero el comité observó: «Tenemos serias dudas sobre la viabilidad de este plan». En lo que se refería al Atlántico, el comité tenía razón. Sin embargo, en 1944 este tipo de tambores flotantes se usó para colocar la tubería submarina PLUTO (Pipe Line Under The Ocean), a través de la cual se suministró combustible por el canal de la Mancha para la invasión

de Europa en 1944. El comité constaba de ocho miembros, cuatro nombrados por la Cámara de Comercio, y cuatro por la Compañía Telegráfica Atlántica, que así tenía un pie en cubierta y otro en los juzgados. Pero aunque hubo virulencia ocasional en las pruebas, parece que no hubo sobornos; el informe de 1861 llegó a sus conclusiones, y su enorme información técnica marcó la transición de la telegrafía submarina desde la mera suposición a la ciencia.

De los ocho hombres que pasaron casi un año escuchando medio millón de palabras de pruebas, sólo uno es recordado hoy: el profesor Charles Wheatstone, cuyas contribuciones a la telegrafía ya se han mencionado.

Otro de los representantes de la Cámara de Comercio fue George Parker Bidder, famoso en su día como prodigio matemático. Tan asombrosas eran sus dotes, de hecho, que merece la pena que recordemos, en la era de los ordenadores electrónicos, que el cerebro humano sigue siendo la máquina calculadora más notable del universo conocido. He aquí algunas de las proezas autenticadas de Bidder, por si alguien quiere emularlas.

A los nueve años, se le preguntó cuánto tiempo se tardaría en recorrer 198.318 km a 6 km/min. Respondió que 21 días, 9 horas, 34 minutos... y tardó un minuto en hacer la operación en su cabeza. Un año más tarde se graduó en problemas más difíciles; cuando se le preguntó cuántas veces giraría una rueda de 177 centímetros de circunferencia para recorrer 1 billón 200 millones de kilómetros tardó menos de un minuto en responder: «724.113.185.704 veces con 600 cm sobrantes». La raíz cuadrada de 119.550.669.121 (345.761) sólo le llevó treinta segundos.

Lo interesante sobre Bidder era que, al contrario de otros muchos calculadores relámpago, era un hombre inteligente y capaz que llegó a ser un ingeniero muy distinguido, y podía ofrecer un análisis de los métodos que utilizaba.

También conservó sus poderes a lo largo de su vida; cuando tenía más de setenta años un amigo le hizo un comentario sobre el enorme número de vibraciones lumínicas que debían de golpear el ojo a cada segundo, si había 36.918 ondas de luz roja cada 2,5 cm y la luz viajaba a 300.000 km por segundo. «No hay que calcularlo», respondió Bidder. «El número es 444.443.651.200.000».

Cuando el comité presentó su informe en 1861, no menos de 18.284 km de cable submarino habían sido tendidos en varias partes del mundo... y sólo 4.827 km estaban funcionando. La mayoría de los fallos se debían a malos diseños, a la fabricación o a los materiales, siendo el aislamiento de gutapercha la causa principal de los problemas. Pero la gente que construyó los cables no fue siempre responsable, como demostraron las ridículas desventuras de la línea entre Cerdeña y Argelia.

Este cable se tendió en las aguas más profundas intentadas hasta el momento, y la operación estuvo a cargo de John Brett, el pionero del cable del canal de la Mancha. El gobierno francés proporcionó barcos y navegación, y el lío resultante fue un soberbio ejemplo (y no el último, me siento tentado de añadir) de ineptitud anglo-francesa combinada.

En el primer intento, el cable fue soltado con tanta rapidez que la longitud proporcionada no fue suficiente para el trabajo; Brett echó la culpa a los inesperados precipicios del lecho marino del Mediterráneo, cuya presencia no había sido revelada por las cartas francesas. Su capitán declaró en la vista, con una fina muestra del espíritu de Nelson: «Había sido sondeado por franceses, y no confío en sus mediciones». Pero los franceses tenían toda la razón. El cable no había desaparecido en abismos desconocidos; simplemente había sido soltado del barco demasiado rápido. Unos años más tarde otro contratista lo izó, y como dijo al comité: «Encontramos grandes masas de cable enrolladas en una especie de nudo gordiano, y eso debió de ser uno de los precipicios del señor Brett».

Sin embargo, al segundo intento, la culpa del desastre fue sin duda de los marinos franceses. Vean la declaración del indignado Brett refiriéndose a la forma en que no lograron el éxito por un margen muy pequeño que en un caso así significa un fracaso total:

Pasamos todas las grandes profundidades durante la noche, sin ningún problema, y llegamos a 16 km de tierra. Al amanecer, vi el barco francés decorado con banderas. Según el capitán francés, estamos a salvo, y debemos llevar a tierra nuestro cable con algunos kilómetros de sobra. Decoraron sus barcos como señal de triunfo, y estaban bebiendo champaña. Nuestro capitán nos había advertido durante la noche que pensaba que nos estábamos desviando demasiado de nuestro rumbo. Se lo comuniqué a monsieur De la Marche, el oficial nombrado por el gobierno francés, y me respondió: «Sabemos lo que hacemos». Me pareció que era probable que así fuera. A la mañana siguiente, nuestro capitán dijo: «Pregúntenle al capitán francés cuál es su posición, la latitud y longitud». Así se hizo, y se descubrió que estaba equivocado, y que era más acorde con las opiniones de nuestro capitán. Supliqué entonces a nuestro capitán que diera sus cifras, y le dije que me proporcionara una pizarra grande de 60 cm, y escribí en ella para que no hubiera error. Vi, por parte de los oficiales franceses, algo parecido a la consternación: se retiraron a su camarote, y revisaron los cálculos. Cuando regresaron dijeron: «Tienen ustedes razón y nosotros estamos equivocados».

Y de esta forma el señor Brett se quedó sujetando su cable casi a la vista de la costa africana, mientras el avergonzado monsieur De la Marche se dirigía a Argelia en busca de ayuda:

Le pregunté: «¿Cuánto tiempo tardará en volver?». «Cinco o seis días», me contestó. La cuestión entonces se volvió absurda: aguantamos como pudimos durante cuatro o cinco días; cogimos el extremo del cable, lo pasamos alrededor del barco para que no tuviera ninguna tensión. Entre otros muchos mensajes, enviamos uno a Londres para que enviaran lo más pronto posible 50 u 80 km de cable. Aguantamos cinco días con sus noches; los dos últimos hubo

una tensión muy violenta, y un mar embravecido, y el barco se agitaba y cabeceaba, pero el cable siguió sin romperse. La mayoría de los jóvenes operarios, que eran italianos, se marearon^[4], y yo estaba solo en cubierta cuando llegó un mensaje que decía que los kilómetros de cable estaban en marcha, y que nos los enviarían pronto. Unos pocos minutos después el barco dio una de las terribles sacudidas que se habían venido repitiendo durante la noche, y el cable se rompió...

Después de esta debacle, habría que esperar que el tercer intento se llevara a cabo con cuidado casi excesivo. Sin embargo, lo que sucedió esta vez fue aún más ridículo: alguien olvidó la diferencia entre libras y kilogramos, y como resultado el peso que controlaba el freno del cable fue sólo la mitad de lo que debería. Así que una vez más el fondo del Mediterráneo quedó adornado con lazos de caro cable, y una vez más el suministro quedó corto a una veintena de kilómetros de la costa africana...

Sí, sin duda era el momento de una Comisión Real y para sustituir a los ingenieros aficionados por profesionales con firme formación científica. Esos hombres existían (el profesor Wheatstone, los hermanos Siemen, Latimer Clark, por ejemplo) pero eran demasiado escasos. El estudio de la electricidad se hallaba en un estado tan primitivo que no existía ninguna unidad acordada; aunque parece increíble, seguía sin haber forma de medir la resistencia, el voltaje o la corriente en cantidades que pudieran ser entendidas por todos. El mismo significado de estos términos no eran entendidos generalmente; para la mayoría, incluso para aquellos que trabajaban con ella, la electricidad seguía siendo un poder misterioso y casi oculto, y la forma en que se lanzaban palabras como «intensidad», «tensión», «cantidad», «promedio», «velocidad» sólo servían para aumentar la confusión. El voltaje se definía en términos de cuántas baterías Daniell; la corriente por los reflejos del instrumento que el experimentador estuviera usando. Voltios, ohmios y amperios todavía pertenecían al futuro, y uno de los testigos ante el comité se vio obligado a señalar: «Es una pena que los que se enfrentan con esta cuestión no estén familiarizados con las leyes de Ohm; eso impediría que todas estas discusiones absurdas tuvieran lugar».

Puede haber poca duda de que el principal responsable en hacer que la práctica del cable submarino pasara de ser un arte esotérico con tanto éxito como la danza de la lluvia a convertirse en una ciencia matemática exacta fue William Thomson. Aunque todavía era un hombre de relativa juventud cuando compareció ante el comité, ya era famoso y le escucharon con gran respeto. Debió de resultar interesante oír su acento escocés cuando observó, a propósito de la propuesta de un inventor para fabricar un cable con los cables de acero reforzado por dentro: «Está casi tan bien planeado como un animal con el cerebro fuera del cráneo.»^[5] Y sobre el desafortunado relé patentado del doctor Whitehouse, con el que se pretendía escribir de forma automática los mensajes telegrafados según fueran recibidos, dio este anonadador veredicto: «Encuentro dos o tres palabras y unas cuantas letras más que

son legibles, pero la palabra más larga que encuentro dada con corrección es la palabra “es”». Habría sido interesante ver cómo el relé de Whitehouse se enfrentaba con «Dampfschiffahrtsgesellschaft» (compañía de barcos de vapor), término del cual se quejó un testigo, con un justificable sentido del agravio, ya que se cobraba como una sola palabra en toda Europa según las leyes telegráficas.

El doctor Whitehouse fue, por supuesto, uno de los testigos principales. Su comparecencia debió de ser algo embarazosa para todos, pues la mitad del consejo investigador estaba formado por ex colegas que habían perdido fortunas y reputaciones por su culpa. Dice mucho de la nobleza de espíritu del doctor Thomson (si no de sus poderes de juicio) que intentara proteger a Whitehouse de la ira de los directores cuando el cable de 1858 fracasó declarando que era uno de los más leales y devotos servidores de la compañía. Pero lo que los directores pensaban de «nuestro apreciado electricista» queda muy claro en su respuesta a Thomson, escrita el 25 de agosto de 1858, incluso antes de que el cable muriera:

El señor Whitehouse se ha enzarzado durante dieciocho meses en investigaciones que han costado doce mil libras a la compañía y ahora, cuando hemos tendido nuestro cable y todo el mundo nos observa con impaciencia, nos salvamos de la risa generalizada porque los directores tienen la fortuna de tener un ilustre colega cuyos inventos producidos en su propio estudio (con pocos gastos) y con sus propios recursos están dispuestos a superar el inútil aparato preparado con grandes esfuerzos y enorme coste. El doctor Whitehouse ha ido en contra de los deseos de los directores en muchas ocasiones, ha desobedecido una y otra vez sus instrucciones positivas, ha puesto obstáculos a todo el mundo, y ha actuado en todo momento como si su propia fama y auto-importancia fueran los únicos puntos importantes a considerar...

Sin embargo, a pesar de todo lo sucedido, Whitehouse se negó a admitir que había cometido errores, y lanzó una cortina de humo de datos experimentales para apoyar sus teorías. No quiso reconocer que sus gigantescas bobinas de inducción, con sus miles de voltios, fueron responsables de la rotura del cable, y presentó complicados argumentos para «demostrar» que las señales producidas por sus bobinas podían ser transmitidas con más rapidez que con baterías. No obstante, dio un buen argumento cuando intentó echar parte de la culpa a Cyrus Field, quien se había negado a concederle el tiempo necesario para sus experimentos preliminares. «El señor Field —declaró el doctor— fue el hombre más activo de la empresa, y tenía tanta energía que no pudo esperar tres meses. Dijo: “Bah, tonterías, todo el asunto se detendrá; el proyecto sufrirá un retraso de doce meses”».

Habría sido mejor para los promotores que el proyecto se hubiera retrasado doce meses: la falta de preparativos lo retrasó ocho años.

Uno de los personajes más notables que aparecieron ante el comité fue el almirante Robert Fitzroy, FRS, científico reputado y pionero en la meteorología y

fundador del sistema de predicción del tiempo de hoy día. Sin embargo, lo que le dio un pequeño pero seguro rincón en la inmortalidad fue el hecho de que, veinte años antes, el capitán Fitzroy zarpó de Inglaterra en uno de los viajes más famosos de todos los tiempos: el crucero de cinco años del *HMS Beagle*, con un científico joven y tímido llamado Charles Darwin a bordo. Los resultados de ese viaje se publicaron en tres volúmenes, los dos primeros escritos por Fitzroy y el tercero por Darwin.

Su carrera, después, fue un poco irregular. Fue nombrado sin éxito gobernador de Nueva Zelanda, donde enfureció a los colonos al apoyar los derechos de los nativos^[6]. El tacto no era su fuerte, y en una ocasión incluso se enzarzó en una pelea ante un club londinense; por fortuna, sus asaltos a su amable ex colega Darwin, cuya teoría evolucionaria odiaba, fueron puramente verbales. Tal vez su temperamento, brillante pero inestable, se debía a sus antepasados: era descendiente directo de Carlos II y de la avariciosa amante real Barbara Villiers, duquesa de Cleveland (también ella podía carecer de tacto: en una ocasión a Carlos le costó todo su poder de persuasión impedirle que combinara su luna de miel con su confinamiento).

Cinco años después, el almirante Fitzroy se suicidaría en un ataque de depresión; pero no había ningún signo de inseguridad o falta de confianza en él cuando presentó su idea sobre aislantes, las mejores rutas para los cables atlánticos y los métodos para tomar las temperaturas del mar. Quería recubrir el cable no con gutapercha sino con una forma flexible de cristal o «sustancia vítrea», una sugerencia que también había sido hecha por el Príncipe Consorte. El almirante señaló que cuando se sumerge en agua, el cristal es una sustancia mucho más flexible y manejable que en el aire, y mencionó el extraordinario hecho (que nadie creerá hasta que lo experimente por sí mismo) de que una hoja de cristal bajo agua puede cortarse con un par de tijeras corrientes. El almirante Fitzroy no explicó cómo esto ayudaría a los cables submarinos. También se aventuró a disentir por completo con la teoría de los circuitos antiguamente sostenidos generalmente, y tenía la novedosa idea de que no había necesidad de tener excesivo cuidado para hacer juntas perfectas cuando se unieran las secciones de cable. Pensaba que una simple unión como la de un reloj de cadena sería suficiente, y que la elaborada soldadura y limpieza promovida por los ingenieros eléctricos era innecesaria.

Almirantes, ingenieros, hombres de negocios, contratistas de cable, científicos... durante semanas y meses dieron sus puntos de vista y experiencias al comité, mientras que los empleados de la Cámara de Comercio se esforzaban por anotar los miles de palabras de pruebas. Y entonces, entre toda la gente pintoresca que apareció en Whitehall, llegó un coronel de Kentucky con una propuesta que debió de producir gran ansiedad a la Compañía Telegráfica Atlántica.

El coronel Tal P. Shaffner había construido muchos de los primeros telégrafos a larga distancia en Estados Unidos, incluyendo, para usar sus propias palabras, uno «desde el río Mississippi hasta las fronteras occidentales de la civilización». («¿Quiere decir hasta Kansas?». «Sí, fue antes de que Kansas fuera colonizado; en

aquella época sólo lo habitaban los indios»).

El coronel no creía que un cable transatlántico directo fuera una proposición económica, y mostró la transcripción completa de todos los mensajes transmitidos por la línea de 1858 para demostrar su teoría. En cada dirección, el cable no había conseguido transmitir más que unos pocos centenares de palabras al día, y muy pocas de esas palabras habían formado mensajes comerciales, pues la mayoría eran instrucciones de manejo o intentos desesperados para descubrir qué iba mal («¿Pueden leer esto?» etc. etc.). Según los cálculos de Shaffner, un cable submarino de 3.200 km nunca podría pagar el coste; aunque estuviera en buenas condiciones eléctricas, sería demasiado lento para resultar de valor práctico.

La alternativa del coronel Shaffner era tender un cable nortatlántico desde Escocia hasta las islas Feroe, luego hasta Islandia, luego hasta Groenlandia, y finalmente a Labrador. La longitud mayor de cable sumergido no superaría los 950 km, y todos los mensajes se volverían a emitir desde estaciones de tierra en cuanto fueran recibidos, y la sección de 950 km determinaría la velocidad máxima de trabajo. Sería el punto más débil en la cadena eléctrica; incluso así, sería muy superior a una longitud continua de 3.200 km, pues la teoría indicaba que sería unas diez veces más rápido.

El coronel había gastado mucho tiempo y dinero promocionando su proyecto, había estudiado la ruta, y había obtenido una concesión de Dinamarca para la sección Feroe-Islandia-Groenlandia de la línea propuesta. Lo había hecho ya en 1854, y por tanto debió de ser uno de los primeros hombres en advertir las posibilidades de la telegrafía transatlántica. Pero aunque su proyecto parecía atractivo sobre el papel, implicaba construir líneas de tierra sobre las regiones más desoladas del mundo, y tender cables submarinos en aguas infestadas de icebergs.

El almirante sir James Ross, quizás el mayor experto polar de la época, se pronunció con fuerza contra los peligros de los hielos a la deriva, y concluyó que la línea directa por el sur sería mucho más segura y fácil.

Si la ruta directa Irlanda-Newfoundland no hubiera tenido finalmente éxito, parece posible que se hubiera intentado el plan del coronel Shaffner; de hecho, hoy hay un cable desde Escocia a Islandia vía las Feroe, aunque nunca se continuó hasta Groenlandia. Resultó que el coronel subestimó la habilidad de los ingenieros submarinos y pensaba que todos los cables de 3.200 km resultarían tan malos como el primero. Se equivocó; no hubo necesidad de utilizar Groenlandia e Islandia como puntos intermedios, y el caballero de Kentucky perdió su apuesta de un millón de dólares^[7].

Tal vez la prueba más dura presentada al comité fue la del señor Seward, secretario de la Compañía Telegráfica Atlántica, al relatar sus esfuerzos para conseguir las 600.000 libras necesarias para tender un nuevo cable. Informó con gran pesar:

Yo mismo he visitado casi todas las casas capitalistas y mercantiles de Glasgow y Liverpool, y algunos de los directores me han acompañado para el mismo propósito. Sin duda hemos hecho que muchas personas nos apoyen, pero lo hicieron como si hicieran una obra de caridad, y las sumas correspondientes alcanzan...

Pero la ola giraba con lentitud. Ahora que todas las pruebas habían sido expuestas y los expertos habían dado su opinión, las razones de los fallos anteriores quedaron claras, y también quedó claro cómo podían evitarse. El comité resumió su hercúlea labor de la siguiente forma:

Los fallos de las líneas submarinas existentes que hemos descrito se deben a causas que podrían haber sido evitadas si se hubieran hecho investigaciones preliminares. Y estamos convencidos de que si se hubieran tenido en cuenta los principios que hemos enunciado para diseñar, fabricar, tender y mantener los cables submarinos, este tipo de empresa habría resultado un éxito en vez de un desastre.

En otras palabras: hemos aprendido de nuestros errores; ahora podemos hacer el trabajo. Era cierto, pero el éxito todavía se encontraba a cinco años en el futuro... todavía tendría que haber una nueva catástrofe.

9

Al borde del triunfo

El primer problema era encontrar el dinero. Se ha dicho que nada es más nervioso que un millón de dólares, y una cantidad superior había desaparecido ya en el Atlántico. A pesar de las pruebas técnicas, y el hecho de que cables mejorados se estaban colocando en otras partes del mundo, Cyrus Field tenía ahora una agotadora batalla que librar. Entre 1861 y 1864 viajó continuamente entre Europa y Norteamérica, intentando convencer a los capitalistas de que la próxima vez no habría ningún fallo. Su éxito en su propio país se resume en este párrafo de la biografía que su hermano Henry escribió sobre él:

El verano de ese año (1862) lo pasó en América, donde se aplicó con vigor a la tarea de encontrar dinero para la nueva empresa. Un buen grupo de sólidos hombres de negocios de Boston lo recibió, y le escuchó con atención que resultaba halagadora, no había duda de que sentían interés en el tema. Fueron aún más lejos; aprobaron una serie de resoluciones donde aplaudieron el proyecto del cable telegráfico sobre el océano como una de las más grandes empresas jamás intentadas por el hombre, que con orgullo encomendaban a la confianza y el apoyo del público norteamericano. Pero ninguno de ellos dio un dólar.

En justicia, hay que recordar que los grandes hombres de negocios norteamericanos tenían ahora una buena excusa para su falta de iniciativa. La guerra civil estaba en su apogeo y un país dividido tenía poca energía o ánimos para un proyecto de tal envergadura. Aún más, las relaciones entre Inglaterra y el Norte se vieron aún más forzadas por la declaración de neutralidad del 14 de mayo de 1861, donde se concedió a la Confederación los derechos beligerantes de una nación soberana. El tacto y los notables poderes de persuasión de Field debieron de ser ejercitados de pleno mientras viajaba de un lado a otro del Atlántico con una velocidad que sería incluso notable en estos días de transporte aéreo. ¡En 1864, había cruzado ya el Atlántico no menos de treinta y una veces al servicio de la compañía!

Las cosas tardaron más de dos años en ponerse de nuevo en marcha, y esta vez el proyecto fue extensamente financiado y llevado a cabo por Gran Bretaña, mientras que sólo una décima parte del capital procedió de Estados Unidos. El 7 de abril de 1864, los dos contratistas que tenían más experiencia en la fabricación de cables submarinos se fundieron en una sola compañía. Hasta esa fecha el núcleo del cable y el aislamiento habían sido manufacturados en exclusiva por la Gutta Percha Company, y la protección acorazada por Glass, Elliott & Co. Ahora formaron la Telegraph Construction and Maintenance Company, que todavía existe y que, con sus asociados, ha construido la mayoría de los cables submarinos del mundo.

Los directores de la nueva firma, bajo su presidente John Pender, diputado, confiaban tanto en el proyecto que de inmediato suscribieron un capital de 315.000 libras esterlinas. El propio Field tuvo que encargarse de buscar nada menos que 285.000 libras de inversores privados, y con 600.000 libras en el banco el proyecto pudo comenzar una vez más.

El siguiente problema fue decidir el diseño del nuevo cable. Esta vez no había prisa en fabricarlo y colocarlo sin hacer pruebas adecuadas; todo el mundo sabía lo que había costado esa política. Docenas de muestras fueron examinadas y sometidas a todo tipo de pruebas eléctricas y mecánicas; el diseño final aprobado tenía un núcleo conductor tres veces superior al del cable de 1858, y estaba mucho más acorazado. Podía soportar sin romperse una tensión de ocho toneladas, comparada con las tres del cable anterior, y tenía más de 2,5 cm de diámetro. Aunque pesaba una tonelada y tres cuartos por cada 1.600 m, casi el doble que su predecesor, su peso cuando se sumergía en agua era en consideración menor. Esto significaba que la tensión que tendría que soportar cuando estuviera siendo colocado quedaría también reducida, debido a que había aumentado su flotabilidad. De hecho, 16 km de cable podían colgar verticalmente en el agua antes de romperse bajo su propio peso; esto era cuatro veces superior a cualquier peso suspendido de un barco que surcara el Atlántico Norte, donde nunca podría haber más de 4 km de profundidad bajo la quilla. En todos los aspectos, el nuevo cable era una enorme mejora sobre todo lo construido antes. Y sin embargo, a pesar de todo el cuidado y atención puesto en su construcción, en su interior estaban ocultas las semillas del desastre.

A finales de mayo de 1865, los 4.183 km de cable habían sido completados. Su peso era de 7.000 toneladas, el doble del cable anterior, que requirió dos barcos para ser tendido. Pero esta vez, por uno de los afortunados accidentes de la historia, el único barco del mundo que podía transportar esa carga estaba disponible y en busca de empleo. En el cable atlántico, el fabuloso *Great Eastern* encontró su destino y por fin consiguió el triunfo que durante tanto tiempo se le había negado.

Este barco, magnífico pero desafortunado, había sido botado siete años antes, pero nunca llegó a ser un éxito comercial. Eso se debió en parte a la estupidez de sus propietarios, en parte a las maquinaciones de John Scott Russell, a su constructor, brillante pero carente de escrúpulos, y a los accidentes provocados por las tormentas y el mar^[8]. Con 213 m de eslora, desplazando 32.000 toneladas, el *Great Eastern* no fue superado en tamaño hasta que se botó el *Lusitania* en 1906, cuarenta y ocho años más tarde. Fue creación de Isambard Kingdom Brunel, el mayor genio de la ingeniería en la época victoriana; quizás el único hombre en los últimos quinientos años que se ha acercado a Leonardo da Vinci. Brunel construyó magníficos puentes de hierro y piedra que todavía están en pie (el Clifton Suspension Bridge de Bristol es el más famoso, aunque se completó después de su muerte), y tendió soberbias vías de ferrocarril por la mayor parte del sur de Inglaterra. Era artista e ingeniero, y las implacables especializaciones que han tenido lugar desde su tiempo hacen imposible

que ningún hombre llegue a igualar sus logros.

De estos logros, el *Great Eastern* fue el último y más poderoso. Aunque era cinco veces superior a cualquier barco del mundo, no era un simple ejemplo (como alguien ha sugerido) de megalomanía. Brunel fue el primer hombre en comprender que cuanto más grande fuera el barco más eficaz puede ser, porque la capacidad de transporte aumenta a un ritmo más rápido que la energía necesaria para impulsarlo sobre el agua (lo primero depende del cubo de las dimensiones lineares, lo segundo sólo del cuadrado). Al haber advertido esto, Brunel tuvo entonces el valor de seguir las matemáticas hasta su conclusión lógica, y diseñó un barco que era lo bastante grande para transportar el carbón necesario para ir y volver a Australia (poco más de una década antes, los teóricos habían «demostrado» que era imposible que un barco de vapor cruzara siquiera el Atlántico).

Con sus cinco chimeneas, seis mástiles, y su soberbia línea, el *Great Eastern* sigue siendo uno de los barcos más hermosos jamás construidos, aunque la ausencia de una superestructura hace que parezca un poco extraño a los ojos modernos. Es imposible escribir sobre él sin emplear superlativos: sus paletas de 17 m de diámetro y su hélice de más de 7 m nunca han sido superadas en tamaño, y ahora nunca lo serán. Este sistema de propulsión dual hizo que fuera el tranatlántico más maniobrable jamás construido; invirtiendo una paleta, podía girar sobre su propio eje como si estuviera sobre un disco giratorio.

En 1865, el *Great Eastern* había arruinado a una sucesión de propietarios y había perdido más de un millón de libras esterlinas. Puesto en subasta sin reservas, el elefante blanco flotante fue vendido por sólo 25.000 libras... una trigésima parte de su coste. Los compradores, encabezados por Daniel Gooch, presidente de la Great Western Railway, ya habían acordado con Cyrus Field utilizar el barco para tender los nuevos cables; confiaban tanto en que podría hacerlo que habían ofrecido sus servicios gratis si se producía un nuevo fracaso.

Para proporcionar espacio para los enormes cables, se abrieron tres grandes tanques en el corazón del barco. Los cilindros, poleas y dinamómetros del mecanismo expedidor ocupaban una gran parte de la cubierta de proa, y una chimenea y sus calderas fueron retiradas para dar más espacio. Cuando el barco zarpó de Medway el 24 de junio de 1865, llevaba 7.000 toneladas de cable, 8.000 toneladas de carbón y provisiones para quinientos hombres. Como los días de la refrigeración estaban aún lejanos, también se convirtió en una granja flotante. Su lista de pasajeros incluía una vaca, una docena de bueyes, veinte cerdos, ciento veinte ovejas y todo un corral de gallinas.

Muchos de los pioneros (uno diría supervivientes) de las anteriores expediciones iban a bordo. Entre éstos se encontraban el propio Field (el único norteamericano entre quinientos británicos), el profesor Thomson, Samuel Canning, ingeniero jefe de la Telegraph Construction and Maintenance Company, y C. W. de Sauty, el técnico en electricidad de la compañía. El comandante del barco era el capitán James Anderson,

pero en todos los asuntos relativos a la colocación del cable Canning tenía autoridad suprema. El doctor Whitehouse no iba a bordo, ni siquiera como pasajero.

La división de deberes y responsabilidades del viaje fue algo inusitada. La Atlantic Telegraph Company (representada principalmente por Field, con Thomson como su experto consejero) era la encargada del trabajo, pero como la Telegraph Construction and Maintenance Company había puesto más de la mitad del capital, fabricado el cable y aprestado el barco, no iba a dejar que sus clientes interfirieran con las operaciones de colocación del cable. Por eso Field y Thomson eran virtuales pasajeros, aunque si el trabajo no se hacía con las especificaciones que habían dispuesto tenían, por supuesto, derecho a rechazarlo.

Esta vez, con todo el cable en un solo barco, no había problemas de empalme en mitad del Atlántico: el *Great Eastern* navegaría directamente desde Irlanda a Newfoundland. Gracias a la presencia a bordo de W. H. Russel (que más tarde se convertiría en sir William), el famoso corresponsal de guerra del Times, tenemos un registro completo del viaje, que fue más tarde publicado en un volumen espléndidamente ilustrado con litografías de Robert Dudley.

El extremo del cable fue fijado en la bahía de Foilhommerum, un lugar salvaje y desolado a unos 8 km de la bahía de Valentia. Cientos de personas se congregaron para observar desde las colinas cercanas, que estaban dominadas por las ruinas de una fortaleza de la época de Cromwell. La escena era parecida a una feria campestre, con malabaristas y todo tipo de atracciones aprovechando la ocasión. Nada tan excitante había sucedido antes en este remoto lugar de Irlanda, pero la multitud sufrió la decepción de no poder ver al *Great Eastern*. No había necesidad, ni era seguro, que se acercara a la costa. Permaneció mar adentro mientras el *HMS Caroline* llevaba a la costa el extremo del pesado cable y lo desembarcaba sobre un puente de barcos.

El cable fue empalmado a bordo del *Great Eastern*, y la tarde del 23 de julio de 1865 puso proa a su distante objetivo. Lo escoltaban los barcos de guerra *Terrible* y *Sphinx*, que se colocaron a ambos costados y enviaron a sus tripulaciones a lo alto de los mástiles para darle un saludo, descargaron sus amistosas baterías con vigor y recibieron un saludo similar. Izaron sus colores, y mientras el sol se ponía un amplio abanico de luz dorada se extendió ante las proas como para indicar e iluminar el rumbo marcado por la mano del cielo. Se soltó el freno, y mientras el *Great Eastern* avanzaba, la maquinaria del aparato expedidor empezó a funcionar, los cilindros empezaron a rodar, las ruedas chirriaron, y la negra línea del cable empezó a brotar, hundiéndose en la graciosa curva del mar por la popa.

Como observó Russell, «feliz es la colocación de cables que no tiene historia». En esta ocasión no iba a ser menos. A la mañana siguiente, a 130 km de la costa, los instrumentos indicaron un fallo eléctrico a poca distancia del barco. No se podía

hacer más que izar el cable a bordo hasta encontrar el problema. A primera vista, parecía una operación fácil. Pero con el *Great Eastern* en su actual estado, no era así. No podía retroceder y recoger el cable por la proa, donde estaba siendo tendido, porque no podía virar bien marcha atrás y además existía el peligro de que el cable se enredara con su hélice. Así que el cable tuvo que ser asegurado, cortado y los 200 m trasladados a la proa. Como Russell describe:

Comenzó un ordenado tumulto de hombres con bozas y maromas por todo el macarrón, y en los obenques, y en los botes, de la proa a la popa, mientras el cable era izado braza tras braza. Los hombres eran diestros en su trabajo, pero mientras gritaban e izaban a los lados, sobre los botes y alrededor de los tambores de las ruedas, tirando y fijando cabos, y sujetando y soltando las bozas, ninguno podía desprenderse de la sensación de riesgo y miedo por el cable.

Tardaron diez horas en izar muchos kilómetros de cable. Cuando se descubrió el defecto, fue muy preocupante. Un pedazo de alambre de hierro, de dos pulgadas de largo, se había clavado en el cable, produciendo un cortocircuito entre el núcleo conductor y el mar. Debió de ser un accidente, pero parecía sabotaje.

Se hizo un nuevo empalme y se comenzó otra vez a tender el cable. Esta vez sólo habían soltado 800 m cuando el cable quedó en silencio. Russell observó, desesperanzado:

Una tela de Penélope en veinticuatro horas, de un simple hilo, era descorazonador. El cable de los tanques principales respondió a las pruebas a la perfección. Pero el que pasaba al mar estaba malhumorado, y no rompe su mohíno silencio. Incluso la amable ecuanimidad y confianza del señor Field se tambaleó en aquella hora suprema, y en su corazón debió de albergar la idea de que el sueño de su vida no era más que una quimera...

Por fortuna, el defecto se aclaró: casi seguro que no se encontraba en el cable, sino en los instrumentos o conexiones de Valentia o del mismo barco. «La luz indicadora reapareció de repente en la sala de pruebas, y los cansados observadores se alegraron con el rayo de esperanza una vez más».

Al cuarto día, el 26 de julio, el *Great Eastern* se topó con un temporal que hizo difícil que el *Sphinx* y el *Terrible* se mantuvieran cerca. Mientras se adelantaba a seis nudos, apenas afectado por las olas que sacudían a sus pequeños escoltas, el *Sphinx* poco a poco quedó atrás, hasta perderse de vista. Fue una seria pérdida para la expedición, porque debido a algún fallo de previsión el *Sphinx* llevaba el único equipo para sondear.

Los dos días siguientes carecieron de incidentes, y pudieron relajarse. Los letrados caballeros editaron un periódico del barco con noticias locales y chismorreos, y sería difícil mejorar esta forma de hacer periodismo:

El profesor Thomson dio una conferencia sobre «Continuidad eléctrica» ante un selecto público. Tras preparar su aparato, cuyo objeto principal era una pequeña olla de latón, que parecía una linterna pequeña con un largo pabilo asomado en lo alto, el distinguido caballero dijo: «La conferencia que estoy a punto de dar trata sobre un tema que ha sido de gran interés para las capas intelectuales de la humanidad...». La campana del almuerzo sonó, y el distinguido profesor se quedó con la palabra en la boca.

A pesar de toda su erudición, el profesor Thomson no asombraba demasiado a sus colegas, que parecían tratarle con afecto y respeto. Uno de ellos observó más tarde: «Era un magnífico camarada, también un buen compañero en los naipes cuando no había trabajo, aunque a veces, cuando se sumergía momentáneamente en algún arrebato de meditación, en su abstracción científica, apartaba la mirada de sus cartas y preguntaba: “¿A quién le toca?”».

Mientras el *Great Eastern* avanzaba entre las olas, soltando su hilo de hierro y cobre, había una maravillosa sensación de poder en el Gran Barco y en su trabajo; era gratificante para el orgullo humano sentir que el hombre dominaba el espacio, y triunfaba sobre el viento y las olas; que de sus manos, en medio de la noche eterna de las aguas, había un frágil sendero por el que el obediente rayo destellaría para siempre con las simpatías, pasiones e intereses de dos poderosas naciones.

La tarde del séptimo día, cuando ya habían sido tendidos 1.200 km de cable, las alarmas volvieron a sonar. El fallo estaba cerca del barco, así que una vez más hubo que cortar el cable, asegurarlo con maromas, e izarlo para inspeccionar.

Sabíamos que a miles de brazas de profundidad el extremo del cable se arrastraba por el fondo, sujeto con firmeza por el *Great Eastern* a través de su línea de hierro. Si la línea o el cable se rompían, el cable se hundiría para siempre... Por fin nuestras mentes pudieron descansar: la cuerda de hierro subía por la borda izada por la maquinaria. Mucho tiempo después, el extremo del cable apareció sobre la superficie, y fue izado a bordo y dirigido al tambor. La popa está desierta en estas ocasiones; el chasquido del mecanismo, antes tan activo, cesa, y la parte delantera del navío se llena sólo con aquellos enfrascados en el trabajo, y con aquellos que sólo quieren mirar... los dos motores de extraño aspecto que hacen funcionar las ruedas y tambores hacen tanto ruido como es posible, y toda la vida se acelera, mientras con lento esfuerzo el cable es sacado de su lecho de agua.

Hicieron falta diecinueve horas de este nervioso trabajo antes de que se detectara el fallo, aunque habrían tardado sólo unos pocos minutos si en la proa hubieran instalado el equipo adecuado. El cable volvió a ser empalmado, se empezó a tender una vez más, y un comité de investigación empezó a examinar los trozos defectuosos apilados sobre la cubierta.

La preocupación se volvió furia cuando se descubrió que el cable se había cortado

de la misma forma que antes, por un pedazo de alambre. «Ninguno dudó que el alambre había sido introducido por una mano diestra», comenta Russell, y se señaló que el mismo grupo de hombres estaba trabajando cuando ocurrió el fallo anterior. La teoría del sabotaje pareció virtualmente demostrada, y un equipo de inspectores se formó de inmediato de forma que siempre hubiera alguien en la bodega del cable para vigilar a los trabajadores.

La mañana del 2 de agosto, el *Great Eastern* había completado casi tres cuartas partes de su tarea. En Valentia, los técnicos recibían señales perfectas a través de los 2.000 km de cable que habían sido tendidos. Incluso podían decir, por el suave titilar del punto de luz del galvanómetro, con exactitud cuándo avanzaba el barco, pues diminutas corrientes eran inducidas en el cable por el campo del imán de 32.000 toneladas mientras se agitaba adelante y atrás sobre la superficie del mar.

Y entonces, sin aviso, las señales cesaron. Pasaron las horas, y siguieron sin llegar mensajes a través de aquel fino hilo perdido en el Atlántico. Las horas se convirtieron en días; pasó una semana, luego otra. El *Great Eastern* y sus escoltas se habían desvanecido del conocimiento humano por completo como si el océano se los hubiera tragado.

Alegría en el corazón

En Inglaterra, la total desaparición de la flota telegráfica causó una tormenta de controversia y especulación. El *Great Eastern*, decían los pesimistas, era probable que se hubiese roto con las olas del Atlántico y se hubiese hundido a plomo; había sido mal diseñado, de todas formas (no había problema en decir esto, ya que Brunel llevaba seis años muerto). Argumentos y contraargumentos abundaron en el Times, y en medio de todo el clamor la Atlantic Telegraph Company convocó una asamblea general extraordinaria. Anunciaron no sólo su completa confianza en que el cable estaba siendo tendido, sino que declararon que pronto solicitarían capital para fabricar un segundo cable. Fue un acto de enorme valor, y estaba plenamente justificado. En mitad del Atlántico, los hombres del *Great Eastern* demostraban que nunca aceptarían la derrota.

Cyrus Field era uno de los vigilantes de guardia en el tanque del cable la mañana del 2 de agosto. A las seis de la mañana hubo un sonido rechinante y uno de los hombres gritó: «¡Allá va un trozo de alambre!». Field gritó una advertencia, pero no llegó a tiempo al oficial encargado de la maquinaria expedidora. Antes de que el barco pudiera ser detenido, el fallo había pasado por la borda.

Esta vez, no fue un cortocircuito completo; el cable era utilizable, pero no cumplía ya las especificaciones. Aunque el profesor Thomson pensaba que todavía podía transmitir cuatro palabras por minuto (lo que sería suficiente) el ingeniero jefe Canning decidió no correr riesgos. Si completaba el cable, y el cliente rehusaba aceptarlo, su compañía estaría arruinada. En cualquier caso, recoger una sección defectuosa de cable era ya cuestión de rutina; los hombres habían adquirido bastante práctica en este viaje. Canning no tenía ningún motivo para dudar que, después de unas cuantas horas de retraso, el *Great Eastern* continuaría los últimos 1.100 km de su viaje. El cable fue cortado, fijado y el proceso de izado comenzó de nuevo. Mientras esto tenía lugar, uno de los trabajadores del tanque descubrió algunos cables de refuerzo rotos en el pedazo de cable que se encontraba inmediatamente junto a la sección defectuosa; el hierro era quebradizo, y se había roto bajo el tremendo peso que tenía encima. Esto, dijo Russell, «dio una nueva perspectiva a los hombres. ¡Lo que habían considerado asesinato podría haber sido suicidio!».

El *Great Eastern* se encontraba ahora en aguas de más de dos mil brazas de profundidad, aunque la profundidad exacta era desconocida debido a la ausencia del *Sphinx* con el único equipo sondeador. Por desgracia, olvidaron transmitir a Irlanda que el cable iba a ser cortado; si se hubiera tenido en cuenta esta precaución elemental, gran parte de la ansiedad que se sentiría en Inglaterra durante las dos siguientes semanas se habría evitado.

Desde el principio, el proceso de recuperación del cable no fue bien. Primero la

maquinaria dio problemas, luego el viento hizo que el *Great Eastern* virara, de modo que el cable no llegaba recto sobre la amura. Empezó a golpear el barco, y cuando la maquinaria de recuperación empezó a funcionar una vez más, la tensión del cable resultó ser demasiado grande para la porción debilitada. «El cable se partió... y con un chasquido se perdió en el mar. A nuestro alrededor se encontraba el plácido Atlántico, sonriendo al sol, sin nada que indicara dónde quedaban enterradas tantas esperanzas».

Entonces dio comienzo una batalla solitaria que iba a encender la imaginación y excitar la admiración del mundo. Samuel Canning, a pesar de que el *Great Eastern* no estaba equipado con el material necesario, decidió recuperar el cable perdido a más de 4.000 m de profundidad en el limo atlántico. Sus hombres habían recuperado con éxito cables a 700 brazas en el Mediterráneo, pero la profundidad aquí era tres veces mayor. Aunque el cable pudiera ser enganchado, muchos dudaban de que pudiera soportar la tensión al ser izado desde aquel abismo.

Un arpeo de cinco puntas («El garfio con el que el gigante Desesperación iba a pescar una presa de más de un millón») fue atado a 8 km de cuerda y bajado por un lado. Tardó más de dos horas en llegar al lecho marino, pero al menos la pérdida de la tensión mostró que había tocado fondo. El *Great Eastern*, que había navegado varios kilómetros con viento a favor, desconectó sus motores y quedó bajo la fuerza de las velas, «el mayor barco de vela que verá jamás el mundo», como señala Dugan. Toda esa noche avanzó con lentitud impulsado por el viento, mientras el arpeo se arrastraba por la noche aún más oscura del lecho oceánico. A primeras horas de la mañana del 3 de agosto el garfio encontró algo, y entonces comenzó el trepidante trabajo de izarlo con su presa desconocida.

La cuerda del garfio no era en absoluto adecuada para la labor que estaba haciendo (y que nadie había imaginado necesaria) porque no era una cantidad continua de cuerda sino dos docenas de secciones de 182 m cada una, unidas por eslabones. Eran los puntos débiles de la cuerda, pues cuando ya habían izado más de un kilómetro un eslabón se rompió y la cuerda, el arpeo y el cable que sin duda había enganchado volvieron al fondo.

Para aumentar las dificultades de Canning, cayó la niebla y fue imposible hacer ninguna observación que pudiera fijar la posición del barco. Sin embargo, a mediodía del 4 de agosto salió el sol providencialmente, pudieron ver y descubrieron que el barco estaba a 74 km del lugar donde el cable se había roto. Se improvisó una gran boya y la lanzaron por la borda, anclada al fondo por 5 km del propio cable. Ahora el *Great Eastern* tenía un punto fijo desde el que poder trabajar, un indicador en medio del Atlántico.

No pudieron conseguir nada durante los dos días siguientes debido a un viento desfavorable, pero el 7 de agosto Canning hizo su segundo intento. Fue una repetición de lo anterior: el cable se enganchó con bastante rapidez, lo llevaron la mitad del camino hasta la superficie... y otro eslabón se rompió bajo la tensión.

Después de este infortunio, no quedó a bordo cable suficiente para llegar al fondo, así que 700 brazas de cuerda se empalmaron para hacer un cable improvisado. El mal tiempo y la mar picada retuvieron las operaciones hasta el día 10; entonces lanzaron el arpeo por la borda, parecieron enganchar algo, pero cedió con demasiada facilidad. Cuando lo izaron a cubierta, se descubrió que el cable se había enroscado alrededor de una de las orejas del ancla, impidiendo que el arpeo hiciera su trabajo.

Hicieron el cuarto intento al día siguiente, y la tarde del 11 de agosto el cable fue enganchado de nuevo.

Era terrible (escribió Russell) estar allí de pie y ser testigo de la espantosa pugna entre el cable, que cedía con rapidez, el implacable cabestrante de hierro forjado, y la fiera resolución del negro mar. Pero era indudable que el Cable Atlántico había sido enganchado, y subía de su lecho de limo. ¡Qué alternancia de esperanzas y temores! Algunos permanecían en los salones bajo cubierta, con los ojos fijos en libros que no leían, o dando rienda suelta a sus sentimientos con notas tristes al piano o al violín. A ninguno le gustaba ir a cubierta, donde cada sacudida de la maquinaria hacía que el corazón les saltara a la boca.

Era una noche oscura y desapacible, y Russell, después de cenar, dejó el salón y recorrió la cubierta bajo el amparo del tambor de la rueda.

Iba hacia la proa cuando el silbato sonó, y oí gritos de «¡Detenedlo!» en la popa, y «¡Cuidado!» y exclamaciones agitadas. Entonces, hubo silencio. Supe de inmediato que todo había acabado. Las máquinas permanecían silenciosas, y por un instante todos los hombres permanecieron inmóviles, como convertidos en piedra. Nuestro último perno había saltado. El cable había cedido, y casi cuatro kilómetros más de cables de hierro y alambre se añadieron a la maraña del gran laberinto creado por el *Great Eastern* en el fondo del océano.

Hubo un profundo silencio a bordo del gran barco. Se debatió contra el timón por un instante, como si quisiera seguir su rumbo al oeste, y luego se inclinó ante el mar airado en admisión de la derrota, y se volvió con lentitud para recibir el sol naciente. Las linternas de señales destellaron desde el *Terrible*, «¡Adiós!». Las luces de nuestra cabina taladraron la noche, «¡Adiós! Gracias» con triste reconocimiento. Entonces cada barco se perdió solitario en la oscuridad.

La expedición de 1865 había sido otro fracaso, pero con una diferencia. Había demostrado tantos puntos importantes que ya no podía haber ninguna duda razonable de que podía tenderse un cable transatlántico. El *Great Eastern* había demostrado, con su estabilidad y su marinería, que era el barco perfecto para la tarea; el cable mismo era excelente, aunque la débil coraza podía ser mejorada con facilidad, y, lo más importante de todo, había demostrado que un cable perdido podía ser encontrado

e izado a más de 4.000 m de profundidad. En cierto modo, por tanto, el mismo fallo engendraba nueva confianza. Incluso así, uno siente admiración casi rayana en el asombro hacia Cyrus Field y sus colegas cuando considera su siguiente paso. Decidieron no construir y tender un cable completamente nuevo, sino volver y terminar el que habían tendido ya en sus tres cuartas partes.

Para esquivar algunas dificultades legales provocadas por el fiscal general en Nochebuena, fue necesario crear una nueva compañía; también fue necesario reunir otras 600.000 libras. A principios de 1866, Field, ayudado por Daniel Gooch y Richard Glass (director de la Telegraph Construction and Maintenance Company), consiguió hacerlo, y es un tributo a la confianza que el público tenía ahora en ellos que cuando necesitaron 370.000 libras para completar el capital necesario para la recién nacida Anglo-American Telegraph Company, fue suscrito en dos semanas.

De inmediato se ordenaron 3.600 km de cable nuevo y se incorporaron varias mejoras sobre el cable utilizado el año anterior. Era algo más fuerte, aunque más liviano cuando se sumergía; y lo más importante, la quebradiza protección había sido sustituida por una variedad más dúctil hecha con hierro galvanizado.

También se aplicaron grandes mejoras a bordo del *Great Eastern*. La innovación más importante fue la maquinaria que podía izar el cable por la popa, de modo que ya no tenía que ser transferido a la proa. Se había diseñado un método de medir la corriente eléctrica continua, así que ahora era imposible que fueran tendidos varios kilómetros de cable antes de que fuera detectado un fallo. No menos de 35 km de cable, capaz de soportar una tensión de treinta toneladas, fue fabricado para reemplazar el cable perdido en mitad del Atlántico. Y el propio *Great Eastern* recibió una necesaria limpieza, pues su quilla «estaba cubierta por una capa de 5 cm de lapas y conchas, y largas algas marinas flanqueaban sus costados». Quitar estos cientos de toneladas de sedimentos marinos debió de añadir un par de nudos a su velocidad, y como las paletas habían sido modificadas para que pudiesen dar marcha atrás con independencia, Samuel Canning se encontró con un barco mejorado y más maniobrable cuando zarpó del Támesis el 30 de junio de 1866.

Esta vez, el Almirantazgo sólo pudo ceder un barco (el *HMS Terrible*), pero la flota telegráfica era más grande que el año anterior, pues la compañía había fletado el *Albany* y el *Medway*. Este último llevaba varios cientos de kilómetros del cable del año anterior, así como 150 km de pesado cable para tenderlo sobre el St Lawrence.

Como sir W. H. Russell estaba ahora cumpliendo su papel más acostumbrado de corresponsal de guerra, tenemos que basarnos en otros periodistas para recordar este viaje. Según el *London News*, cuando el enorme extremo del cable de tierra (que pesaba más de ocho toneladas por kilómetro y parecía una barra de hierro) fue desembarcado en Valentia sobre un puente de pontones de cuarenta barcos de pesca,

la ceremonia presentó una sorprendente diferencia con la del año pasado. Fue manifiesta una serena gravedad y una fija determinación por reprimir toda muestra de entusiasmo de la que

todos harían gala. Había algo mucho más conmovedor en la tranquila y reverente solemnidad de los espectadores que en la alegría de los campesinos del año pasado. Las ancianas con sus ropas ajadas que se arracimaban, pipa en boca, con sus viejos pañuelos sobre la cabeza y bajo la barbilla, los niños descalzos, los parches de colores brillantes suministrados por capas y enaguas, la ropa remendada que no se caía a pedazos por trozos de hilo y cinta...

Así eran los habitantes de esta pobre región; puede comprenderse su interés en el cable mágico que conducía a la tierra donde habían marchado tantos paisanos suyos en busca de una vida mejor.

A 50 km mar adentro, el *Great Eastern* esperaba la sección especial del cable de costa, diseñado para resistir los mares furiosos y las anclas para mayor seguridad. Cuando el extremo fue izado a bordo,

manos rápidas y febriles rasgaron la cobertura del cable de la costa y el cable principal, hasta llegar al núcleo; luego, tras desenrollar con rapidez los cables de cobre, los unieron, retorciéndolos con tanto cuidado y fuerza como si fuese una trenza de seda. Entonces, este delicado hijo del mar fue envuelto en tela, cubierto con muchas capas de gutapercha, y cuerda de cáñamo, y fuerte cable de hierro, y todo fue rodeado una y otra vez con pesadas tiras, y el empalme quedó completado.

Y así, el viernes 13 de julio de 1866 el *Great Eastern* zarpó una vez más de la bahía de Valentia. A quienes no gustaba la fecha se les recordó que Colón zarpó hacia el nuevo mundo un viernes... y también llegó en uno.

Al ritmo firme y sin incidentes de cinco nudos, la obra maestra de Brunel se internó en el Atlántico, tendiendo el cable con regularidad milimétrica. El único incidente en los catorce días fue cuando el cable que surgía del tanque se enganchó en una bobina adyacente, y se creó una maraña que ocasionó momentos de ansiedad antes de que fuera desenredada.

En Inglaterra, donde el progreso de la expedición era conocido al minuto, la excitación y la confianza se acumulaban día a día. Sin embargo, en Estados Unidos fue distinto, pues no había noticias de lo que estaba sucediendo, ni podría haberlas hasta que los barcos llegaran... si lo hacían. Algunos espectadores esperaban en Newfoundland, pero como señala Henry Field

no tantos como el año pasado, pues el recuerdo de la decepción era demasiado fresco, y temían de nuevo el mismo resultado.

Pero con todo había unos pocos fieles que montaban guardia cada día. Es la mañana del viernes 27 de julio. Se levantan temprano y miran hacia el este para ver nacer el día, cuando se ve un barco en lontananza. Los catalejos se vuelven hacia él. Se acerca, y luego hay otro, y otro. Y ahora la quilla del *Great Eastern* aparece toda gloriosa en el cielo de la mañana. ¡Ahí vienen! Al

instante todo es excitación. El *Albany* es el primero en entrar en la bahía. El *Terrible* le sigue de cerca. El *Medway* se detiene una hora o dos para preparar el pesado cable de la costa, mientras el *Great Eastern*, deslizándose con suavidad como si no hubiera hecho nada notable, suelta el ancla delante de la casa de telégrafos, después de arrastrar tras de sí una cadena de 3.200 km, para unir el viejo mundo con el nuevo.

Ningún nombre podía ser más adecuado que el del lugar del desembarco: Heart's Content, alegría en el corazón. Era

una cala a cubierto donde los barcos podían echar el ancla y ponerse a salvo de los temporales. No es más que una caleta del gran brazo de mar conocido como Trinity Bay, que tiene 90 o 100 km de largo, y treinta de ancho (el lugar de desembarco para la expedición de 1865 estaba en la bahía de Bull's Arm, en la cabeza de Trinity Bay, 30 km al norte).

Heart's Content fue elegido ahora porque sus aguas son tranquilas y profundas y un cable que bordee la parte norte de las orillas de Newfoundland puede ser introducido en aguas profundas hasta que toque la orilla. La tierra alrededor forma cumbres cubiertas de pinos; y aquí la flota telegráfica, después de su memorable viaje, permaneció tranquila, bajo la sombra de las colinas circundantes.

En cuanto el *Great Eastern* quedó anclado, el capitán Anderson y sus oficiales desembarcaron y asistieron a misa en la iglesia local, donde el predicador, no con mucho tacto, se dirigió a ellos con el texto «Ya no habrá más mar» (un edicto, según Kipling en *The Last Chantey*, que causó tanta protesta en el cielo que tuvo que ser eliminado:

*¡A la gloria del Señor
que oyó a los tontos marineros y les devolvió
su mar!).*

El triunfo quedó empañado por una leve molestia: el cable de St. Lawrence se había roto, y por eso hubo un retraso de dos días antes de que la conexión telegráfica con Estados Unidos pudiera completarse. Nueva York no recibió hasta la mañana del domingo 27 de julio este mensaje: «Heart's Content, 27 de julio. Llegamos a las nueve de la mañana. Todo bien. Gracias a Dios, el cable está tendido y en perfecto funcionamiento. Cyrus W. Field».

El primer día de funcionamiento, el nuevo cable ganó 1.000 libras esterlinas. Por fin el mar devolvía las fortunas que había engullido. Field estaba agradecido, pero su propio corazón todavía no tenía alegría. Había un trabajo más que hacer; ni él ni los hombres del *Great Eastern* podrían descansar mientras en el Atlántico, a 1.100 km de

distancia, yaciera el extremo roto del cable del verano anterior en la helada oscuridad bajo su maraña de eslabones de hierro.

11

Batalla en el fondo del mar

Tan ansiosa estaba la flota telegráfica por reemprender su batalla contra el Atlántico que el *Albany* y el *Terrible* dejaron Newfoundland casi de inmediato, y se encontraron en mitad del océano cinco días después. El *Great Eastern* tardó un poco más en ser aprestado; 950 km del cable de 1865 y varias miles de toneladas de carbón tuvieron que ser cargados. El cable había venido en el *Medway*, el carbón en una pequeña flota de cargueros enviados desde Inglaterra, uno de los cuales había naufragado en el camino.

El 9 de agosto el *Great Eastern* y el *Medway* zarparon de nuevo, para encontrarse con el *Albany* y el *Terrible* tres días más tarde. Los dos barcos ya habían marcado con boyas la línea del cable perdido y entonces, «como gigantescas aves marinas con las alas plegadas, esperaron a su presa». El *Albany* había hecho un valiente intento para alzar el cable con su propia maquinaria, y había conseguido engancharlo y acercarlo a la superficie antes de que volviera a perderse en las profundidades.

El *Great Eastern* se detuvo a unos pocos kilómetros de la línea de balizas y lanzó su arpeo y su cabo de 3 cm de grosor. Cuando llegó al fondo, empezó a acercarse a las boyas, con la esperanza de que, después de uno o dos barridos, el cable fuera enganchado. Pero no fue tan fácil. Una y otra vez el *Great Eastern* pasó de un lado a otro sin resultado. A veces Cyrus Field iba a la proa, se sentaba sobre el cabo, y decía según sus vibraciones que el arpeo estaba arrastrándose sobre el lecho marino 3.200 m más abajo. El suelo oceánico

demostró ser blando limo. Cuando el cabo bajaba, cien o doscientas brazas del final se arrastraban sobre el suelo, y cuando subía, estaba cubierto con limo, muy fino y blando como barro, cubierto de conchas diminutas. Pero no todo era limo en el fondo del mar, ni siquiera en esta llanura. Había rocas ocultas en aquella amplia llanura. A veces la tensión del dinamómetro subía bruscamente tres o cuatro toneladas, y bajaba de nuevo, como si el arpeo hubiera sido prendido y se hubiera roto. Una vez subió con dos de sus garfios doblados, como si hubiera entrado en contacto con una gran roca...

El cable no fue enganchado hasta la noche del 16 de agosto. Por la mañana fue izado a la superficie, y brotó un gran aplauso cuando el tesoro perdido de la compañía regresó a la luz del día.

A todos nos sorprendió el hecho de que la mitad del cable estaba cubierta de limo, manchada de un blanco fangoso, mientras la otra mitad estaba en el estado en que dejó el tanque, lo que demuestra que yació en la arena sólo medio cubierto. La tensión del cable lo

había torcido, y parecía que había sido pintado en espirales blancas y negras...

Por desgracia, el cable había quedado debilitado por la tensión al alzarlo, y antes de que pudiera ser asegurado de forma adecuada se rompió y volvió a caer al mar. Había sido visible sólo durante cinco minutos, como para burlar a sus buscadores. Casi parecía que la suerte de la expedición había cambiado una vez más. Día tras día, la búsqueda continuó sin éxito. A veces el cable era enganchado, pero siempre se rompía.

Hubo una amarga decepción cuando el *Albany* consiguió subir un extremo a bordo... sólo para descubrir que lo hacía con demasiada facilidad. Simplemente había capturado un fragmento de 3.700 m de largo, desprendido en anteriores intentos de izarlo.

Los suministros empezaban a acabarse, y el *Terrible*, que llevaba un mes en el mar, tuvo que regresar a la base. Su tripulación estaba ya a base de media ración, pero el capitán ordenó dar media vuelta con reluctancia, «lamentando su destino, como un valiente oficial a quien le ordenan retirarse en mitad de la batalla».

A finales de agosto, los barcos restantes decidieron intentar nuevas tácticas. Avanzaron 160 km hacia el este, internándose en aguas algo más profundas, y lanzaron el arpeo por trigésima vez. Otra vez fue prendido el cable... pero esta vez lo alzaron sólo la mitad del trayecto hasta la superficie y lo dejaron allí con balizas, mientras el *Great Eastern* se desplazaba unos cuantos kilómetros y lanzaba otra vez el arpeo. Ahora que el cable estaba asegurado en dos puntos, la tensión no era tan grande, y después de tirar con paciencia durante veinticuatro horas, el gran premio fue por fin izado a bordo.

De inmediato el extremo fue llevado a la sala de los técnicos en electricidad, el núcleo fue desnudado, y se conectaron los instrumentos para ver si Irlanda estaba aún al otro extremo de la línea. Era posible que todos aquellos duros esfuerzos fueran en vano si el cable había desarrollado un defecto en su longitud, o hubiera resultado dañado de algún modo durante el año que había estado sumergido. Una silenciosa multitud se agrupó para esperar el veredicto; de los muchos momentos de tensión que había conocido el *Great Eastern*, éste era quizás el más dramático. Como describe Henry Field:

... la habitual tranquilidad de la sala de pruebas aumenta, el tictac del cronómetro se hace monótono. ¡Pasó casi un cuarto de hora, y todavía ninguna indicación! De repente el sombrero del técnico vuela, y el hurra británico estalla de sus labios, resuena por toda la cubierta con una andanada de vítores. Por toda la cubierta, por todo el barco, el reprimido entusiasmo rebosa; e incluso antes de que la sala de pruebas quede despejada, los rugientes bravos de nuestros cañones ahogaron los hurras de la tripulación, y el zumbido de los cohetes se oyó en el claro aire de la mañana para saludar a nuestros barcos-consorte con la alegre

inteligencia...

La escena al otro extremo del cable fue menos exuberante aunque, a su modo, igual de conmovedora. Ha sido maravillosamente descrita en el *Spectator*:

Noche y día, durante todo un año, un técnico ha estado siempre de guardia, observando el diminuto rayo de luz a través del cual se dan las señales, y dos veces al día ha sido probada la conductividad y el aislamiento de todo el cable (2.000 km). El objeto de la observación del rayo de luz no fue por supuesto la espera de ningún mensaje, sino simplemente mantener un registro adecuado del estado del cable. A veces, de hecho, llegaron mensajes descabellados e incoherentes de las profundidades, pero no eran más que el resultado de tormentas magnéticas y corrientes de tierra, que deflectaron con rapidez el galvanómetro, y propiciaron las palabras más extraordinarias y a veces incluso frases sin sentido. De repente, un domingo por la mañana, mientras el señor May vigilaba la luz, observó una peculiar indicación, que demostró de inmediato a su ojo experimentado que estaba próximo un mensaje. En unos pocos minutos el inestable centelleo adquirió coherencia, y el cable empezó a dar señales exactas en vez de los signos apresurados, el habla rota y los gritos inarticulados del inculto Atlántico. Después de un largo intervalo en el que no nos trajo más que los caprichosos y a veces delirantes murmullos del mar, las palabras «Canning a Glass» debieron de parecer las primeras palabras racionales murmuradas por un paciente febril, cuando los espasmos han cesado y su consciencia regresa.

Se hizo el empalme, y el *Great Eastern* se volvió una vez más hacia el oeste. Esta vez, todo el mundo pudo seguir su avance. El barco podía hablar con Europa a través del cable que estaba tendiendo; Europa podía hablar con Norteamérica a través del cable que ya estaba tendido. Hubo escenas de tremenda excitación en Heart's Content cuando, a pesar de un encuentro con una severa tormenta, el *Great Eastern* llevó su segundo cable transatlántico sólo cuatro semanas después de haber llegado con el primero. La larga y agotadora batalla había terminado. Desde ese día, Norteamérica y Europa nunca han estado fuera de contacto más de unas cuantas horas seguidas.

El rey de los mares, completado su triunfo, se volvió de nuevo hacia el este. El primer barco que superaría su tamaño estaba todavía a cuarenta años en el futuro, y muchos recuerdos debieron de pasar por la mente de Cyrus Field cuando se despidió de sus amigos. «Mientras bajaba del barco, el comandante gritó “¡Denle tres hurras!” “¡Y tres más por su familia!”. Los resonantes vítores de la valiente tripulación fueron los últimos sonidos que oyó. Las paletas del *Great Eastern* empezaron a moverse, y ese noble navío, con su noble compañía, partió hacia Inglaterra».

La palabra «noble» era apropiada. La reina Victoria, quien junto con el Príncipe Consorte siempre había estado enormemente interesada en el proyecto, nombró de inmediato caballeros a Thomson, Glass y Canning, así como al capitán Anderson.

Daniel Gooch se convirtió en barón, igual que Lamson, presidente ejecutivo de la Atlantic Telegraph Company. Tal vez no deberíamos ser criticones, ya que hubo suficientes honores para todos, y todos lo merecían; pero parece un poco extraño que se concedieran distinciones más altas a los hombres que proporcionaron el dinero que a los que hicieron el trabajo.

Lo bien que lo habían hecho quedó demostrado por un famoso experimento llevado a cabo en Valentia por el experto técnico Latimer Clark unas semanas después de que el segundo cable fuera tendido. Dio la orden de que se conectaran los dos extremos del cable de Newfoundland, proporcionando así un circuito submarino de más de 6.400 km de longitud. Y a través de esos 6.400 km pudo enviar señales claras, usando como fuente de energía una batería hecha con el dedal de plata de una dama que contenía unas cuantas gotas de ácido. Por desgracia, no hay ningún registro de lo que pensó el doctor Whitehouse, cuyas bobinas de inducción de 2 m estaban ahora criando polvo, ante esta definitiva refutación de sus teorías de fuerza bruta.

Nunca llueve a gusto de todos; el logro de la telegrafía transatlántica dio un golpe mortal a una empresa poderosa y ahora olvidada al otro lado del globo. El proyecto del coronel Shaffner para una línea vía Groenlandia ya ha sido mencionado en el capítulo 8; no llegó a nada, pero un plan alternativo mucho más grandioso estaba en marcha cuando el *Great Eastern* regresó triunfal a Inglaterra: la llamada «Línea Terrestre a Europa», un circuito telegráfico que se extendía desde Norteamérica a través de la Columbia Británica, Alaska, Siberia y Rusia. En vez de 3.200 km de cable submarino habría 25.700 km de línea terrestre; el estrecho de Bering, por supuesto, no presentaba ningún problema serio.

Convencida de que el cable atlántico, aunque pudiera ser colocado, no sería económico, la Western Union Company empezó a trabajar en la Línea Terrestre en marzo de 1864. Fletó barcos, organizó expediciones de tierra y llevó a cabo exploraciones en las yermas y despobladas regiones por las que pasaría el telégrafo. Tres años de esfuerzos y tres millones de dólares fueron invertidos en el proyecto. Los ingenieros y trabajadores estaban todavía entusiasmados a pesar de las penalidades que habían soportado, cuando un barco que pasaba llevó la noticia a su remoto campamento siberiano de que ahora no había uno, sino dos cables conectando Europa con Norteamérica.

Robert Luther Thompson, en su trabajo histórico *Wiring a Continent*, narra de forma amena la forma cómo se derrumbó el gran proyecto:

Abrieron una especie de bazar internacional y se dispusieron a acabar con los materiales sobrantes de la mejor manera posible. Redujeron el precio del cable telegráfico hasta que ese lujo estuvo al alcance de la más pobre familia de Korak. Inundaron el mercado con picos y palas, que aseguraron a los nativos servirían para enterrar a los muertos, y entonces les vendieron pepinos en salmuera helados que, garantizaron, fortalecerían la salud de los vivos. Enseñaron a los nativos a hacer bebidas refrescantes y

bizcochos calientes, para crear una demanda de sus zumos de lima y su levadura sobrantes. Dirigieron todas sus energías a la creación de necesidades artificiales en aquella comunidad, antaño feliz y contenta. Pero al final el mercado se negó a absorber más picos y soportes; el cable telegráfico no hacía redes de pesca tan buenas y arneses para los perros como los norteamericanos predecían, y el zumo de lima, incluso cuando se bebía fuera de los contenedores de cristal, bien teñido de verde, no parecía apropiado para la mente aborígen...

Así, como un ejército derrotado deja sus posesiones en el campo de batalla, los trabajadores e ingenieros regresaron a casa. Sin embargo, aunque fracasaron en una empresa, habían conseguido algo de igual importancia. Habían abierto la Columbia Británica, y habían atraído la atención de Estados Unidos hacia la región, hasta entonces ignorada, conocida por la «América rusa». El año en que la Línea Terrestre fue abandonada, el territorio sobre el que habría pasado fue adquirido a Rusia, principalmente por la instigación del secretario de Estado Seward, quien tuvo que enfrentarse con tanta oposición en el Congreso como la que encontraron Cyrus Field y el cable atlántico diez años antes; pero ahora se reconoce que Estados Unidos hizo un buen negocio cuando compró Alaska por 7.200.000 dólares.

En cuanto a Cyrus Field, la gran obra de su vida estaba ahora completa, aunque sólo tenía cuarenta y siete años. La forma en que vio esa obra se demuestra mejor con sus propias palabras, en un discurso que dio en el banquete ofrecido en su honor por la Cámara de Comercio de Nueva York el 15 de noviembre de 1866. Son todavía tan válidas como cuando fueron pronunciadas hace más de un siglo:

Como el telégrafo atlántico nos proporciona relaciones más cercanas con Inglaterra, puede producir una mejor comprensión entre los dos países. Las palabras de censura contra Inglaterra saldrán de otros labios, no de los míos. He recibido demasiada amabilidad de los ingleses para unirme a este lenguaje. He comido su pan y bebido su vino, y he recibido de ellos, en las horas más sombrías de esta empresa, palabras de ánimo que nunca olvidaré; y si alguna palabra mía puede producir paz y buena voluntad, no la escatimaré. Norteamérica con toda su grandeza ha surgido de las entrañas de Inglaterra, y aunque a veces haya habido peleas familiares, en nuestros corazones sigue habiendo amor por nuestro antiguo hogar, la tierra de nuestros padres; y quien busque pelea entre dos naciones que son una en raza, en lengua y en religión es un enemigo de su patria y de la raza humana.

El año siguiente a la apertura del cable, el Congreso enmendó su antiguo tratamiento y concedió a Field un voto unánime de agradecimiento y una medalla de oro... que debido a la estupidez de un empleado del gobierno tardaría varios años en llegarle. Había conseguido la fama en su propio país, al que también sirvió de muchas otras formas. Después de la guerra civil, ayudó a suavizar las controversias que se

desarrollaron entre Inglaterra y Estados Unidos, y cuando el presidente Garfield fue asesinado en 1881 Field creó la fundación que recogió 362.000 dólares para sus familiares. Unos cuantos años más tarde intentó lanzar una suscripción de ayuda a Grant, entonces enfermo y con problemas financieros, pero una carta del orgulloso general lo detuvo.

Estos actos son prueba de la generosidad de Field, y es triste decir que en sus últimos años de vida le asaltaron problemas monetarios y personales. Cuando tenía más de setenta años, descubrió que algunos de sus socios habían devaluado sus acciones, y que sólo le quedaban unos pocos miles de su otrora considerable fortuna. Sin embargo, dos años antes de su muerte, sucedida en 1892, a la edad de setenta y tres años, tuvo la felicidad de celebrar sus bodas de oro rodeado de sus siete hijos y numerosos nietos.

Hay pocos hombres que hayan logrado tanto ante obstáculos tan abrumadores. Y lo hizo sin la implacable brutalidad que caracterizaba a muchos de los otros financieros de la época. Según uno de sus contemporáneos, era a la vez visionario y caballeroso, pero a causa de su propia sinceridad a veces subestimaba el egoísmo y la ingratitud de los demás.

Sir William Thomson, por otro lado, adquiriría aún más fama después de que el cable de 1866 fuera colocado. Cuatro años más tarde consiguió crear un instrumento que registraba de forma automática incluso las señales más débiles, para que hubiera un registro permanente grabado. Es difícil imaginar cuál debió de ser la tensión de los empleados de telégrafos antes de que este problema fuera resuelto: tenían que permanecer sentados durante horas seguidas, contemplando un punto de luz titilando de un lado a otro... y si apartaban los ojos un momento se perdía una palabra o una letra. No es sorprendente que uno de los testigos de la investigación de 1861 declarara que las discusiones entre los operadores eran una seria causa de tiempo perdido, pues los empleados a veces se volvían tan irritables que se negaban a trabajar.

En su previo galvanómetro de espejo, Thomson había utilizado un rayo de luz para proporcionar un señalizador sin peso y sin fricción; ahora produjo una pluma sin fricción. El corazón de su grabador de sifón era un tubo de cristal muy fino, curvado en forma de U. Un extremo se introducía en un frasco de tinta, mientras que el otro se sostenía a una fracción de pulgada por encima de una cinta de papel móvil. No había contacto físico, ni fricción, entre pluma y papel; la tinta estaba electrificada, de forma que el papel la atraía y saltaba la distancia sin producir ningún roce mientras la pluma escribía sus puntos y rayas en forma de una continua línea temblorosa. Este duradero instrumento todavía se usaba bien avanzado nuestro siglo.

Thomson sacó buen provecho a sus inventos; no es ninguna coincidencia que el año en que produjo su grabadora de sifón también comprara su yate Lalla Rookh. Después de eso pasó gran parte de su tiempo en el mar, a menudo probando más inventos. Uno de los más importantes fue un nuevo método de hacer mediciones

submarinas, usando cuerda de piano en vez de las cuerdas de cáñamo que se empleaban con anterioridad. Los sondeos podían ahora hacerse mientras un barco estaba en marcha, pues el fino cable era mucho menos afectado por el tirón del agua. Thomson no era un marino teórico; una vez surcó el golfo de Vizcaya usando sólo su nueva máquina sondeadora, que ni siquiera ha dejado obsoleta el moderno sonómetro. Y revolucionó el diseño de la brújula de los marineros, a pesar de la habitual oposición de los lores del Almirantazgo.

También es agradable anotar que las actividades telegráficas de Thomson le produjeron felicidad personal además de riqueza. Era viudo cuando conoció a su segunda esposa en una expedición para tender un cable a Sudamérica. A lo largo del siglo diecinueve su fama fue aumentando. En 1892 fue nombrado lord Kelvin de Largs, y cuando murió en 1907 su larga vida había abarcado el golfo casi inimaginable entre la primera locomotora de vapor y el primer aeroplano. Sin embargo, durante todo este tiempo (aunque nunca llegó a saberlo), había estado enfrascado en una búsqueda inútil. Hasta el final se esforzó por comprender el universo en términos mecánicos; era casi como si esperara que algún día la ciencia pudiera producir a través de la ingeniería un mapa del átomo.

Hoy sabemos de la futilidad de ese sueño: sólo una docena de años después de que lord Kelvin de Largs fuera enterrado en la abadía de Westminster, la primera prueba con éxito de la Teoría de la Relatividad demostró que el universo es un lugar mucho más extraño de lo que imaginaba.

Un cinturón alrededor de la Tierra

Con dos cables submarinos funcionando a través del Atlántico, no podía haber más dudas sobre el futuro de este método de comunicación. A partir de 1866, los cables se extendieron a gran velocidad por los mares y océanos del mundo. En 1869 el *Great Eastern* tendió su tercer cable atlántico, esta vez de casi 4.800 km de largo, entre Francia y Estados Unidos. En 1870, Gran Bretaña y la India quedaron unidas (de nuevo por el *Great Eastern*), y los fracasos de una década anterior quedaron redimidos. Antes, los telegramas tardaban una semana en llegar a la India por la ruta de tierra, y con frecuencia llegaban en un estado indescifrable después de haber sido repetidos por empleados de muchas nacionalidades diferentes. El cable submarino evitaba todos los problemas lingüísticos y políticos, y Londres podía ahora obtener una respuesta de Bombay en cuestión de minutos. Un año después, en 1871, se llegó a Australia a través de Singapur, y en 1874 se colocó el primer cable a través del Atlántico Sur, conectando Brasil con Europa vía las islas de Madeira y San Vicente. Antes de terminar su carrera, el *Great Eastern* colocaría cinco cables atlánticos.

Pocas cosas son más aburridas que un recuento del éxito continuo e ininterrumpido; cuando la flota telegráfica ancló en Heart's Content el 27 de julio de 1866, los días aventureros de los pioneros habían acabado, y con ellos la excitación que engendraban. A partir de entonces la historia fue sobre todo de un sencillo desarrollo comercial, como demuestra el hecho de que cuando terminó el siglo se habían colocado no menos de quince cables a través del Atlántico Norte. Los cables de 1865 y 1866 duraron cinco años antes de que tuvieran que ser reparados, pero secciones del cable de 1873 de Irlanda a Newfoundland estaban todavía en funcionamiento después de más de un siglo de servicio. Una vez que un cable bien diseñado ha sido colocado en aguas profundas, hay muy pocas cosas que pueden impedir que funcione, y sin contar los accidentes su lapso natural de vida se mide por décadas. Pero como veremos en el siguiente capítulo, los accidentes pueden darse y de hecho se dan en el lecho del océano.

La misma longevidad del cable submarino (casi sin precedentes para ningún artilugio técnico), ha actuado en cierto modo como freno para el progreso de la telegrafía a larga distancia. Cuesta muchos millones tender un cable transoceánico, y aunque alguien invente uno mucho mejor diez años más tarde, hay poca incentivo para abandonar una pieza de equipo que puede estar medio siglo en funcionamiento. Durante sus primeros cien años, como veremos más tarde, hubo sólo tres mejoras importantes en el diseño de los cables submarinos; fue el equipo transmisor y receptor el que cambió hasta ser irreconocible, de los días en que un telegrafista tecleaba a un extremo de la línea y otro observaba una aguja o un punto de luz bailando en el otro extremo.

En los días de la operación manual, los mensajes tenían que ser anotados y repetidos en cada estación a lo largo del cable; podía haber seis o más repeticiones en una línea larga, con todas las posibilidades de error y retraso que representaban. Había obviamente una urgente necesidad de crear un aparato que recibiera de forma automática las señales tal como llegaban de una sección del cable y las transmitiera a su vez, como si fueran nuevas, a la siguiente, por muy débiles y distorsionadas que pudieran llegar.

Ampliar o magnificar la señal de llegada (aunque hubieran sabido cómo hacerlo en 1870) no era suficiente, porque eso también ampliaría las imperfecciones que la señal hubiera recogido durante su viaje a través de la línea. Después de dos o tres etapas, sería imposible distinguir un punto de una raya.

Lo que se necesitaba era un instrumento que pudiera ejecutar las mismas funciones que los relés humanos, los telegrafistas. Reconocían si la señal que llegaba era un punto o una raya, y enviaban una señal nueva si habían hecho una identificación adecuada.

Hasta los años veinte de nuestro siglo no hizo su aparición un instrumento capaz de hacer eso. Su nombre, el «regenerador», describe su función a la perfección. Escrutaba cada impulso que venía en la línea, decidía si era un punto o una raya y luego hacía un nuevo punto o una raya que no era sólo una mera copia del que llegaba, sino material completamente nuevo.

En este punto, hay que explicar que aunque las compañías telegráficas todavía emplean el código Morse (además de otros códigos), los términos «punto» y «raya» son algo confusos, pues los dos elementos básicos del código no se distinguen ya por su longitud. Cuando un boy scout envía señales en Morse con su linterna o haciendo sonar una bocina, emplea los anticuados puntos y rayas, y un SOS viene a ser algo así como:

Dit Dit Dit Da Da Da Dit Dit Dit

o

Flick Flick Flick Flash Flash Flash Flick Flick Flick,

donde las rayas duran alrededor del doble que los puntos. Esto no es económico ni conveniente para el funcionamiento automático, y en el código normal por cable un punto dura tanto como una raya. Se distinguen convirtiendo al punto en un pulso de corriente negativa, y la raya de positiva. Así, un SOS en código por cable sería, en términos de una aguja móvil o un punto de luz

Izquierda Izquierda Izquierda Derecha Derecha
Derecha Izquierda Izquierda Izquierda

Cuando, por ejemplo, se envía un mensaje desde Londres a Hong Kong, puede que pase a través de una docena de regeneradores antes de alcanzar su destino aproximadamente un segundo más tarde. En cada estación intermedia (Porthcurno en Cornualles, Caravelos en España, Gibraltar, Malta, Alejandría, Suez, Port Sudan, Aden, las Seychelles, Colombo, Penang, Singapur) todos los puntos y rayas habrán sido escrutinizados y repetidos más rápido de lo que el ojo puede observar las máquinas funcionando. Y hoy no hay ni siquiera un operador humano al extremo de la línea; el mensaje se imprime de forma automática en una cinta de papel, se pega a un impreso de telegrama y se entrega al interesado.

Uno de los más importantes desarrollos en los primeros días de la telegrafía submarina fue el modo de enviar señales simultáneas en cada dirección, un truco útil que casi dobló la capacidad del circuito. Esto se conoce por operación dúplex, y como muchas otras hazañas eléctricas parece algo milagroso hasta que te muestran cómo se hace. El secreto se encuentra en hacer que el receptor de tu extremo de la línea sea insensible a los impulsos que estás transmitiendo, mientras que sigue siendo capaz de detectar las señales que llegan. Cuando uno se para a pensarlo, se advierte que la naturaleza ha hecho exactamente lo mismo con nuestro sentido del oído. Cuando hablamos, no podemos oír nuestra propia voz excepto como un leve fantasma del original, como demuestra ampliamente el hecho de que nadie reconoce una grabación de sí mismo. Pero podemos oír a otra persona hablar, aunque estemos hablando al mismo tiempo. Lo mismo sucede con los instrumentos telegráficos que operan en un circuito dúplex.

El siguiente desarrollo, que en algunos aspectos parece todavía más notable, fue el funcionamiento multiplex, donde varios mensajes podían ser enviados en la misma dirección al mismo tiempo. Así, un cable puede transmitir ocho mensajes separados de forma simultánea, cuatro en cada dirección. Una vez más, el truco fue simple, aunque como es normal la aplicación práctica fue mucho más difícil que la teoría. Un rápido interruptor conectaba por turnos la línea a cada uno de los instrumentos transmisores; cada uno usaba la línea durante una fracción de segundo, y luego ésta pasaba al siguiente transmisor. En el otro extremo, los instrumentos receptores se conectaban y desconectaban al mismo ritmo. Es como si cuatro personas con un solo teléfono hicieran turnos para hablar con otras cuatro personas al otro lado del hilo, hablando por ejemplo un minuto en estricta rotación. Con el uso de estas técnicas, fue posible en los años treinta enviar hasta cuatrocientas palabras por minuto por el más moderno de los cables atlánticos. Esto es aproximadamente un centenar de veces superior a lo que podía hacer el cable de 1858, incluso en aquellos raros momentos en que funcionaba bien.

Uno de los resultados de la rápida expansión del sistema telegráfico submarino sobre la faz del globo fue que algunos lugares muy extraños y remotos, que con anterioridad no fueron más que nombres en el mapa (y a veces ni siquiera eso), de repente adquirieron un gran valor comercial y estratégico. Ya que la velocidad de

funcionamiento de un cable decrece con rapidez a medida que aumenta su longitud, es importante que todas las secciones sean lo más cortas posible, enlazándolas con los relés o regeneradores ya descritos.

Por desgracia, no hay ninguna isla adecuada en mitad del Atlántico para comodidad de las compañías de cables (ni las aéreas). El primer circuito directo entre Inglaterra y Estados Unidos (el TAT-3) no se estableció hasta 1963. Por razones que quedan claras al mirar un globo terráqueo en vez de un mapa, durante mucho tiempo los cables prefirieron tomar la ruta corta del norte vía Newfoundland, o dirigirse al sur y detenerse en Fayal en las Azores antes de continuar su viaje.

Puntitos de tierra tan remotos como Ascensión en el Atlántico Sur, Fanning, Guam y Midway en el Pacífico, y Cocos en el océano Índico se han convertido en encrucijadas de las comunicaciones mundiales tan sólo por su posición geográfica. Más de una vez han resultado ser atolones de coral que no parecían servir más que para objetivo militar.

El ejemplo clásico en la Primera Guerra Mundial fue la isla de Cocos, punto de encuentro de los cables de Sudáfrica, las Indias Orientales y Australia. El 9 de noviembre de 1914 el crucero alemán Emden desembarcó un grupo en Cocos para destruir la estación y cortar los cables. Fue una victoria pírrica: antes de que la línea muriera, la estación transmitió la alarma que lanzó rápidamente al ataque al crucero australiano Sydney. El Emden fue hundido, en la primera batalla naval importante de la guerra de 1914-1918, lo que animó tanto la moral de los aliados como la batalla del Río de la Plata veinticinco años más tarde.

En la Segunda Guerra Mundial los japoneses intentaron repetir la operación cuando uno de sus barcos de guerra asedió la isla el 3 de marzo de 1942. Quizá recordando el destino del Emden, el buque incursor no se quedó a ver si la estación había sido destruida, y así los británicos pudieron elaborar un farol que mantuvieron hasta el final de la guerra. El circuito estaba todavía intacto, pero se enviaron mensajes por radio a las estaciones adyacentes, en inglés claro e interceptables, ordenándoles que destruyeran sus instrumentos porque Cocos había quedado puesta fuera de circulación para siempre. Al mismo tiempo, por supuesto, se enviaron órdenes por cable diciéndoles que no hicieran nada de eso y que ignoraran las instrucciones por radio. Y así los japoneses no volvieron a molestar a la indefensa Cocos hasta el final de la guerra.

Además de las estaciones, los cables han sido objetivos principales durante ambas guerras mundiales. En 1939, los alemanes sólo poseían dos cables propios, uno desde Emden a las Azores, y el otro desde Emden a Lisboa. Ambos fueron cortados de forma rápida y eficaz a las veinticuatro horas de iniciarse la contienda, en el primer movimiento de una batalla de inteligencias que continuaría en el fondo del mar durante los siguientes seis años.

No es difícil cortar un cable si se conoce su posición aproximada; todo lo que hay que hacer es pescar a la rastra en ángulo recto hasta que lo enganchas. Entonces se

tiene la oportunidad de cortarlo, usando las tenazas especiales que han sido diseñadas para hacerlo, o izarlo a la superficie y tal vez aprovecharlo para tu propio uso. Es obvio que esto sólo es posible si tienes dominio sobre los mares y puedes proteger tu barco-cable de los ataques enemigos. Si no es éste el caso, tendrás que hacer el trabajo desde un submarino; una operación semejante se llevó a cabo en 1945 cuando el XE4, un submarino de bolsillo británico, cortó los cables Saigón-Singapur y Saigón-Hong Kong.

Esta hazaña (una de las operaciones más notables de la guerra), fue ejecutada por dos buzos, los subtenientes K. M. Briggs y A. K. Bergius. Su diminuto submarino de cuatro plazas fue remolcado hasta la zona por un submarino mayor, y entonces continuó su rumbo a pocos pies sobre el fondo, arrastrando un arpeo.

Después de varios intentos, los cables fueron enganchados, y los buzos salieron del submarino con tenazas. Fue una operación arriesgada, pues trabajaban en una fuerte corriente a una profundidad donde puede producirse envenenamiento por oxígeno. Pero cortaron los cables, y se llevaron trozos de recuerdo. Para causar la máxima molestia al enemigo, hay que cortar el cable en varios lugares, de forma que cuando reparen con éxito una rotura descubran que aún tienen que localizar y empalmar todavía más. No obstante, el mejor truco de todos es cortar el cable de forma que sus instrumentos no demuestren dónde está el corte.

En los primeros días de la colocación de cables se elaboraron técnicas para localizar la posición aproximada de los fallos, de forma que los barcos de reparaciones no tuvieran que ir buscando a ciegas por el fondo del mar durante cientos de kilómetros. En el caso de un cable que tiene una clara rotura, de forma que su conductor tiene un cortocircuito, el problema es particularmente simple. La resistencia eléctrica de cualquier cable se sabe cuando se coloca, y si una sección se corta, la resistencia del trozo que queda se reducirá en proporción. Una medida hecha en cualquier punto del cable, seguida por un poco de aritmética simple, demostrará la localización de la rotura (sin embargo, otros tipos de fallos pueden ser mucho más difíciles de localizar).

Los lectores con suficiente mente antisocial habrán deducido ya que un cable submarino puede ser sabotado de forma que sea imposible localizar la rotura con pruebas eléctricas. En vez de dejar un trozo cortado en el mar, se puede unir el extremo del cable a una «resistencia falsa» que sea eléctricamente equivalente a la longitud cortada. Las pruebas demostrarán entonces que el cable es igual de largo que siempre... pero no transmitirá ninguna señal.

Una cosa es cortar los cables del enemigo, pero sería aún mejor poder intervenirlos y leer sus mensajes. A primera vista (sobre todo en estos días de teléfonos intervenidos), parece un problema bastante simple, al menos en aguas poco profundas. No obstante, en la práctica sería enormemente difícil que un submarino interpretara el torrente de impulsos eléctricos que pasan por un cable moderno, aunque pudiera intervenirlos. Y tras haber ejecutado una hazaña casi imposible,

seguiría siendo necesario transmitir la información a la base.

No he podido encontrar ninguna prueba de que los cables submarinos hayan sido intervenidos con éxito, y algunos ingenieros de telégrafos sostienen que es imposible. Aunque esto no sea del todo cierto, es verdad que la seguridad del sistema de cables submarinos nunca ha sido seriamente amenazada. En tiempo de guerra, todas las señales secretas tienen que ir por cable; después de un centenar de años, los cables de cobre extendidos por el lecho del océano siguen siendo los mensajeros más seguros que la humanidad ha descubierto.

Los desiertos de las profundidades

Antes de la aparición de la telegrafía submarina, no se sabía nada del estado de las profundidades oceánicas. Para quienes pensaban en el tema, el profundo mar era un lugar de completo misterio, poblado por monstruos horribles y cubierto con los restos de naufragios y el tesoro de siglos. Era algo tan remoto e inalcanzable como la cara oculta de la Luna.

El panorama cambió en cuanto los hombres intentaron tender los primeros cables en el mar abierto, pues entonces adquirió importancia vital recopilar conocimientos sobre este reino invisible que cubre más de la mitad del mundo. Los barcos telegráficos tenían que conocer la profundidad del agua bajo sus quillas, así como el tipo de terreno sobre el que navegaban, a veces tan alto como una nube sobre la superficie de la Tierra. Sus capitanes tenían que estar seguros de que sus cables no se enredaban o caían por precipicios o montañas insospechados; también era importante saber si el lecho marino estaba cubierto de rocas o tenía cualquier otra peculiaridad que pudiera afectar al funcionamiento del cable, o imposibilitar su rescate si había algún fallo.

Cuando el teniente Maury empezó a recopilar material para su *Physical Geography of the Sea*, sólo se habían hecho ciento ochenta sondeos en el Atlántico, más allá de las aguas poco profundas de la placa continental. Esto se debía en parte a que nadie tenía un especial interés, y en parte porque bajar y subir varios kilómetros de pesado cable era un asunto tedioso que consumía mucho tiempo. Los sondeos en aguas profundas no fueron practicables hasta que los tornos de vapor pudieron izar los cables con rapidez y sin esfuerzo; no es ésta la primera vez que un simple invento mecánico ha tenido importantes e inesperadas repercusiones científicas.

A partir de 1854, los sondeos empezaron a aumentar en los océanos del mundo, y se diseñaron métodos para recoger especímenes del lecho marino por medio de ingeniosos garfios y rastrillos. Estas técnicas han culminado en máquinas que pueden subir a la superficie muestras de varias decenas de metros, proporcionando a los geólogos millones de años de historia submarina.

La invención de estos nuevos instrumentos, el rápido desarrollo de los cables de profundidad, y el gran estímulo dado a los estudios biológicos por el Origen de las especies de Darwin, produjeron la primera gran expedición oceanográfica, el clásico viaje del *HMS Challenger*. Entre 1872 y 1875 la corbeta de 2.306 toneladas con su motor auxiliar de 400 caballos de vapor circunnavegó el mundo, extrayendo un volumen de conocimientos que nunca ha sido superado. La expedición fue una aventura conjunta de la Royal Society y la Marina británica, y aunque sólo había seis científicos civiles a bordo, dirigidos por el profesor C. Wyville Thomson, fueron ayudados habilidosamente por oficiales de la Armada muy bien cualificados. Los

resultados de su trabajo llenaron cincuenta gruesos volúmenes, que todavía son una mina de información marina.

El principal resultado de la expedición del Challenger revolucionaría las ideas sobre la vida en los abismos oceánicos. La imaginación popular llenaba las profundidades de monstruos, pero los científicos de principios del siglo diecinueve opinaban lo contrario. Nada podía vivir en medio de una oscuridad total, a una temperatura de sólo unos pocos grados por encima del punto de congelación y, lo peor de todo, a una presión de varias toneladas por centímetro cuadrado.

El Challenger demostró que los científicos estaban equivocados. Había vida en las más grandes profundidades que las sondas y redes podían alcanzar. Era carnívora, pues ninguna vegetación podía existir a miles de metros por debajo del alcance de los últimos rayos de luz, y la única fuente de alimento era la incesante lluvia de residuos biológicos de los niveles superiores del océano^[9]. Sobre esto, y unos de otros, se cebaban legiones de seres de pesadilla, dragones diminutos, peces que podrían engullir criaturas varias veces superiores a su propio tamaño, calamares fosforescentes, tiburones con aletas alargadas que les permiten descansar como trípodes sobre el fondo del mar...

Así es la extraña vida que nada y batalla sobre los finos cables que llevan las palabras y los pensamientos de los hombres de una tierra a otra. Y una cosa es segura: incluso ahora sólo hemos entrevisto una pequeña fracción de las sorpresas del abismo, pues ¿qué podríamos saber de la vida sobre la superficie de la Tierra si nuestra única información procediera de sondeos hechos por helicópteros más allá de las nubes?

El lecho oceánico en sí estaba cubierto de un denso limo o fango que se seca como dura arcilla cuando se expone al aire. Es una suerte que esté lo bastante apiñado para soportar el peso de un cable submarino sobre su superficie, ya que si los cables se hundieran profundamente en el limo, recuperarlos para hacer reparaciones sería imposible. Este depósito está principalmente compuesto de los esqueletos de miríadas de diminutas criaturas conocidas como plancton, que hacen en el océano el mismo papel que las plantas en tierra. Son el principio de la gran cadena alimenticia que termina en los peces superiores (y a menudo en el mismo hombre); cuando mueren, sus esqueletos silíceos o de yeso, que son milagros de diseño microscópico, caen lentamente al fondo del mar, donde forman capas de millares de centímetros de grosor. De hecho, en la llanura atlántica, las capas de sedimento llegan a 3.000 m de grosor. Estos depósitos deben de haber tardado no millones sino veintenas de millones de años en acumularse. Su descubrimiento, que es bastante reciente, fue un último golpe mortal a la leyenda de la perdida Atlántida. Demuestran que ningún continente puede haber existido en el Atlántico mucho después de la época de los grandes reptiles, por tanto, eras antes de la aparición del hombre.

La interminable lluvia de diminutos esqueletos, a la que hay que añadir también el lodo de los continentes que los grandes ríos del mundo vierten en el mar, hace

tiempo que ha igualado y enterrado todas las irregularidades menores del lecho marino. Pero el suelo del océano no es una llanura sin rasgos: la marcan montañas sumergidas, trincheras y valles, y está salpicada acá y allá por misteriosas mesetas de cima plana. En medio del Atlántico se encuentra la mayor cordillera de la Tierra, de 16.000 km de largo y 800 km de ancho, que en ocasiones sale a la superficie en puntos como las Azores, donde Pico se alza a 2.100 m de altura después de surgir de aguas de 6.000 m de profundidad.

Lo que las exploraciones de 1850 revelaron fueron las montañas del norte de esta cordillera atlántica, y que el teniente Maury bautizó como «Llanura Telegráfica». Esa etiqueta es demasiado simple (aunque fue una propaganda excelente en la época); lo mejor que puede decirse sobre esta «llanura» es que no contiene ningún abismo excepcionalmente profundo que pudiera poner en peligro las operaciones del tendido de cables.

La profundidad no es ningún problema serio para un cable bien diseñado, pero cualquier irregularidad brusca sí puede ser un claro peligro, pues el cable podría perderse en un cañón submarino y quedar sujeto a una tensión que podría acabar por partirlo. Es más, en las regiones donde el lecho marino se hunde en grandes profundidades, es muy posible que se produzcan disturbios sísmicos. Las rocas de la corteza de la Tierra están sometidas a una enorme tensión en zonas inestables que a veces ceden, y el resultado es un terremoto submarino. Un caso semejante causó gran alarma en Australia en 1888, cuando tres cables al continente se rompieron a la vez y el país perdió contacto con el mundo exterior. No sin razón, se asumió que los cables habían sido cortados por un enemigo, y la marina fue movilizadada a toda prisa para enfrentarse a la esperada crisis.

El peligro de los terremotos tendría que haber sido previsto; de hecho, desde los primeros momentos se hicieron intentos para evitar tender cables por regiones donde pudiera haber actividad volcánica. Pero un peligro más sutil no fue descubierto hasta tiempos recientes, y todavía sigue siendo un misterio. El 18 de noviembre de 1929 una enorme convulsión submarina en el Atlántico Norte rompió la mayoría de los cables entre Europa y América. Pero no lo hicieron simultáneamente, sino uno tras otro, como si una perturbación avanzara por el lecho marino. Ahora se cree que lo que rompió los cables fue una «corriente de turbulencia», una avalancha submarina de agua cargada de tierra producida por el terremoto y que viajaba inicialmente a 80 km por hora. En cualquier caso, se tardaron seis meses en reparar los daños, y la pérdida de las compañías de cables superó el millón de libras.

Quizás el accidente más extraordinario sucedido a un cable submarino se produjo cerca de Balboa en abril de 1932. El barco de reparaciones *All America* fue enviado para reparar una rotura en aguas de más de mil metros de profundidad, y cuando (con considerable dificultad) izó el cable dañado la causa del problema subió con éste. Una cachalote de más de catorce metros se había enredado en los hierros, que estaban liados alrededor de su mandíbula inferior y sus aletas caudales y dorsales.

Esto fue muy molesto para la compañía (por no mencionar a la desgraciada ballena), pero proporcionó una información valiosísima sobre las costumbres de estos grandes animales. Se sabe que el cachalote se alimenta de calamares gigantes, que caza en la oscuridad a lo largo del lecho oceánico, pero muchos naturalistas consideraban difícil creer que un mamífero que respira aire pudiera descender tantos miles de metros en busca de su presa. Sin embargo, hubo una ballena que estableció un récord de inmersión de 987 m antes de encontrar a un enemigo a quien no pudo conquistar, y se ahogó en la pugna subsiguiente. ¿Confundió el cable de hierro con el tentáculo de un calamar gigante? Parece posible, aunque nunca lo sabremos con certeza. Ni sabemos aún a qué profundidades pueden descender estos buzos supremos, y cómo consiguen evitar los problemas fisiológicos que limitan a los exploradores humanos.

Para tratar con todos los problemas que pueden ocurrir a los cables submarinos, una flota de barcos de reparaciones se mantiene lista y dispersa por los océanos del mundo. Son barcos pequeños (de unas 2.000 toneladas), y no tienen que transportar las pesadas cargas de sus hermanos mayores, los barcos que tienden los cables. Su trabajo es difícil y con frecuencia desagradable, pues a veces tienen que operar en las más adversas condiciones climatológicas.

Hoy, recuperar un cable dañado ya no es la empresa incierta que era en los días de la heroica hazaña del *Great Eastern*. Cuando las estaciones costeras informan de una rotura, y su emplazamiento se encuentra con la mayor precisión posible permitida por las medidas eléctricas, el barco de reparaciones se dirige al lugar y coloca una baliza para tener un punto de referencia con el que trabajar. Entonces comienzan las operaciones de arrastre con un arpeo escogido según la naturaleza del lecho marino. Si el fondo es arenoso, se usa un arpeo rígido, con garfios que se internan bajo la superficie; si el cable se encuentra sobre roca, el arpeo que se usa es una especie de serpiente flexible con ganchos en toda su longitud. En aguas profundas, donde el cable tal vez no es lo bastante fuerte para ser izado por completo, se emplea un arpeo para cortar y sostener: corta el cable en cuanto lo agarra, de forma que sólo se sube un extremo cada vez.

Es posible saber por los instrumentos que registran la tensión del cabo con el arpeo si un cable ha sido enganchado o no. Pero el oficial encargado tiene un modo de detectarlo mucho más sensitivo: analiza las vibraciones que suben por la cuerda sentándose sobre ella, y muchas viejas manos sostienen que esta técnica proporciona una información mucho más adecuada que ningún instrumento. Había pioneros de la aviación que sostenían ser capaces de pilotar con el fondillo de sus pantalones; los hombres de los barcos reparadores trabajaron siguiendo este principio hace ya un centenar de años.

Cuando los extremos del cable defectuoso han sido asegurados, y mientras las condiciones climatológicas cooperen, localizar el problema y empalmar una nueva sección es ya cuestión de rutina. Muchos de los cables más antiguos contienen

literalmente cientos de reparaciones; de hecho, a veces lo único que queda del cable original es su ruta.

La batalla contra la corrosión, las anclas de los barcos, perforadoras marinas, dragaminas e incluso los peces de dientes afilados es algo interminable de lo que el mundo no sabe nada. Materiales mejorados, como veremos en el siguiente capítulo, han volcado la batalla en favor de las compañías de cables, pero todo el que tiene relación con el mar debe estar siempre preparado para los problemas. A veces pueden preverse, pero en ocasiones hay accidentes que nadie en sus cabales habría imaginado. Consideren esta entrada que un operario intrigado pero poco imaginativo introdujo en el archivo de una estación telegráfica que supervisaba el mar Rojo, y recuerden que se refiere al extremo de costa de un cable, que pesaba tal vez unas diez toneladas en total: «A las ocho y cinco minutos de la mañana, el cable desapareció de pronto a través de una abertura y desde entonces no se le ha vuelto a ver».

¿Qué había sucedido? Bueno, acababan de empezar a tenderlo, y el barco estaba a menos de 1 km de la costa cuando el mecanismo expendedor se atascó. El barco continuó su rumbo... y a pesar de la tensión el cable no se rompió. Toda la línea, incluso la cabaña telegráfica, se fue detrás del barco. Es de esperar que los ingenieros, cuando regresaron al principio y empezaron a tender de nuevo el cable, tuvieran el detalle de enviar una nota de agradecimiento a sus fabricantes.

El corazón del cable

Hay dos sustancias clave sin cuya existencia el desarrollo de los cables submarinos (y de la ingeniería eléctrica) habría sido imposible. Una, el cobre, es conocido desde el principio de la civilización. La otra, la gutapercha, fue introducida en Europa menos de diez años antes del tendido del primer cable bajo el canal de la Mancha.

El cobre, bien en estado de relativa pureza o en la forma de su aleación, el bronce, fue el primer metal que el hombre aprendió a trabajar. Durante miles de años fue apreciado por sus propiedades mecánicas, aunque hoy son menos importantes que las eléctricas. Sólo la plata es mejor conductora que el cobre (cerca de un 10 % más), y usarla para cables eléctricos no es una gran proposición económica. Sin embargo, se ha hecho al menos en un caso cuando el dinero no suponía ningún inconveniente. Durante el desarrollo de la bomba atómica, fue necesario construir el mayor electroimán jamás creado para separar los isótopos de uranio. El imán tenía más de 30 m de diámetro, y proporcionar cobre para semejante monstruo habría creado una seria escasez en los suministros que Estados Unidos tenía de este material vital. Algún genio propuso por tanto utilizar la plata que había en las cámaras del Tesoro, señalando que estaría igual de segura en los confines celosamente vigilados de Oak Ridge. Así, el Tesoro entregó más de 15.000 toneladas del precioso metal para los entresijos del imán, y recibió casi el 99,9 % de vuelta cuando el separador de isótopos fue desmantelado y sus bobinas volvieron a fundirse^[10].

Es una suerte para la industria de las comunicaciones que el cobre no sea todavía tan caro como la plata; incluso así, las compañías telegráficas llevan más de cien años enzarzadas en una lucha continua contra los ladrones que se especializan en robar sus líneas para venderlas como chatarra. Ya en 1823 sir Francis Ronald, cuyo primitivo sistema telegráfico ya ha sido mencionado, advirtió claramente el aumento de este comercio parasitario y dio su consejo para tratar con la gente que pudiera excavar los cables enterrados: «Aumenten sus dificultades haciendo que la zanja sea más profunda, y si consiguieran romper la comunicación, cuélguenlos si pueden capturarlos, maldíganlos si no, y reparen de inmediato la línea en ambos casos».

Cuando se construyó el primer cable atlántico, nadie advirtió que la conductividad del cobre quedaba enormemente influenciada por la presencia de impurezas. Los contratistas suministraron lo que consideraban era el mejor grado de cobre, pero sólo les preocupaba su calibre (diámetro) y su ductibilidad. Mientras el metal fuera mecánicamente bueno, no había problema. El cobre era cobre, ¿no?

No en lo que se refiere al ingeniero eléctrico o telegráfico. Para él, el cobre con un rastro de arsénico o de azufre no es mejor conductor que el hierro. Hoy en día, podemos entrar en una ferretería y comprar, sin pensarlo dos veces, cobre más puro

que el que los científicos victorianos pudieran fabricar en sus laboratorios. El cable que transmitió los primeros mensajes a través del Atlántico habría sido rechazado con indignación por cualquier electricista de hoy.

Poder hacer que la electricidad vaya donde quieras, con un mínimo de pérdida por resistencia, es sólo la mitad del problema. Proporcionar un aislante eficiente para impedir las fugas resultó ser un problema aún más difícil en los primeros días del telégrafo, y cuesta trabajo imaginar cómo se habría desarrollado la industria si la gutapercha no hubiera aparecido en el momento exacto en que era necesaria.

Estrictamente hablando, la gutapercha no es un aislante, sino sólo un conductor muy malo. En cifras actuales, es un conductor más pobre que el cobre por un factor de 1.000.000.000.000.000.000. Esto significa, expresándolo de otra forma, que un cuadrado de gutapercha de 800.000 km de lado no dejaría pasar tanta electricidad como un pedazo de cobre de sólo 2,5 cm cuadrados, suponiendo que el grosor de cada muestra fuera igual.

La gutapercha es una sustancia mucho más familiar para nuestros abuelos que para nosotros, pues ya ha sido sustituida por los diversos plásticos sintéticos que ha producido la ciencia moderna. La goma de un árbol encontrado en las junglas de Malaya, Borneo y Sumatra, fue introducida en Europa en 1843, y sus notables propiedades fueron reconocidas de inmediato. De hecho, fue el primer termoplástico natural utilizado de forma general. Al contrario que la goma, no es elástica, sino dura y sólida a temperatura ambiente. Sin embargo, en agua caliente se vuelve maleable como la masilla, y vuelve a su dureza original con el frío. Esto hace que sea muy fácil de moldear para que adquiera cualquier forma deseada, y en 1850 una extraordinaria variedad de artículos de gutapercha salieron al mercado, como muñecas, trompetillas, «utensilios de cámara para ser utilizados en instituciones mentales», alfileres, tinteros, piezas de ajedrez «que no se romperán ni siquiera aunque se las arroje con violencia contra el suelo», y salvavidas para los viajeros oceánicos. («Ningún emigrante debería carecer de ellos pues, al final del viaje, puede usar el material para suelas de zapatos»).

Es curioso que uno de los primeros usos de la gutapercha fuese en las comunicaciones no-eléctricas, por medio de tubos para hablar. Es imposible no reírse cuando se leen los testimonios y anuncios de éstos. No sé qué daría yo por ver a la familia Barret, un día de excursión por Wimpole Street, empleando uno de los «pequeños y baratos tubos de conversación ferroviarios, que permite a los grupos conversar con facilidad y placer, mientras viajan, a pesar del ruido del tren. Puede hacerse con susurros tan bajos que no les oirán sus compañeros viajeros. Son portátiles y se doblan y pueden ser guardados dentro del sombrero». Y en los omnibuses (tirados por caballos, por supuesto), «el ahorro de trabajo a los pulmones del revisor es muy grande, pues los mensajes se dan con un tono de voz muy bajo que puede ser oído con claridad por el conductor».

Es un poco difícil imaginar a un revisor cockney hablar con un tono bajo de voz,

a pesar de las ventajas del aparato de gutapercha. Pero fue una delicia para los doctores, y uno de ellos escribió:

He hecho que pasen el tubo de mi puerta a mi dormitorio, para la transmisión de comunicaciones con mis pacientes por la noche. Lo he llevado hasta mi almohada, y puedo sostener con gran facilidad comunicaciones con el mensajero de la calle, sin tener que levantarme para abrir la puerta y exponerme al aire nocturno.

(¡Ah, ese letal «aire nocturno»! ¡Cuánto aterraba a nuestros abuelos!)

Y qué imagen de una época pasada convoca este informe:

El Aparato Auditivo Gutapercha dispuesto en la catedral de Lismore, para el uso de SU GRACIA EL DUQUE DE DEVONSHIRE, ha respondido plenamente al propósito para el que fue requerido. Los tubos van desde el púlpito hasta el banco de Su Gracia (bajo el enlosado, fuera de la vista), y aunque su longitud es de diez o doce metros, puede, con su ayuda, oír con claridad cada palabra.

Pobre duque; debió de maldecir con frecuencia la marcha de la ciencia.

Sin embargo, la gutapercha haría posible otro tipo distinto de comunicación. El gran Michael Faraday fue el primero en advertir que este nuevo material podría ser la respuesta al problema del aislamiento eléctrico en presencia del agua. La goma ya se había probado, pero se descubrió que era perecedera. El primer cable a través del canal, el de 1850, estaba recubierto de gutapercha y nada más; no había refuerzo de ningún tipo, de forma que era un alambre más que un cable. Todos los cables siguientes, durante ochenta años, fueron aislados con el mismo material o sus derivados; hasta finales de los años treinta de nuestro siglo no apareció un nuevo aislante... una vez más cuando los técnicos lo necesitaban.

El largo reino de la gutapercha terminó con un insospechado experimento de laboratorio, un ejemplo clásico de que la investigación científica pura, sin ningún pensamiento particular de una aplicación práctica, puede producir resultados revolucionarios. Durante años las compañías de cables submarinos habían intentado mejorar las cualidades eléctricas del aislante que la naturaleza había proporcionado, y habían hecho avances sustanciales. Pero en 1933 un grupo de científicos de la Imperial Chemical Industries, trabajando en un campo distinto por completo, produjo una sustancia eléctricamente muy superior a nada que se encuentre en el mundo natural, una sustancia que no sólo ha tenido profundos efectos en las comunicaciones, sino que también ha producido muchos cambios en el hogar.

Los institutos de la ICI tomaron el barato y común gas etileno (C_2H_4), y lo comprimieron a más de 1.000 atmósferas. Esta presión es superior a la que se encuentra en el fondo del más profundo océano, y el resultado fue sorprendente. El gas invisible se convirtió en un sólido pastoso, y cuando la presión fue retirada

permaneció en estado sólido. Esta nueva sustancia, que nunca había existido en el mundo antes, fue bautizada polietileno, un nombre que rápidamente fue reducido a politeno. Fue producido justo a tiempo para proporcionar los miles de kilómetros de aislamiento para radar y alta frecuencia usados en la Segunda Guerra Mundial. Era tan apreciado, y el secreto de su manufactura estuvo tan bien guardado, que en una ocasión la única fuente de politeno de los alemanes estalló a causa de los bombarderos aliados. La pequeña fábrica que producía el suministro del mundo entero tuvo así la distinción de suministrar a amigos y enemigos con esta maravillosa sustancia nueva.

Hoy, el politeno es familiar a todo el mundo en la forma de contenedores higiénicos e irrompibles y bolsas de plástico transparentes. Hacemos con él muchas más cosas que los victorianos con la gutapercha. ¿Considerarán nuestros descendientes que nuestros productos son tan divertidos como nos parecen los salvavidas de los emigrantes y los tubos de conversación de nuestros bisabuelos?

Creo que no, porque nos maldecirán por inventar materiales que la naturaleza no puede reciclar.

II

LA VOZ SOBRE EL MAR

Los cables empiezan a hablar

La mañana del 4 de agosto de 1922, todo el sistema telefónico de Estados Unidos y Canadá desconectó durante un minuto en un tributo de despedida al hombre que lo había hecho existir, y que en ese momento era enterrado en la isla de Cape Breton, Nueva Escocia. Hoy, el enlace terrestre de radio del teléfono transatlántico pasa por la misma montaña donde se halla la tumba de Alexander Graham Bell, y es igualmente apropiado que el extremo oriental del circuito esté en su Escocia nativa.

El teléfono fue tal vez el último invento simple que sacudió al mundo hecho por un aficionado trabajando con recursos limitados. A veces se ha dicho que si Bell hubiera comprendido algo de electricidad, nunca habría intentado crear un aparato tan ridículo, ya que cualquier experto real habría sabido de inmediato que no podría funcionar.

Esto es a la vez falso e injusto: Bell sabía con exactitud lo que hacía, aunque se sorprendió al descubrir que podía lograrse con medios tan simples. Si intentamos olvidar que conocemos la respuesta, y nos retrotraemos al siglo pasado, todos decidiríamos que la transmisión del habla a través de largas distancias requeriría un equipo enormemente complicado... si es que pudiese hacerse. Pues el habla humana es el fenómeno más complicado según todas las pautas, y fantástico si se compara con los simples puntos y rayas del código telegráfico. Graham Bell era más consciente de esto que la mayoría de los hombres, pues era profesor de elocución, como lo fueron su padre y su abuelo antes que él.

Cuando hablamos, lanzamos al aire una pauta rápida y continuamente variada de ondas de presión. La frecuencia (tasa de vibración) de esas ondas cubre una gama muy amplia. En el habla normal, se extiende de un límite inferior de unos 50 c/s. para un bajo grave a 5.000 c/s. para un soprano agudo; un alcance, en otras palabras, de cien a uno, o casi siete octavas.

Es más, en el habla nunca tratamos con sonidos puros y simples, como los que se obtienen con un diapasón o con una cuerda de violín. Docenas de frecuencias diferentes coexisten al mismo tiempo, y su suma increíblemente compleja compone una sola voz humana. Reconocemos las voces de los demás porque nuestros oídos pueden detectar y analizar todas esas frecuencias, igual que en una especie de análisis similar nuestro paladares saben si estamos bebiendo leche, coñac o cerveza. Si los seres humanos se comunicaran con notas musicales puras, como diapasones parlantes, podríamos intercambiar información con tanta rapidez como ahora, pero nunca sabríamos con quién estaríamos hablando, si tuviéramos que juzgar sólo por el sonido, sin la ayuda de ningún otro sentido.

Cualquier método de transmisión del habla, por tanto, requiere que una ancha banda de frecuencias sea llevada de un punto a otro sin sufrir distorsiones. Por

fortuna para el ingeniero telefónico, podemos comprendernos mutuamente, y reconocer las voces de los demás, incluso cuando las frecuencias superiores e inferiores se pierden, y el alcance necesario para el habla inteligible se reduce entonces a la cifra más manejable de 200 a 2.000 c/s. Sólo si necesitamos reproducción de alta fidelidad (que el teléfono nunca ha pretendido ofrecer) debemos preocuparnos por los extremos del alcance de frecuencia.

Aunque el asunto es ahora sólo de interés histórico, merece la pena advertir que el habla puede ser enviada a distancias bastante sorprendentes por medios puramente mecánicos, sin la ayuda de la electricidad. Ya hemos mencionado los tubos de habla, que todavía tienen aplicaciones limitadas en las salas de máquinas de los barcos y en otras partes, pero durante la década de los ochenta del siglo diecinueve «cables telefónicos» de alcance mucho mayor fueron introducidos en un desesperado intento de evadir las patentes de Bell. Todavía hay algunos como juguetes de niños, pero por lo demás ya no existen. Consistían simplemente en un par de ligeros diafragmas con un cable de metal uniendo sus centros; las vibraciones del habla eran transmitidas a lo largo del cable, que no tenía que estar tenso o recto e incluso podía colocarse en el suelo o bajo el agua. Se podían alcanzar hasta cinco kilómetros, pero el límite práctico se acercaba a los quinientos metros. En una ocasión se hicieron intentos para disponer sistemas interruptores, de forma que diferentes hablantes pudieran ponerse en contacto; sólo podemos maravillarnos ante tanta despistada ingenuidad^[11].

Para nuestra sorpresa, la palabra «teléfono» cobró vida antes de que naciera Graham Bell; fue empleada por el profesor Wheatstone ya en 1840 para describir un aparato que había fabricado para transmitir notas musicales a corta distancia a través de varillas de madera. En 1870, docenas de inventores de todo el mundo intentaban conseguir la transmisión eléctrica del habla, y fue sólo cuestión de tiempo que alguien lo consiguiera. De hecho, el desafortunado Elisha Grey llevó su diseño de teléfono a la oficina de patentes norteamericana el mismo día que Bell, pero una o dos horas después, con los subsiguientes beneficios, no hace falta decirlo, para la profesión legal, que sacó buenos dividendos del invento.

No puede haber ninguna duda, sin embargo, de que Alexander Graham Bell fue el primer hombre en producir, patentar y demostrar en público un teléfono práctico; aunque otros se habían acercado, su trabajo no había sido publicado o llegado a una conclusión con éxito. Bell recibió la fama, y sus rivales son ahora sólo notas al pie de página de los libros de historia. No hay segundos premios en la carrera para cualquier gran invento o descubrimiento.

Alexander Graham Bell nació en Edimburgo en 1847, pero cuando dos de sus hermanos murieron de tuberculosis y él se vio amenazado por la misma enfermedad, la familia se mudó a Canadá. Bell tenía entonces veintitrés años, y como tenía setenta y cinco cuando murió, podemos suponer que la cura tuvo éxito. Se estableció primero en Brantford, cerca de Toronto, y luego marchó a Boston, donde llegó a ser profesor de fisiología vocal, una frase resonante para un maestro de elocución y reproducción

vocal. Fue en Boston donde el teléfono fue inventado en 1876^[12], y Bell hizo el descubrimiento básico que condujo a ello mientras trabajaba en un proyecto bastante diferente, al que había bautizado telégrafo armónico. Merece la pena echar un vistazo a este aparato, porque el principio subyacente a él se emplea, de una forma mucho más sofisticada, en todo el campo de las telecomunicaciones modernas.

Bell intentaba perfeccionar un método para enviar varios mensajes telegráficos simultáneos por un solo cable. Su plan era usar una serie de varillas de acero resonantes, cada una afinada con una nota musical distinta, como instrumento transmisor, y hacer así que otras varillas afinadas con las mismas notas se colocaran en el extremo receptor. Todas las señales serían transmitidas a la vez a lo largo de la línea, pero cada varilla del extremo receptor respondería sólo a las corrientes de su frecuencia particular, e ignoraría a todas las demás. Los mensajes serían así clasificados según su frecuencia característica, de la misma forma que separamos las emisoras de radio sintonizando entre ellas.

La tarde del 2 de junio de 1875, Bell estaba ajustando una de las varillas del receptor mientras su ayudante, Thomas A. Watson, en una habitación situada a unos veinte metros de distancia, se encargaba del transmisor. La varilla transmisora se había atascado, y Watson intentó ponerla de nuevo en marcha golpeándola. No lo consiguió; lo que sucedió fue que los contactos se habían soldado, y fluía una corriente continua en vez de la normal interrumpida.

En el mismo momento que Watson estaba golpeando la recalcitrante varilla, Bell tenía la oreja pegada contra el número opuesto en la otra habitación. Oyó, débil pero con claridad, el eco espectral del resorte, y en ese instante nació el teléfono... aunque tardaría muchos meses en pronunciar palabras inteligibles^[13]. Bell advirtió de inmediato lo sucedido; aunque sólo se había transmitido una sola nota musical, el principio había quedado demostrado. Otras frecuencias podrían transmitirse por el mismo medio, incluyendo la amplia banda que constituye el habla.

Después de esto, el desarrollo del teléfono fue sobre todo cuestión de elaborar los detalles. El instrumento que Bell produjo finalmente era en extremo sencillo; consistía principalmente en un diafragma de hierro situado dentro del campo de un imán en forma de herradura. El diafragma, puesto a vibrar en el campo del imán por las ondas de presión del habla, generaba las correspondientes fluctuaciones que eran transmitidas a lo largo de la línea. Un instrumento idéntico en el otro extremo convertía de nuevo las variaciones eléctricas en sonido.

El instrumento de Bell sobrevive todavía virtualmente intacto en incontables receptores telefónicos, y la mayoría de los altavoces de radio son también sus descendientes directos. Como transmisor, no obstante, era ineficaz, y pronto fue superado, después de una larga guerra por la patente, por el micrófono de carbono inventado por Edison, también todavía de uso común, de un modo u otro.

Una vez inventado, el teléfono se extendió sobre la faz de la Tierra con notable rapidez. Su valor era tan universal y su uso tan sencillo (un anuncio de la época

declaraba: «Su usuario no necesita ninguna habilidad especial, ninguna educación técnica...»), que pueden haber muy pocos inventos en la historia que entren en la cotidianidad con tanta rapidez. En diez años había más de cien mil teléfonos sólo en Estados Unidos; en veinticinco años había un millón, y cuando Bell murió, trece millones de aparatos fueron silenciados en su honor.

La adopción del teléfono fue, por supuesto, ayudada por el hecho de que el telégrafo, usando técnicas y equipo muy similares, llevaba treinta años en uso, y era relativamente sencillo tender el teléfono sobre muchas de las líneas existentes. Si el teléfono hubiera sido inventado primero (un hecho improbable, pero no imposible), habría tardado mucho más tiempo en ser de uso general, aunque fuera por la única razón de que nadie habría creído en él.

Cuando William Preece, el ingeniero jefe del servicio de Correos británico, oyó hablar del nuevo invento, pensó que podría desenmascarar a Bell por fraude. Al no conseguirlo repetidas veces, negó que el teléfono tuviera ningún valor práctico, y tres años más tarde dijo: «Tengo uno en mi despacho, pero sólo como muestra. Si quiero enviar un mensaje, empleo a un botones.»^[14]

No nos interesa aquí la historia del veloz e ininterrumpido avance del teléfono hasta su actual posición predominante en la vida social y de negocios, pero unas pocas fechas y eventos merecen la pena ser recordados. Un episodio ya olvidado es la igualmente increíble rápida respuesta de Edison a la patente de Bell. Como ya se ha dicho, Edison tenía un excelente transmisor, aún más simple que el de Bell; funcionaba sobre el principio de la resistencia variable. Las vibraciones del habla recogidas por un diafragma variaban la presión de un trozo de carbón, y esta presión cambiante producía una resistencia (y por tanto una corriente) que fluctuaba en simpatía con el habla original.

Cuando la Western Union Telegraphic Company intentó introducir este aparato de brillante sencillez se encontró de inmediato con dificultades. Un transmisor no servía de nada sin un receptor, y los abogados de la compañía Bell esperaban dispuestos a dar guerra si su instrumento se empleaba para el propósito. Cuando le informaron de esta situación, Edison (que estaba ocupado con media docena de otros inventos al mismo tiempo) prometió entregar un receptor que funcionara con un principio completamente distinto al de Bell. Lo produjo cinco días más tarde; generaba sonidos por la fricción de un contacto de platino contra un largo cilindro rotatorio de yeso, y el usuario tenía que hacer girar una manivela de continuo si quería oír lo que decía su interlocutor al otro lado de la conexión. Como es natural, este aparato torpe y complicado no duró mucho, y cuando los intereses de Edison y Bell se mezclaron el gran inventor pudo dedicar su mente a búsquedas menos inútiles que reventar otras patentes.

Como curiosidad histórica, podríamos mencionar que en 1878 el profesor Hughes produjo un micrófono que probablemente representa lo último en simpleza para cualquier instrumento científico. Consistía, créanlo o no, en tres clavos corrientes... y

nada más. Dos de los clavos se colocaban uno al lado del otro, y el tercero descansaba entre ellos como el peldaño de una escalerilla de mano. Cuando una corriente eléctrica pasaba a través de esta H, se convertía en un detector extremadamente sensible de sonidos o vibraciones. Incluso una mosca que pasara podía ser oída en un receptor telefónico conectado al circuito. Los diminutos temblores, que hacían que los puntos de contacto de los clavos se movieran, producían variaciones de corriente que se convertían en sonido audible.

Una vez terminado su gran invento, Bell pareció perder interés en el teléfono. Es probable que el prolongado litigio que inspiró le desencantase. Su fama y fortuna estaban aseguradas, y pasó el resto de su larga vida experimentando en diversos campos de la ciencia, como la aviación, aunque de manera algo estática. Todos los que siguen siendo niños de corazón se sentirán un poco envidiosos de la diversión que Bell debió de sentir cuando, en 1907, construyó la cometa más grande que el mundo ha visto jamás. De 15,5 m de largo y 3,5 m de altura, constaba de doce mil pequeñas alas triangulares que formaban un gran panal. Podía alzar a un hombre hasta una altura de 45 m; su pasajero fue el desgraciado teniente Selfridge, que unos pocos meses más tarde tuvo el triste honor de ser el primer hombre muerto en un aeroplano.

Uno de los más valiosos servicios públicos de Bell fue su patrocinio de la pujante National Geographic Society, de la que fue presidente en 1898 antes de cederla a su yerno Gilbert Grosvenor. En 1965 tuve el placer de presentar al descendiente directo de Bell, ahora el presidente de la NGS Gilbert (M.) Grosvenor algunas de las muchas atracciones de Sri Lanka (ver «Ceylon: The Resplendent Land», por Donna K. y Gilbert M. Grosvenor, National Geographic, abril de 1966).

Unos pocos años después de la patente de Bell, las grandes ciudades del mundo quedaron unidas por una telaraña de cables telefónicos en líneas colgantes, a menudo instalados por compañías en amarga competencia. La guerra al hierro soldado no era extraña entre ellas, ya que solían destruir los circuitos de sus rivales en hazañas de sabotaje aéreo.

Las líneas colgantes han desaparecido, al menos en las ciudades, pero las centralitas permanecen como los centros nerviosos sin los que el teléfono mismo sería inútil.

En los primeros días los operadores eran muchachos, pero esto no duró mucho, probablemente debido al funcionamiento de esa curiosa ley matemática con la que están familiarizados todos los expertos en eficacia: «Un chico es igual a un chico; dos chicos es igual a medio chico; tres chicos es igual a ninguno». Operadoras femeninas pronto tomaron el relevo por completo; quizás el teléfono hizo tanto como la máquina de escribir por emancipar a las mujeres y darles independencia. Es divertido leer, en la Pall Mall Gazette del 6 de diciembre de 1883, una descripción de una centralita de Londres:

Es agradable ver la despierta habilidad con que se da la señal por la caída de una pequeña tapa del tamaño de una cucharilla de té y con la que la dama conecta al solicitante con el número con el que desea hablar. Aquí hay una ocupación a la que ningún «padre celoso» podría poner reparos, y el resultado es que una clase superior de jovencita puede obtenerse de la escogida carrera de telefonista comparada con la que ejerce esa especie de camarera que es la telegrafista.

Era obvio que se harían intentos, lo más pronto posible, por enlazar los sistemas telefónicos de Gran Bretaña y el continente, y conseguir así con el nuevo aparato lo que se había hecho años antes con el telégrafo. El primer cable telefónico anglo-francés fue tendido en 1891: era poco más que un cable telegráfico levemente modificado, lo bastante bueno para el trabajo dada la distancia relativamente corta implicada. Pero cuando se hicieron intentos por establecer enlaces telefónicos submarinos a distancias superiores (como desde Inglaterra a Irlanda), los ingenieros se toparon con problemas. Las dificultades que asaltaron a los primeros telégrafos submarinos reaparecían, de forma más severa. Ya hemos visto cómo la torpeza eléctrica de los primeros cables telegráficos retrasaba y distorsionaba las señales que pasaban a través de ellos. Hasta cierto punto, esto puede superarse reduciendo el ritmo de funcionamiento, pero es obvio que esa solución no es posible para un circuito que tiene que transmitir el habla, no códigos. Si se reduce a la mitad la velocidad de funcionamiento de un cable telegráfico, se reducen a la mitad sus ganancias, pero puede seguir funcionando. Un cable telefónico que sólo puede transmitir la voz a la mitad de velocidad de lo que un hombre puede hablar es, por su parte, inútil por completo.

El problema quedó resuelto, al menos en lo referido a cables de unas docenas de kilómetros, por el trabajo de Oliver Heaviside, un genio matemático brillante pero muy excéntrico cuyo nombre se recuerda ahora en una conexión bastante distinta. La «Capa de Heaviside» de la atmósfera superior se hizo familiar en los años veinte como resultado de la radio de larga distancia, aunque hay gente que escribe «Heavyside» y lo considera una descripción, no un nombre. Menos conocido, excepto para los especialistas, es el notable trabajo de Heaviside en matemáticas y comunicaciones. Y aún menos conocido es el hombre mismo; de todos los personajes que participan en esta historia, seguramente es el más divertido, pues pertenece a la galería de ingleses excéntricos de quienes Lewis Carroll es el santo patrón.

El precursor de Einstein^[15]

Todos los acontecimientos en la tranquila vida de Oliver Heaviside pueden resumirse en unos pocos párrafos. Nació el 18 de mayo de 1850 (tres meses antes del tendido del primer cable submarino), y murió setenta y cinco años más tarde, el 3 de febrero de 1925. Fue en gran parte autodidacta, nunca se casó, y durante casi toda su vida fue virtualmente un recluso que llevó una existencia de ermitaño con apenas algunas visitas.

Después de trabajar como operador telegráfico en Dinamarca en su adolescencia, Heaviside regresó a la casa de sus padres con poco más de veinte años y jamás volvió a salir al mundo. Produjo sus más importantes estudios científicos durante la década de 1880, y su método de trabajo no es excesivamente recomendable. Gran amante del calor, cerraba las puertas y ventanas de su habitación, encendía una lámpara de gas, una estufa y una pipa, y calculaba durante horas mientras la temperatura subía y el oxígeno se quemaba lentamente. Heaviside tuvo mala salud durante la mayor parte de su vida, cosa que no es sorprendente, y lo extraño es que no sufriera el mismo destino que Emile Zola, muerto por envenenamiento de monóxido de carbono.

Después de la muerte de sus padres en 1896, Heaviside vivió completamente solo durante doce años. Luego se mudó a una casa en Torquay, Devon, donde pasó los restantes diecisiete años de su vida. Durante algún tiempo lo cuidó una pariente amistosa (la cuñada de su hermano), pero la tensión de cuidar a un genio demostró ser demasiado fuerte para esta alma generosa, y después de ocho años abandonó a Oliver. Pero aunque Heaviside era sin duda una persona difícil, unos cuantos amigos penetraron su armadura de reserva. Desde 1919 hasta el final de su vida lo atendió un policía local, Henry Brock, que hacía sus pedidos de alimentos y cuya hija se los llevaba a casa. Heaviside expresó su gratitud en voluminosas cartas, ilustradas por muchos bocetos; por desgracia, ninguna de ellas sobrevivió a la muerte del comisario Brock en 1947.

Aunque pobre, Heaviside nunca estuvo necesitado. Muchos individuos y organizaciones hicieron todo lo posible por ayudarlo, pero pocos tuvieron éxito. Sus primeras discusiones con matemáticos conservadores le habían amargado y convertido en una persona tímida y apartada, y el hecho de que fuera algo sordo contribuyó a apartarlo de la sociedad. Los intentos por ayudarlo financieramente fueron abortados por su testaruda independencia; con frecuencia recordaba, por citar la famosa descripción de la señora de Patrick Campbell que hace Shaw, «un barco que se hunde e incendia a quienes van a su rescate».

Heaviside no fue un genio ignorado; mucho antes de su muerte sus contribuciones al electromagnetismo y las telecomunicaciones fueron reconocidas de pleno y recibió el más alto honor científico, la integración en la Royal Society. (El profesor Bjeknes,

el gran meteorólogo noruego, declaró una vez: «Propuse a Heaviside para el premio Nobel; pero, ay, lo hice cien años demasiado pronto»).

La Institución de Ingenieros Eléctricos (empresa amigable y tolerante a la que serví entre 1949 y 1950) hizo claros esfuerzos por ayudarle y honrarle, con moderado éxito. En 1921 instituyó su más alto galardón, el premio Faraday, y Heaviside fue el primero en recibirlo. Con cierto nerviosismo, el presidente del IEEE visitó al anciano, y más tarde relató de esta forma cómo fue recibido:

Heaviside vivía completamente solo en una agradable casa en Torquay, una casa desvencijada por su falta de cuidados. Lo encontré esperando en un sendero cubierto de maleza, vestido con una vieja bata, armado con una escoba, intentando en vano barrer las hojas caídas. Se alegró de verme de una manera tímida y extraña, y me condujo por un salón repleto de muebles polvorientos. Criticó enérgicamente el despilfarro del documento recubierto de cuero que acompaña a la medalla, pero le consoló el hecho de que la medalla fuera de bronce y no de oro...

Uno de los pocos visitantes que le vio con regularidad en años posteriores recuerda los peligros de aceptar la hospitalidad de Oliver:

Primero tuve que ayudarle a buscar escapes de gas con una vela encendida. Reparamos un tubo de gas flexible que tenía filtraciones y luego hizo el té. Metió todo el contenido de un paquete de un cuarto de libra en la tetera. Tuve que beber la poción, que había fortalecido con una pesada dosis de leche condensada. Ofreció una taza a mi esposa y a mí una tinaja. La mayor parte de su vajilla se había roto. Una hoja del Times sirvió de mantel...

Aunque excéntrico, Heaviside no era ningún ogro. En su vejez fue descrito como guapo, con ojos brillantes, una notable cabeza de pelo blanco y las maneras y el porte de «un caballero de la vieja escuela». Es reconfortante añadir que acabó sus días de forma más confortable de como vivió. El fiel comisario Brock le encontró inconsciente una noche de enero, lo llevó al hospital (la ambulancia fue el primer automóvil que utilizó), y fue revivido con rapidez. Muy apreciado por las enfermeras, era muy divertido y disfrutaba de la buena comida; pero sus setenta y cinco años fueron demasiado para él y murió cuatro semanas más tarde.

Esto en lo que se refiere al hombre; su vida anodina queda plenamente eclipsada por su obra, que apareció en una larga serie de estudios técnicos y tres enormes volúmenes titulados Teoría Electromagnética. Muchos de sus resultados fueron obtenidos por una técnica matemática (el cálculo operativo) que causó un pequeño escándalo cuando fue publicada, pues los puristas fueron incapaces de demostrar que Heaviside estaba justificado al usar sus ecuaciones de la forma en que lo hacía.

Para expresarlo en pocas palabras, Heaviside trataba los operadores matemáticos

como si fueran cantidades. Los signos familiares de la aritmética corriente (+, -, x) son todos operadores: no tienen valor en sí mismos, sino que son sólo órdenes o instrucciones. Operadores más complejos son los signos de integrales y diferenciales que encontramos en el cálculo, y a Heaviside le interesaban sobre todo los segundos. Cuando esas entidades ocurren en las ecuaciones, se asocian normalmente con las cantidades que modifican, pero Heaviside las dejaba en el aire, formando en efecto ecuaciones que constaban sólo de operadores que no tenían nada con lo que operar. Esto era tan malo como escribir frases que constaran sólo de verbos y ningún nombre o incluso pronombres (¡inténtelo a ver hasta dónde llega!), así que no es sorprendente que los colegas matemáticos de Heaviside se llevaran las manos a la cabeza. Pero el método funcionaba... normalmente, aunque como declara sir Harold Jeffreys: «Heaviside obtuvo muchas respuestas equivocadas, pero gracias a su sorprendente ingenuidad y su afán en el cálculo pudo encontrar sus errores. El hecho de que tuviera éxito, no obstante, no es garantía de que todos los demás pudieran hacerlo».

Estas técnicas tan poco ortodoxas no hacen fácil seguir los procesos mentales de Heaviside. A un científico que protestó que sus trabajos eran muy difíciles de leer ofreció la ahora clásica respuesta: «Puede ser... pero resultaron mucho más difíciles de escribir».

En sus estudios en los mismos cimientos de la física, Heaviside advirtió que masa y energía eran equivalentes mucho antes de que esto fuera advertido por el mundo científico en general. En 1890 ya había llegado a una rigurosa prueba de la famosa relación $E=mc^2$, anticipándose así en unos quince años a la formulación más general de Einstein sobre esta ley. Éste es quizá su logro más sorprendente, y el menos conocido. También al igual que Einstein, Heaviside pasó los últimos años de su vida trabajando en una Teoría Unificada de Campos que relacionaría la electricidad, el magnetismo y la gravitación. Incorporó sus resultados en el cuarto volumen de su Teoría Electromagnética, pero nunca fueron publicados, y a pesar de búsquedas intensivas el manuscrito de este volumen nunca ha sido encontrado. Se sabe que existió, pues Heaviside lo envió a un editor americano, quien comprensiblemente se asustó ante las mil libras de anticipo que éste demandó.

Y aquí nos encontramos con un intrigante enigma que tal vez nunca será resuelto, como el misterio de las últimas palabras de Einstein, que escaparon a lo desconocido porque la enfermera que le atendía no sabía alemán. Seguramente, debía de haber una copia del manuscrito en la casa de Heaviside cuando lo llevaron al hospital, pero nadie pensó en buscarlo en ese momento. Por desgracia, cuando el anuncio de la muerte de Heaviside fue emitido por la BBC, un emprendedor ladrón irrumpió en la casa vacía. No pudo encontrar gran cosa de valor (¡y con cuánta amargura debió de haber lamentado el comisario Brock no poder realizar un último servicio a su viejo amigo!), pero muchos libros y trabajos fueron robados y diseminados. Tal vez una de las claves que los físicos de todo el mundo han buscado en vano durante una generación se perdió aquella noche de febrero de 1925.

Sea como fuere, Heaviside dejó tras él lo suficiente para asegurarle un lugar en las matemáticas y, sobre todo, en la teoría de comunicaciones. Como había hecho lord Kelvin treinta años antes, abordó el problema de la corriente que fluye en un largo cable submarino, pero le preocupaban los complejos y velocísimos impulsos del habla, no los relativamente lentos de la telegrafía. Para funcionar de manera satisfactoria, un cable telegráfico debe ser capaz de transmitir entre 1 y 200 impulsos por segundo, y una cierta cantidad de distorsión puede tolerarse, ya que la señal pulsada puede ser rehecha o regenerada por un equipo receptor adecuado y enviada de nuevo. Sin embargo, para transmitir el habla, deben manejarse al menos 2.500 impulsos por segundo, sin ninguna distorsión apreciable. Las bajas frecuencias de la voz masculina en su tono más aspero, las altas frecuencias de una indignada soprano... todo debe viajar por la línea con igual facilidad.

No hace falta decir que en general no es así, y hay dos efectos que imposibilitan enviar el habla a larga distancia a través de un cable submarino. El primero es la atenuación, o el inevitable desvanecimiento de las señales a medida que pasan por la línea. Para empeorar las cosas, las frecuencias más agudas se desvanecen más aprisa que las más graves, un efecto que también ocurre con los sonidos de la vida cotidiana. Si se oye una banda de música a distancia (que es como mucha gente lo prefiere), todo lo que se puede distinguir al principio es, en palabras de Omar, «la valiente música de un tambor lejano». Hasta que la banda se acerca no se pueden distinguir los instrumentos más agudos como los pífanos. Incluso en el aire, las frecuencias bajas se transmiten mejor, y este efecto se exagera en un cable submarino.

Esta tendencia podría ser contrarrestada «potenciando» las frecuencias más altas, equilibrando así sus pérdidas aumentadas. Eso es lo que hacemos cuando manejamos los controles de un tocadiscos, en un intento de corregir las características de una grabación o las deficiencias de un altavoz. Sin embargo, se llega a un punto en que no queda nada que amplificar, y entonces ya no se puede potenciar más.

Una forma de distorsión más sutil, y aún más seria, es causada por el hecho de que las diferentes frecuencias también viajan a diferentes velocidades por el cable. Por suerte, este efecto no sucede con los sonidos que se propagan a través del aire. Si lo hiciera, los resultados serían terriblemente extraños. La música sería imposible; en un concierto sinfónico, si todos los instrumentos tañeran a la vez una nota en mitad de sus registros, el público oiría primero los flautines, luego los violines, después los violoncelos, y los dobles bajos y contrabajos al final. Incluso el habla sería imposible, a menos que accediéramos a conversar con los demás a una distancia constante. Si yo pronunciara la palabra «Tonterías», para cuando ustedes la oyeran la «s» final habría alcanzado la más grave «ton» del principio, y la palabra se habría convertido en la cosa que describe.

Estos peculiares efectos se producen casi por completo por la excesiva capacidad eléctrica de los cables submarinos, que ya hemos mencionado en el capítulo 5, donde un cable se comparó con una manguera que tarde una cantidad definida de tiempo en

llenarse, de forma que hay que esperar antes de que algo salga por el otro extremo.

Sin embargo, el cable también posee otra característica eléctrica, conocida por inductancia. Su equivalente mecánico es la inercia; un circuito eléctrico, como un objeto sólido, tiene cierta viscosidad, y tarda algún tiempo en responder cuando se le aplica un impulso. Un cable submarino tiene muy poca inductancia, y a primera vista esto podría parecer buena cosa. Sin embargo, cuando completó su análisis matemático, Heaviside descubrió, sin duda para su sorpresa, que si se aumentaba deliberadamente la inductancia de un cable sus características de transmisión mejorarían. Lo que sucede no puede ser explicado en términos no matemáticos, pero podríamos decir que la inductancia y la capacidad de un cable tienden a contrarrestarse. Por un ajuste correcto, pueden cancelarse por completo, y el resultado es lo que Heaviside llamó una «línea sin distorsión», es decir, una en la que todas las frecuencias viajan a la misma velocidad y sufren la misma atenuación o desvanecimiento.

Pasaron diez años o más antes de que los ingenieros apreciaran y aceptaran este peculiar resultado; tal vez recelaban tanto de las ecuaciones de Heaviside como los matemáticos puros, aunque por motivos diferentes. Pero al final se demostró por medio de experimentos que los cables submarinos podían ser mejorados en gran medida si se les añadía deliberadamente inductancia, insertando a intervalos bobinas a lo largo de su longitud, o enroscando alambre de hierro alrededor del conductor central.

Este descubrimiento de Heaviside, llevado a la práctica por Michael Pupin en Norteamérica y Krarup en Dinamarca (Heaviside seguía siendo un profeta sin mucho reconocimiento en su propia tierra), hizo posible la telefonía submarina a través de distancias de unos pocos cientos de kilómetros. La carga inductiva, como fue llamada, se aplicó también a los cables telegráficos, aumentando cinco veces su capacidad, un hecho de enorme importancia comercial. Incluso antes de su muerte, las ecuaciones de Heaviside ganaban miles de libras al día. Hay mucho dinero en las matemáticas, pero rara vez para los matemáticos.

A finales de los años veinte, materiales aislantes mejorados y aleaciones especiales para cargas inductivas hicieron posible pensar seriamente en un cable telefónico sobre el Atlántico. El pionero en este campo fue el doctor E. O. Buckley de los Bell Telephone Laboratories; entre 1928 y 1931, en conjunción con el Ministerio de Comunicaciones británico, llevó a cabo una serie de experimentos con cables de muestra en la costa de Irlanda y en el golfo de Vizcaya. Por desgracia, un cable sólo podía transmitir una sola conversación en esa distancia y eso hizo antieconómico el proyecto. Para mejorar la función se pensó en usar amplificadores en el cable; primero se imaginaron como globos hundidos, anclados al fondo del mar, y con baterías para seis meses de funcionamiento.

Éste fue el germen de la idea que conduciría, una generación más tarde, a los repetidores sumergidos de los cables telefónicos del Atlántico de hoy en día. Pero el

plan no se cumplió en esa época, por dos motivos principales. El primero fue la incertidumbre económica de los años treinta, que hacía improbable que una apuesta técnica de esa magnitud ofreciera compensaciones; el segundo fue el desarrollo de la radio, que proporcionó un método completamente nuevo e inesperado de comunicación a larga distancia, aportando además a los cables submarinos el mayor desafío de su carrera.

En este punto, por tanto, tenemos que hacer un amplio desvío hacia un campo que habría parecido milagroso a los pioneros de la telegrafía atlántica, igual que pareció milagrosa su empresa a muchos de sus contemporáneos. La voz humana abarcó el Atlántico cuarenta años antes de hacer el mismo viaje por cable, y el sistema telefónico submarino nunca podría haber sido construido sin el uso de muchas técnicas desarrolladas para la radio.

Espejo en el cielo

La existencia de las ondas de radio fue descubierta por el gran físico matemático James Clerk Maxwell, mientras permanecía sentado en su estudio de Cambridge y escribía ecuaciones. Demostró teóricamente que cuando una corriente eléctrica oscila en un conductor, emite ondas que viajan por el espacio a la velocidad de la luz, y que de hecho sólo difieren de la luz al poseer longitudes de onda mucho más largas y por tanto promedios menores de vibración.

Maxwell no vivió para ver sus ecuaciones triunfalmente verificadas. Murió en 1879 a la temprana edad de cuarenta y ocho años; ocho años más tarde, en una serie de experimentos clásicos, un joven científico alemán llamado Heinrich Hertz se convirtió en el primer hombre que generó y detectó las ondas que revolucionarían las comunicaciones y cambiarían las pautas de la cultura y la sociedad por todo el mundo.

Irónicamente, Hertz no creía que su trabajo, por importante que fuera para la comprensión del universo físico, tuviera ninguna consecuencia práctica, y desdeñó específicamente que las ondas de radio pudieran ser utilizadas para hacer señales. Este tipo de ceguera para los resultados de su propio trabajo no es extraño entre los físicos (ni entre otra gente). Lord Rutherford, el primer hombre en dividir el átomo y desentrañar su estructura, solía reírse ante los periodistas imaginativos que querían saber si la energía atómica sería dominada alguna vez. «Siempre tendremos que poner más energía en el átomo que la que sacaremos de él», declaraba categóricamente... y no vio cómo Hiroshima refutaba sus palabras por el mismo número de años que Maxwell se perdió la confirmación de Hertz.

No es corriente que un solo hombre domine un campo de tecnología importante y en rápido auge, pero durante treinta años Marconi fue el coloso de la radio. Apenas era un adolescente cuando consiguió transmitir ondas de radio a una distancia de un kilómetro cerca de Bologna, Italia, y dos años más tarde (en 1896) se trasladó a Inglaterra, donde llevó a cabo muchos de sus más famosos experimentos, con frecuencia en conexión con el servicio de comunicaciones británico.

Muy pronto se descubrió que el equipo emisor y receptor de radio podía ser sintonizado, de forma que podía escogerse la emisora que uno quería escuchar, e ignorar todas las demás. Nos parece algo tan obvio que nos cuesta trabajo advertir que alguien tuvo que descubrirlo; el crédito se debe a sir Oliver Lodge, quien demostró el principio en 1897.

Mientras nacía el siglo veinte, la radio (o «sin hilos», como la llamaba la mayoría de la gente) aumentó con rapidez su alcance, y en 1901 saltó el Atlántico. Tras colocar una antena receptora en una cometa en Newfoundland, Marconi pudo recibir señales en morse transmitidas desde Poldhu, Cornualles.

Apareció un misterio de primera clase. Si las ondas de radio se comportaban como la luz, no había forma de que pudieran sortear la curvatura de la Tierra. Un faro en Cornualles, no importaba cuán poderoso fuera, no podía ser visto más allá de una docena de kilómetros en el Atlántico; después de esa distancia sus rayos se perdían en el espacio, muy por encima de la curva descendente del mundo.

En 1902 Oliver Heaviside (y, simultáneamente, Kennelly en Estados Unidos) propusieron una explicación que parecía casi tan extravagante como los hechos. Sugirieron que, a una altura muy grande en la atmósfera, había una capa reflectante que devolvía las ondas de radio a la Tierra, impidiendo que escaparan al espacio. Como parecía muy improbable que la naturaleza fuera tan considerada con la industria de las comunicaciones, y también era difícil ver qué podría crear una capa con unas características tan peculiares, los científicos tardaron en aceptar esta explicación. Hasta 1924 (sólo dos meses antes de la muerte de Heaviside), Appleton y Barnett no demostraron concluyentemente que la atmósfera superior contenía no una capa reflectante, sino al menos dos. Hoy día miles de cohetes (y docenas de astronautas) han atravesado la ionosfera, y muchos de sus secretos han sido descubiertos.

Los primeros trabajadores de la radio fueron entorpecidos por dos serias deficiencias en su equipo: sus métodos para detectar las ondas eran muy insensibles y torpes, y no tenían medios para amplificar las señales cuando habían sido recibidas. La radio estaba aún en la etapa anterior al cristal. El primer logro importante se produjo en 1904, cuando Fleming inventó la válvula diódica, el antepasado primitivo de incontables millones de tubos de electrones. El nombre «válvula» era muy adecuado; el diodo permitía que las señales pasaran en una dirección, pero no en la otra. Convertía las ondas de radio en señales audibles, pero no podía ampliarlas.

Ese paso esencial se dio en 1907, con el invento del triodo por parte de De Forest. Administrando los débiles impulsos a un entramado de cables estratégicamente situados dentro del diodo de Fleming, De Forest hizo el importantísimo descubrimiento de que era posible amplificar las señales de forma casi ilimitada. El triodo provocó la era electrónica, y fue por tanto uno de los auténticos inventos de la historia que crean época, comparable sólo con el transistor de medio siglo más tarde. En el campo de las comunicaciones, donde recibió su primer uso, el triodo y sus más complejos sucesores dieron a la radio la herramienta básica necesaria para su rápido desarrollo. Una vez descubierto el método para amplificar corrientes eléctricas débiles y variadas, ejércitos de hábiles ingenieros, con Marconi al frente, elaboraron el resto de la tecnología de la radio y construyeron la industria de más rápida expansión que ha visto el mundo.

Los primeros experimentadores, después de recuperarse de su sorpresa al descubrir que las ondas de radio podían curvarse alrededor de la Tierra, investigaron con rapidez las leyes que controlan su propagación. Descubrieron que cuanto más larga era la onda, mayor era la distancia a la que podía ser recibida; para sus

experimentos transatlánticos, Marconi utilizó ondas de 1 km de longitud. Estas ondas largas necesitaban por tanto enormes sistemas de antenas para su emisión y recepción, y una estación de radio de onda larga era una visión impresionante, con una serie de torres de 100 m de alto y cubriendo varios kilómetros cuadrados de terreno. Hasta los años veinte, estas inmensas instalaciones parecieron ser el único medio de establecer circuitos de radio alrededor del mundo. Las ondas cortas, al no servir más que para las comunicaciones locales, se dejaron para los experimentadores aficionados o «hams», que las aceptaron a regañadientes, protestando por la injusticia de su tratamiento. No lo sabían, pero eran como los indios de Oklahoma que eran timados con un pedazo de desierto que nadie quería y que por casualidad estaba empapado en petróleo.

A principios de los años veinte, los operadores aficionados hicieron un descubrimiento que hizo que los gobiernos y firmas de comunicaciones volvieran rápidamente al campo de la onda corta. Los primeros tests de estas ondas habían demostrado que su alcance era muy limitado, y también variable: desaparecían a unas pocas docenas de kilómetros del transmisor. Lo que nadie había imaginado era que volvían a producirse, a menudo de forma fuerte y clara, a miles de kilómetros de distancia, después de haber sido reflejadas en la ionosfera.

No es sorprendente que se tardara aún un tiempo en descubrir esto. Después de todo, si se ejecutaban las pruebas entre, digamos, Nueva York y Washington, nadie se habría molestado en colocar receptores adicionales en Groenlandia y Perú por si las señales pudieran ser detectadas allí casualmente. La inesperada pauta de la recepción de la onda corta no vio la luz hasta que el mundo quedó cubierto de entusiastas aficionados investigando el espectro de radio y tratando de batir los récords de distancia de los demás.

En 1924 Marconi, con gran valor técnico y comercial, decidió explotar las posibilidades de las ondas cortas. En esa época los enlaces de radio de larga distancia empleaban ondas de 5 a 10 km de longitud, generadas con niveles de energía muy altos y emitidas desde enormes y caros sistemas de antenas. Marconi creía que podrían obtenerse resultados mucho mejores y más baratos usando ondas un millar de veces más cortas: metros, en vez de kilómetros.

El resto del mundo se mostró escéptico; aunque las ondas cortas podían ser recibidas a grandes distancias, la recepción era errática y al parecer impredecible. Marconi esperaba superar esto usando sistemas de rayos, de forma que la mayor parte de la energía se enviaba en la dirección deseada y no se emitía por todo el espacio. Esto sólo se podía hacer de forma económica con las antenas relativamente pequeñas que hacían posible el uso de la onda corta; los intentos para hacer antenas direccionales en las ondas largas tuvieron por resultado sistemas de hasta 15 km de largo, y con pobre eficacia.

La apuesta de Marconi tuvo un brillante éxito, y durante el período 1927-28 Gran Bretaña quedó enlazada por onda corta con Canadá, la India, Suráfrica y Australia. El

nuevo servicio de radio era tan eficaz, de hecho, que se convirtió en una seria amenaza para los cables submarinos existentes. En 1928, por tanto, los intereses británicos en radio y cables se fundieron en un solo cuerpo (Cable and Wireless Ltd), que durante medio siglo dominó las comunicaciones internacionales. C & W fue un típico compromiso inglés entre la industria privada y el control estatal. El gobierno estaba representado en la dirección de la compañía, y tenía derecho a apropiarse de ella en tiempo de guerra. Es un considerable tributo a la compañía que este derecho no fuera ejercitado en el período 1939-1945.

Ya hemos mencionado que Marconi superó al Atlántico en 1901, cuando la letra S (punto punto punto) fue transmitida desde Cornualles a Newfoundland. La voz humana no hizo el mismo viaje hasta 1915, esta vez en dirección opuesta. Después de una larga serie de experimentos con el transmisor de la estación naval de Estados Unidos en Arlington, la compañía telegráfica y radiofónica norteamericana detectó habla inteligible a través de un receptor situado en lo alto de la Torre Eiffel. Los experimentos fueron llevados a cabo con dificultades, pues la Torre Eiffel era el centro del sistema de comunicaciones del ejército francés y la antena sólo podía ser utilizada durante un intervalo de diez minutos a primeras horas de la mañana. Tras varios meses de paciente espera y ajuste del aparato, se detectaron palabras ocasionales, y la primera frase completa se recibió a las 5.37 de la mañana del 23 de octubre de 1915. Por cierto, las palabras que encendieron los ánimos de tantos millones de personas al otro lado del Atlántico fueron: «¡Hola, Shreeve! ¿Cómo está el tiempo esta mañana?».

El primer servicio comercial radio-telefónico entre Nueva York y Londres se inauguró en febrero de 1927, usando una longitud de onda de unos 6.000 m. Esto fue sesenta y un años después del establecimiento de los cables submarinos, y cincuenta y uno después de la invención del teléfono. Desde esa fecha hasta el tendido del primer cable telefónico submarino en 1956, la radio fue el único medio de hablar a través del Atlántico.

Por desgracia, no era un medio completamente fiable. Aunque se hicieron grandes mejoras en receptores y transmisores, nada pudo hacerse respecto al tercer eslabón de la cadena: la ionosfera. Cuando las condiciones eran buenas, la transmisión transatlántica era de calidad excelente, con pocas distorsiones o interferencias. Pero con demasiada frecuencia los rayos radiados detectaban ruidos peculiares, como los sonidos de sartenes cósmicas. Por lo normal sólo eran molestos, pero a veces podían anular la señal. Podía haber períodos de horas, o incluso días, en que la radio-telefonía era imposible, y los retrasos resultantes eran irritantes y caros para los usuarios. El servicio telefónico transatlántico estaba en la misma posición que las primeras líneas aéreas: nunca se podía garantizar su funcionamiento, todo dependía del tiempo. En este caso, sin embargo, el tiempo no era algo que concerniese a los primeros pocos kilómetros de la atmósfera, sino a los últimos centenares.

El estudio de la ionosfera es una de las ramas más complicadas de la ciencia

moderna, así como una de las más importantes desde el punto de vista práctico y desde la luz que arroja al universo que nos rodea. Examinarla con detalle nos llevaría muy lejos, incluso más allá de los generosos límites de divagación fijados para este libro, aunque es necesario decir algo sobre las causas e idiosincrasia de la ionosfera para comprender por qué, después de una batalla de treinta años, los ingenieros telefónicos abandonaron la atmósfera superior y regresaron a las profundidades del mar.

La ionosfera no es una estructura sencilla ni estable: consta de tres capas principales, la más baja (la capa E) de unos 125 km, las más altas (F y F2), oscilando entre los 250 y 400 km. Los nombres E y F, por cierto, los puso Appleton, quien fue el primero en descubrir que había más de una capa. Con encomiable previsión empezó por la letra E por si aparecían nuevas capas más cerca del suelo... como de hecho ha sucedido.

Ahora sabemos que el agente principal en la producción de esas capas es el flujo de luz ultravioleta del Sol al atravesar la atmósfera de la Tierra. Ésta se considera por lo general como algo positivo, y lo es... en dosis pequeñas y débiles. Los crudos rayos del sol, sin embargo, destruirían toda la vida terrestre en cuestión de minutos si alcanzaran la superficie de la Tierra; por fortuna para nosotros, son filtrados muchos kilómetros por encima de nuestras cabezas. Como producto residual de este proceso de filtración electrificarían (ionizarían) la atmósfera, gastando su energía en arrancar electrones de los espaciados átomos de oxígeno y nitrógeno que encuentran^[16]. El aire que es electrificado lo suficiente refleja (o, más adecuadamente, refracta) las ondas de radio, igual que el aire bajo condiciones adecuadas de temperatura refleja las ondas de luz produciendo espejismos.

Ya que la ionosfera es mantenida por la luz del sol, cambia de forma natural en densidad y altitud entre el día y la noche, el verano y el invierno. Es posible permitir para este efecto una considerable extensión, variando la longitud de onda empleada, pero hay límites más allá de los cuales no sirven de nada los trucos técnicos.

Como en la atmósfera inferior, el Sol es a la vez el creador y el distribuidor del clima. Mantiene la ionosfera, pero a veces la hace pedazos con estallidos de intensa radiación ultravioleta que emergen de explosiones violentas en la superficie solar. Algunos de estos estallidos están relacionados con las manchas solares, que varían de frecuencia en un ciclo de once años, de forma que en un momento la cara del Sol puede estar moteada con oscuros remolinos muchas veces superiores en tamaño a la Tierra, mientras que en otro puede estar carente de marcas por completo. Es en los momentos de mayor actividad solar cuando la ionosfera es más perturbada, y la comunicación por radio alterada.

Por tanto, podemos considerar la ionosfera como un espejo que engloba la Tierra y que late con los días y las estaciones, que rara vez es liso ni refleja a la perfección, y que a veces queda tan hecho añicos que puede tardar horas o días en reformarse. Un espejo semejante no sería muy satisfactorio para el uso ordinario, y es sorprendente

que los ingenieros de radio hayan podido sacar tanto provecho de su existencia.

Pero antes de que abandonemos las cumbres borrascosas de la ionosfera y regresemos a la silenciosa calma del lecho marino, recordemos una deuda inconmensurable que la civilización debe a los científicos que sondearon estas capas electrificadas. En 1925, Merle A. Tuve y Gregory Breit, trabajando en el Laboratorio de Investigación Naval cerca de Washington, desarrollaron una técnica pulsante que daba medidas directas de la altura de la ionosfera sobre el terreno calculando el tiempo que el eco de las ondas de radio tardaba en regresar a la Tierra. Esto, como es natural, fue la base del radar, el arma que ganó la Batalla de Inglaterra y, más tarde, la Batalla del Atlántico. Sin el radar, fruto de los trabajos pioneros de sir Robert Watson Watt y un puñado de colaboradores a finales de los años treinta, la Luftwaffe habría destruido la Royal Air Force, mucho más pequeña, la invasión de Gran Bretaña habría continuado, y hoy viviríamos en un mundo muy distinto.

Comparados con el radar, avances como los cohetes, la propulsión a chorro e incluso la energía atómica tuvieron poco efecto en el avance o el resultado de la Segunda Guerra Mundial. Y el radar evolucionó directamente del método de pulso-y-eco para sondear la atmósfera, esa capa remota e invisible cuya propia existencia era todavía desconocida hace sólo una generación.

Todavía hay idiotas que insisten en preguntar qué utilidad tiene la investigación científica pura. Nada podría haber parecido más apartado de la vida cotidiana que los intentos de medir la densidad electrónica a una altura de 100 km en el cielo. Sin embargo, de este trabajo surgió el arma decisiva que ganó la mayor de las guerras, y cambió el curso de la historia.

Teléfono transatlántico^[17]

Hemos visto cómo el teléfono se extendió con rapidez por todo el mundo pocos años después de que Graham Bell lo inventara en 1876. Pero la telefonía a larga distancia (incluso en tierra) no fue practicable hasta cuarenta años más tarde, cuando el problema de amplificar las corrientes de habla fue resuelto por el tubo triódico de De Forest. Resultaba bastante fácil impelir los débiles pulsos a lo largo de una línea telegráfica por medio de un relé o repetidor, pero hacer lo mismo para el teléfono preocupó a los mejores cerebros de este campo durante décadas. El problema fue resuelto por completo en los años cuarenta, cuando cualquier llamada de larga distancia era ampliada por bancos de tubos electrónicos en estaciones repetidoras situadas cada 50 km; sin esa amplificación, la señal se habría apagado después de unos cuantos centenares de kilómetros.

La tecnología de la radio también jugó un papel importante permitiendo que cientos o incluso miles de conversaciones simultáneas fueran llevadas a cabo en un solo conductor, usando cada uno una frecuencia distinta (una técnica conocida como «transmisión de frecuencia transportada»). Sin que el público se diera cuenta, gran parte del sistema telefónico era realmente radio por cable, siendo el «cable» en sí el ahora familiar cable coaxial con su único conductor central. ¡Cómo habría sorprendido esto a gente como Bell y Edison, acostumbrados a cientos de cables aislados separados, cada uno con su propia conversación privada!

El cable coaxial (el nombre ha sido ya desechado, y el adjetivo contraído es coax) puede manejar una enorme gama de frecuencias. La conexión de su aparato de televisión lleva señales que oscilan a cientos de millones de ciclos por segundo, y podría encargarse de varios millares de millones para distancias cortas, el equivalente a un millón de conversaciones telefónicas separadas sin interferencia mutua.

Los tres elementos básicos en la moderna telefonía a larga distancia, por tanto, son el cable coaxial que proporciona el enlace físico, las estaciones de repetidores situadas cada 50 km más o menos que impulsan las señales para compensar las pérdidas en la línea, y el equipo terminal que funde (en el extremo emisor) y sortea (en el receptor) los miles de mensajes que pasan por el núcleo del cable de cobre.

Con receptores bien diseñados, espaciados a los intervalos adecuados, no hay límite práctico a la distancia que pueden cubrir las conversaciones telefónicas. En efecto, la distancia no es ninguna limitación física (aunque puede ser económica) a la telefonía en la superficie de nuestro pequeño planeta. De hecho, es muy improbable que existiera un planeta en cualquier lugar del cosmos cuyas antípodas no pudieran ponerse en contacto entre sí por el mismo equipo que se usa cuando Nueva York habla con San Francisco, o Londres con Roma^[18].

Poco después de la Segunda Guerra Mundial, y como resultado directo de los

avances en el radar, el cable coaxial fue desafiado por un poderoso rival: el enlace de microondas. Todo el mundo está ahora familiarizado con las altas torres, coronadas por enigmáticos cuernos o reflectores parabólicos, que ahora surgen de los tejados de las centralitas telefónicas o permanecen en solitario aislamiento en lo alto de remotas colinas. Estas estaciones de repetidores están conectadas entre sí no por cables de cobre, sino por estrechos haces de ondas de radio, enfocadas con tanta brusquedad que si pudieran ser observados a simple vista parecerían defletores. Estas torres, por tanto, deben estar lo bastante cerca unas de otras para «verse», y por eso están situadas en los lugares más altos posible. Normalmente están tan separadas como los repetidores utilizados en los cables coaxiales, cada 40 o 50 km, pero separaciones mucho mayores son posibles en zonas montañosas.

La gran ventaja de los enlaces de microondas es que pueden saltar sin esfuerzo a lo largo de países donde sería muy caro y dificultoso tender un cable. Los obstáculos para las líneas terrestres, por cierto, no son siempre geográficos. Los granjeros pueden ser una molestia tan grande como los pantanos, los ríos y las cañadas, pero el rayo microondas los ignora a todos. Y no propician un pujante mercado negro de cobre robado, cosa que no es un problema trivial en los países subdesarrollados.

Si usamos cables coaxiales o torres de microondas, por tanto, la longitud máxima de un único enlace en una cadena telefónica que transmita un gran número de conversaciones simultáneas es de unos 50 km. Apartir de esta distancia, las señales tienen que volver a ser amplificadas para transmitir mensajes hablados de buena calidad. Esto no importa en tierra, pero significa que cualquier gran extensión de agua supone una barrera en apariencia insuperable para los circuitos telefónicos.

Aunque los cables especialmente diseñados de los años cincuenta podrían haber llevado un número limitado de conversaciones hasta 300 km de una sola vez, esto no era más que la décima parte de la distancia necesaria para cubrir el Atlántico. Así que la solución obvia era colocar una cadena de amplificadores a lo largo del océano, impulsando las señales antes de que se perdieran en el ruido de fondo. Era bastante simple en teoría, pero las dificultades prácticas eran tan grandes que durante largo tiempo pareció que no había esperanza de superarlas. Los repetidores telefónicos de 1950 eran del tamaño de grandes ficheros y requerían fuentes de energía de varios voltajes diferentes. Y los tubos de vacío de los que dependían tenían vidas muy cortas; no sería fácil reemplazarlos a un par de kilómetros de profundidad en el fondo del mar.

Diseñar repetidores telefónicos que funcionaran sin fallos durante décadas en el fondo del Atlántico, bajo presiones de toneladas por centímetro cuadrado, debió parecer un problema tan formidable que casi cualquier alternativa razonable habría sido aceptada. De hecho hay dos, y merece la pena echarles un vistazo aunque sólo sea para ver por qué fueron rechazadas.

Un circuito telefónico desde Europa a Norteamérica podría ser construido casi completamente por tierra... si atravesara la URSS. La única sección sumergida

estaría bajo el estrecho de Bering, y éste podía ser superado con facilidad con un solo tramo de cable. Como hemos visto en el capítulo 11, esta ruta se intentó en 1864, después del fracaso del primer cable atlántico. Un argumento en contra en la investigación de 1861 fue también válido un siglo más tarde: «La objeción principal serían las regulaciones internas, y el carácter político de Rusia». Incluso en el mundo algo más cuerdo de hoy día, una ruta tan larga a través de un territorio tan duro no sería una proposición económica.

Así que tenía que ser el Atlántico, y una forma de sortearlo que se discutió en serio fue una cadena de aparatos voladores (o dirigibles), estableciendo una línea de contacto radial alrededor de la curva de la Tierra. Unos cinco relés habrían bastado, pero el capital y los costes habrían sido enormes, ya que habrían sido necesarios aviones de asistencia (y sus tripulaciones), y los problemas operacionales habrían sido severos. Sin embargo, se podría haber hecho si no hubiesen habido más alternativas; y ésta es esencialmente la solución que, sólo unos años más tarde, proporcionarían los satélites de comunicaciones de una forma mucho más elegante. Sin embargo, en los años cincuenta, la única respuesta práctica era un repetidor sumergido; y el desafío fue aceptado por una combinación única de ingeniería norteamericana, canadiense y británica.

Cuando, en noviembre de 1953, la British Post Office, la Canadian Overseas Telecommunication Corporation y la American Telephone and Telegraph Company firmaron el contrato para construir el primer cable telefónico transatlántico, ya habían acumulado muchos años de experiencia con repetidores sumergidos de varios tipos, aunque en circuitos mucho más cortos que el que se proponía ahora. La Post Office había colocado un repetidor en el mar de Irlanda, entre Anglesey y la isla de Man ya en 1943, después de cinco años de trabajo experimental. Luego se colocaron otros repetidores en cables telefónicos al continente, pero todos ellos en aguas menos profundas, y no podrían haber resistido la enorme presión existente en el fondo del Atlántico.

Por otro lado, en Estados Unidos, desde el principio se enfocó el interés en los repetidores que pudieran colocarse en el profundo océano. Desde los años treinta, los avances en la electrónica habían hecho que Bell System pensara seriamente en cables transatlánticos con repetidores sumergidos, y se llevaron a cabo muchos trabajos experimentales sobre el desarrollo de los componentes que serían necesarios. En concreto, pruebas de larga duración sobre tubos de vacío para descubrir, y si era posible eliminar, las causas de los fallos. Cuando el TAT-1 estaba siendo diseñado, los ingenieros de Bell pudieron señalar con orgullo que los tubos llevaban funcionando de forma continua durante diecisiete años. No es extraño que prefirieran no pasarse a los transistores, relativamente poco experimentados.

Todo este trabajo culminó en 1950 con el tendido de un cable telefónico entre Cayo West (Florida) y La Habana (Cuba), una distancia de unos 220 km. Se utilizaron seis repetidores, algunos a profundidades de casi 2.000 m. Desde el

principio, este cable se consideró el modelo del propuesto cable atlántico, y su ejecución, por tanto, fue observada con extremo cuidado. Cuando estuvo dos años de servicio sin problemas se pasó al proyecto más ambicioso, y se iniciaron consultas entre los técnicos de la British Post Office y la AT&T.

El problema fundamental, por supuesto, fue el diseño de los repetidores submarinos. Éstos tenían que contener amplificadores de banda ancha consistentes en tubos de vacío y sus circuitos asociados, para impulsar las débiles señales por un factor de un millón antes de enviarlas hacia la siguiente sección del cable coaxial.

Tendrían que estar sellados en contenedores completamente estancos, con recubrimientos que soportaran la presión de hasta 4.000 m de profundidad. Esto significaba que serían enormes y pesados, lo que suponía un problema importante en el tendido del cable, sobre todo en aguas profundas.

Los británicos habían fabricado repetidores insertados en tubos gruesos y rígidos del tamaño y la forma de torpedos, de modo que el barco-cable tenía que detenerse por completo cuando había que empalmar uno en el cable. Esto no importaba en las aguas poco profundas para las que estas unidades estaban diseñadas, pero cuando una gran cantidad de cable era tendida, como pasaría en el caso del Atlántico abierto, detener el barco introducía serios problemas, pues el cable podía retorcerse. Los cables en espiral de la coraza externa tienden a desliarse ligeramente cuando varios kilómetros de cable cuelgan libremente del barco. Cuando el tendido es firme y continuo, este desligamiento se extiende de manera uniforme por todo el cable sin causar ningún perjuicio; pero detener el cable puede provocar retorcimientos que pueden distorsionar el cable o incluso, en casos extremos, formar nudos. Es sorprendente lo que puede hacer un pedazo de cable que parece rígido como una barra de hierro durante su breve período de libertad entre los tanques del barco y el fondo del mar; a veces se producen nudos que difícilmente podrían ser superados por un gatito jugando con un ovillo de lana.

Para impedir esos desastres, los ingenieros de Bell System se fijaron una meta. Diseñaron repetidores flexibles, de forma que eran virtualmente parte del cable y podían ser tendidos con él; no habría necesidad de parar el barco para hacer un empalme. Una sección del cable que contuviera un repetidor así parecería una boa constrictor después de un almuerzo ligero: sólo un bultito apenas perceptible muestra que algo inusitado ha tenido lugar.

Ya era bastante difícil construir un equipo basado en tubos de vacío que pudiera funcionar en el fondo del mar durante décadas sin ser atendido; meterlo en un cilindro acorazado de sólo unos centímetros de través y que fuera capaz de curvarse alrededor de un tambor de sólo 2 m de diámetro (el tamaño de las mangas expedidoras del barco-cable), hizo el diseño todavía más difícil. Aún peor, el diámetro pequeño en extremo de los repetidores flexibles de aguas profundas implicaba que sólo podían transmitir en una sola dirección: simplemente, no había espacio para los circuitos que permitirían funcionar en dos direcciones. Por otro lado,

los repetidores británicos, mucho más gruesos, podían funcionar en ambas direcciones.

Ante estas dos diferentes formas de encarar el problema, se alcanzó un pulcro compromiso. Los repetidores Bell se usarían para cruzar el Atlántico, aunque esto significara tender dos cables: uno para transmitir el habla de este a oeste, el otro para hacerlo de oeste a este. Los repetidores de la British Post Office se usarían en el cruce más corto de las aguas poco profundas desde Newfoundland (donde el cable transoceánico llegaría a la costa) hasta la tierra firme de Nueva Escocia, y como podía amplificar las señales que pasaran en ambas direcciones, sólo un cable sería necesario en esta sección. Desde Nueva Escocia el servicio continuaría hasta Canadá y Estados Unidos por líneas terrestres y enlaces de microondas.

La crítica tarea de tender el cable fue llevada a cabo por el barco británico de 8.050 toneladas *Monarch*, el único capaz de transportar 4.000 km de cable. Éste iba almacenado en cuatro grandes pozos o tanques circulares de 12 m de diámetro; cada tanque podía contener un millar de toneladas de cable, dispuestas en capas horizontales unos sobre otros. Enroskar una masa tan grande para que pueda ser tendida de forma suave sin retorcerse o enmarañarse a un ritmo de 15 km por hora es una labor altamente especializada... como estará de acuerdo todo el que se ha enzarzado alguna vez en una pugna con una manguera de jardín. Y la tripulación debió de experimentar algunos momentos de tensión cuando los bultos en el cable que contenían los repetidores (cada uno de un coste de una docena de Cadillacs) se doblaban en formas improbablemente bruscas mientras pasaban por la máquina expeditora.

Ciento dos repetidores de este tipo fueron colocados con éxito en el lecho del Atlántico, cincuenta y uno en dirección al este y otros tantos en dirección al oeste, a intervalos de unos 60 km. Cada uno contenía tres tubos de vacío (pentodos) especialmente avanzados, y unas sesenta resistencias, amplificadores y otros componentes. A primera vista, el circuito de un aparato de radio contemporáneo habría parecido más complicado, pero las apariencias habrían sido engañosas.

Para compensar las pérdidas en los 60 km de cable, cada repetidor tiene que amplificar las señales que recibe aproximadamente un millón de veces, y esto nos trae la estadística más asombrosa de toda la empresa. Ya que hay cincuenta y un repetidores en el circuito, esto significa que las amplificaciones totales a lo largo de la línea dan la colosal cifra de un millón multiplicado por sí mismo cincuenta y una veces... ¡o un 1 seguido por 306 ceros!

Detengámonos a contemplar este número por un instante. Sería una grave equivocación considerarlo astronómico: no hay ninguna cantidad, en ninguna parte del cosmos natural, que se pueda comparar con él en magnitud. ¿El número de granos de arena de todas las costas de la Tierra? Es demasiado pequeño para considerarlo siquiera. Si el mundo entero estuviera hecho de arena, el número total de granos podría escribirse en media línea; tendría unos treinta ceros, no trescientos. ¿El

número de electrones en todo el cosmos? Bueno, eso es un poco mayor; puede que tenga un centenar de dígitos... pero sigue estando muy lejos de diez elevado a la potencia de 306.

Este impresionante número aparece dos veces en las matemáticas del cable telefónico atlántico. No es sólo la amplificación total (o ganancia) producida por los repetidores, sino también la pérdida total (o atenuación) a lo largo de la línea, que estos repetidores tienen que contrarrestar. Por eso los ingenieros tuvieron que ejecutar una especie de acto equilibrador, diseñando y ajustando el circuito general para que las pérdidas igualaran con precisión las ganancias. Ahora apreciarán por qué no había posibilidad de establecer un cable telefónico atlántico de canales múltiples sin repetidores. La energía total de todas las estrellas del cosmos no sería suficiente para dar una señal medible después de que haya sido dividida por un factor de diez elevado a 306 en sucesión.

Y sin embargo, increíblemente, los hombres sueñan ahora con tender un cable sobre el Atlántico *sin un solo repetidor*. La posibilidad ha sido planteada por la revolución de la fibra óptica (capítulo 42); tal vez suceda para cuando regresemos a la Luna.

La fábrica de sueños

El único lugar en el mundo que ha convertido la mayoría de los sueños científicos en industrias multimillonarias son los famosos Laboratorios Telefónicos Bell de AT&T. Aunque esta narración de mi primera visita a Bell Labs fue escrita hace más de treinta años, no he cambiado nada. La dejo tal cual con una consciencia perfectamente clara, por dos motivos:

Primero, narra una era clásica en la tecnología de las comunicaciones que ahora parece tan remota, en algunos aspectos, como la era de Edison y Marconi. Sin embargo, tan sólo unos pocos años después, como se cuenta en el capítulo 29, Bell Labs vería algunos de sus mejores momentos.

Segundo, mi amigo Jeremy Bernstein ha escrito un libro excelente, *Three Degrees above Zero* (Scribners, 1984), que relata la historia hasta la traumática fecha del 24 de agosto de 1982, cuando la discutida sentencia del juez Harold Green sentenció la división de AT&T, pero le dejó conservar su «joya de la corona», los Bell Labs. Recomiendo vivamente el libro de Jeremy para todo aquel que desee conocer más sobre el pasado (y probable futuro) de esta organización única.

(Para otro safari de Bernstein, no a Nueva Jersey sino a la algo más lejana Sri Lanka, para entrevistarme para el *New Yorker*, vean su ensayo «Out of the Ego Chamber», en *Experiencing Science* [Basic Books, 1987]. Me alegra reconocer mi deuda con Jeremy por inducirme a escalar la Montaña Sagrada, el Pico de Adán, y ayudarme así a inspirar *Las fuentes del paraíso*).

Sería interesante saber qué habría pensado el joven Graham Bell, mientras se esforzaba en su par de cuartos pequeños con su único ayudante, del grupo de inmensos laboratorios que ahora lleva su nombre, y que ha jugado un papel tan importante en la telefonía transatlántica. A primera vista, cuando los encontramos en su sorprendente emplazamiento rural, la sede principal de los Laboratorios Telefónicos Bell en Nueva Jersey parece una fábrica grande y moderna, cosa que en cierto sentido es. Pero es una fábrica de ideas, y sus líneas de producción son invisibles.

La forma plural «laboratorios» es correcta, ya que la planta física está en cuatro lugares separados, una en el centro de Nueva York y las otras tres en Nueva Jersey. Sin embargo, «Bell Labs» se usa invariablemente como nombre singular, como «Estados Unidos», así que nos ceñiremos a esta convención aunque la gramática resultante sea a veces un poco extraña.

Bell Labs no es único, ni en Estados Unidos ni en ninguna otra parte, ya que hoy en día otras muchas grandes organizaciones industriales patrocinan la pura

investigación científica y lo que ha sido llamado «tecnología creativa». Sin embargo, es la entidad más grande de su estilo, y probablemente la más famosa. En este momento tiene un personal de 17.000 trabajadores, de los cuales unos 7.000 son científicos o ingenieros, y cuesta a su compañía madre, la American Telephone and Telegraph Company, unos modestos 600 millones de dólares al año.

AT&T puede permitírselo. Si nos preguntaran a la mayoría cuál es la compañía con más capital del mundo, es probable que dijéramos la Ford, General Motors o Metropolitan Life. De hecho, AT&T encabeza la lista, y su renta anual alcanza la sobrecogedora cifra de 23.000 millones de dólares^[19]. En gran medida, Bell Labs es responsable de esto.

El laboratorio tiene una obediencia dividida, ya que la mitad de su stock pertenece a la Western Electric Company, constructores de la mayoría del equipo para el enorme Bell Telephone System. Gran parte del trabajo del laboratorio se centra en el diseño y desarrollo del campo de las comunicaciones, que hoy incluye la radio, la televisión, el radar, los misiles teledirigidos y el imperio de la electrónica en explosiva expansión. Pero su actividad más importante e interesante es descubrir.

Esto no es algo que pueda ser planeado y entregado en una fecha fija. Ningún vicepresidente ejecutivo puede decir: «Tendremos veinte descubrimientos científicos básicos el próximo año financiero». Lo único que puede hacerse es coger a un grupo de científicos (preferiblemente jóvenes), pagarles dinero suficiente para que no se preocupen por el alquiler, y darles oficinas agradables donde puedan estudiar lo que les interese. Esto es caro, y no hay ninguna garantía de que todos los resultados tengan el más mínimo valor comercial, ni hoy ni dentro de cien años. Pero esos veintitrés mil millones sugieren que la apuesta merece la pena para cualquier organización que pueda permitírsela.

Durante el medio siglo que ha transcurrido desde la creación del laboratorio en 1925, sus trabajadores han acumulado dos premios Nobel, y han sido pioneros de aparatos tan revolucionarios como los osciladores y filtros de cristal, ondas guías y amplificadores negativos de feedback, cada uno de los cuales ha creado campos nuevos dentro de la electrónica. El feedback negativo, por ejemplo, fue inventado en 1930 y ahora es el principio sobre el que se diseñan todos los amplificadores hifi del mundo. Y sin ondas guías, el radar moderno sería imposible.

En el reino de la investigación básica, quizás el más importante de los descubrimientos surgidos de Bell Labs fue el de la difracción de los flujos de electrones (por el que Davisson ganó un premio Nobel en 1937), y el ruido de radio cósmico, que Karl Jansky detectó en 1932, y que seguramente le habría hecho ganar un Nobel si alguien en la época hubiera tenido la más leve idea de su importancia. El primer descubrimiento demostró que las partículas que componen lo que con ingenuidad se denomina materia sólida tienen la propiedad de las ondas; el segundo fundó, una docena de años más tarde, la nueva ciencia de la radioastronomía, que ha revelado un universo nuevo e insospechado a nuestro alrededor.

En los últimos años, el ejemplo más dramático de la forma en que la investigación pura puede devolver beneficios más allá de todo cómputo fue el descubrimiento del transistor en Bell Labs en 1948. Este maravilloso aparatito, que hizo que el laboratorio ganara su segundo premio Nobel, surgió de las investigaciones de Brattain, Bardeen y Shockley sobre la forma en que fluye la electricidad a través de ciertas sustancias conocidas por semiconductores. Éstos son materiales (con frecuencia cristalinos) que, aunque son peores conductores que el metal, dejan que la electricidad los atraviese a un ritmo que los saca del grupo de aislantes. A veces pueden conducir mejor en una dirección que en otra; el ejemplo clásico de esto fue el antiguo detector de fibra de cristal que fue el corazón de tantas radios en los años veinte. Aunque hizo un inesperado regreso durante la guerra en ciertos tipos de radar, el detector de cristal desapareció por completo del campo de la radio. Podía detectar señales, pero no ampliarlas... y el tubo electrónico o válvula podía hacer ambas cosas.

Luego se descubrió que, en las circunstancias adecuadas, ciertos tipos de cristal podían ampliar, y también poseían ventajas muy grandes sobre los tubos convencionales (un tamaño pequeñísimo, bajo consumo de corriente, ausencia de calentamiento, resistencia). Se acuñó el nombre «transistor» (por parte de John Pierce, de quien hablaremos más adelante), para describir tal aparato, y comenzó una revolución en la electrónica que cambiaría el mundo en pocos años. Su primer impacto fue en el campo pequeño pero importante de la ayuda a la audición, donde pronto encogió hasta un tamaño invisible y redujo su consumo de batería a una fracción de su antiguo valor. Luego llegaron las radios portátiles que realmente lo eran, ordenadores «gigantes» que cabían en armarios; y dentro de poco tiempo habrá más diminutos aparatos transistorizados velando por nuestra seguridad, supervisando nuestros procesos industriales, proporcionándonos comunicaciones y entretenimiento, que seres humanos sobre la superficie de este planeta.

Y todo empezó porque tres científicos curiosos, por razones que sólo ellos conocen, quisieron averiguar qué sucedía cuando hacían pasar corriente eléctrica a través de piezas minúsculas de un elemento oscuro y poco importante llamado germanio.

Gran parte de la excitación y el estímulo que se obtienen al visitar Bell Labs proceden de la comprensión de que se está siendo testigo del nacimiento del futuro. Es imposible adivinar qué objeto concreto resultará ser de importancia revolucionaria, y cuál no será más que una carta que pasará desapercibida al final de *Physical Review*. Como muestra del tipo de investigaciones que lleva a cabo Bell Labs, aquí hay algunos escogidos al azar de más de sesenta trabajos en un solo número (enero de 1957), del *Bell System Technical Journal*. Inspírense profundamente...

Recombinación de centros templados
en Silicio.
El Momento Bipolar del NF₃.
Observación de las resonancias magnéticas
nucleares a través de la línea
de resonancia de la órbita del electrón.
Espectros de energía de los electrones
secundarios de Mo y W para energías bajas
primarias.
Instrumentación balistocardiográfica.
Teoría refinada de las parejas iónicas.
Desarrollo de barreras intrínsecas
de transistores.
Teoría de resonancia plasmática.
Plantas vivientes artificiales.

¿Cómo era esa última? Al menos es inteligible, pero ¿qué significa?

Para evitar especulaciones estériles, tal vez debería explicar que el último trabajo era un fragmento de un estudio de largo alcance (vean E. F. Moore en el *Scientific American* de octubre de 1956), referido a la posible creación de «plantas» mecánicas (a falta de una palabra mejor), que irían pastando por el mar o por la tierra, recolectando y procesando los materiales necesarios para la humanidad, y reproduciéndose en el proceso. Moore es colega de Claude Shannon, otro pensador desinhibido al que conoceremos dentro de un momento.

Ya que estamos, ay, en una época de ciencia secreta, es inevitable que gran parte del trabajo que se lleva a cabo en Bell Labs esté altamente clasificado. Mientras se camina por los pasillos dejando atrás talleres, almacenes, oficinas y laboratorios, de vez en cuando te encuentras con salas cerradas y selladas con carteles prohibiendo el paso, y a veces patrullas de guardias desarmados. Es lógico suponer que lo que sucede en esos lugares no es de interés científico fundamental. Mejorar la inteligencia de los misiles, la seguridad de los sistemas de comunicación o la precisión del radar es de gran importancia militar y tal vez tenga consecuencias valiosas en otros campos, pero a la larga lo que importa en realidad es el trabajo que parece no tener ninguna aplicación práctica.

Un escritor chino dijo que toda actividad humana es una forma de juego. Habría considerado que este razonamiento quedaba demostrado más allá de ninguna duda, al menos en lo que se refiere a la actividad científica, si me hubiera acompañado en mis diversas visitas a Bell Labs y hubiera visto a sus habitantes entreteniéndose con algunos de los aparatitos que habían construido. Tal vez el más intrigante de todos sea el ratón mecánico de Claude Shannon. A primera vista resulta algo sorprendente

encontrar a uno de los más eminentes matemáticos de Estados Unidos, y uno de los fundadores de la Teoría de la Información (la base matemática de la comunicación, usando la palabra en el sentido más general), jugando con un ratoncito de juguete que obviamente había comprado en una tienda barata, pero había un método en su locura.

El ratón de Shannon es un animal muy sofisticado. Vive dentro de un laberinto de metal, a través de sus pasillos vagando en busca de modelos fortuitos, por pura prueba y error, hasta que llega al final y es «consciente» de su llegada cuando sus bigotes cierran un circuito eléctrico. Si entonces se le coloca al principio del laberinto, irá directamente hasta su objetivo de una manera en apariencia inteligente, sin cometer ningún error o perderse por callejones sin salida. Para expresar su conducta en términos antropomórficos, el ratón ha «recordado» cuál de todas sus pruebas ha tenido éxito, y ha «olvidado» todas las demás.

¿Y qué sentido tiene esto? Bueno, hasta cierto punto el ratón representa la conducta de un selector telefónico automático buscando el circuito deseado una vez que se ha marcado un número. Pero las implicaciones del ratón son mucho más amplias, pues aunque su logro es relativamente trivial, es el prototipo de una máquina que puede aprender de la experiencia. Es por tanto algo bastante nuevo, y no sólo un robot que puede hacer sólo lo que se le dice. Ciertamente, podríamos decir que Shannon le ha «enseñado» a aprender, pero cuando lo coloca en el laberinto está él solo. ¿Y es el cerebro humano algo más que una máquina que puede aprender de la experiencia mientras avanza por el laberinto de la vida?

Las máquinas que pueden remedar la conducta inteligente no son sólo de gran interés filosófico y de posible importancia práctica, sino que resultan enormemente estimulantes (y con frecuencia frustrantes), para quien se enfrenta a ellas. Por ejemplo, es humillante que un montón de componentes electrónicos del tamaño de un pequeño archivador adivine tus intenciones, como me sucedió en mi última visita a Bell Labs. Esta máquina concreta depende para su funcionamiento del hecho de que un hombre es incapaz de comportarse de forma completamente aleatoria; todo lo que hacemos tiene una pauta, consciente o inconsciente. Así, si te piden que elijas al azar una serie de caras o cruces, es imposible hacerlo.

La máquina contra la que me enfrenté era informada, tras pulsar el interruptor adecuado, cada vez que yo pedía cara o cruz, y tenía que adivinar qué elegiría a continuación. Cuando intenté hacerme el listo y pedí una serie continua de caras, mi adversario sólo tardó tres o cuatro movimientos en advertir lo que estaba haciendo y en predecir que seguiría pidiendo cara. Cuando me pasé a las cruces, siguió prediciendo caras sólo un par de veces antes de pillarme.

A la corta, un hombre puede derrotar a la máquina. A la larga, sin embargo, le habrá dado suficiente información estadística para que prediga su estrategia. Y hay implicaciones en esta última palabra que oscilan desde los negocios a las relaciones sociales y la política internacional.

En cuanto a aparatos esotéricos, tal vez sea un alivio mencionar dos proyectos

perfectamente corrientes que encontré y que tienen aplicaciones inmediatas que todo el mundo puede comprender. El primero era un programa para ver si se puede hacer algo para mejorar el diseño de algo que el mundo entero ha dado por hecho durante una generación.

El aparato telefónico familiar parece lo último en diseño funcional. Pero nada humano es perfecto, y tal vez aquí haya espacio para mejoras. Si nunca hubieran visto un teléfono antes, pero les dijeran lo que tenía que hacer, ¿cómo lo habrían diseñado? Ésta es la pregunta que se hizo un equipo de Bell Labs, y produjo docenas de respuestas. Algunas de ellas no parecían en absoluto teléfonos; había floreros, piezas de escultura abstracta, saleros, encendedores de mesa... Tal vez el espécimen más interesante era el que tenía el dial dentro del auricular mismo, sin formar parte de la base y la horquilla. Micrófono, auricular y dial formaban una unidad compacta que encajaba en la mano a la perfección; al Museo de Arte Moderno le habría encantado.

Un segundo proyecto tenía aplicaciones igualmente universales; tenía que ver con la psicología, y con una oscura rama de las matemáticas conocida como Teoría de Particiones. Puede que parezca artillería pesada para enfrentarse con un problema trivial: ¿cómo se recuerda un número telefónico?

Grandes ciudades como Londres y Nueva York tienen tantos abonados que son necesarios números de siete cifras. En ambos casos, se usan letras como parte de la identificación, pero son simplemente una ayuda para la memoria, ya que cada letra representa un número. El mecanismo tras el dial no sabe nada de letras: sólo los dígitos 1 al 0. Sin embargo, el número de nombres razonables para intercambiar es limitado; tarde o temprano no podremos usar más que dígitos, y tal vez siete serán insuficientes. Cuando eso suceda, ¿cómo va a recordar quien no sea matemático números como 3952841 o, aún peor, 96821473? Muchas personas tienen problemas para llevar los números existentes de la guía telefónica al dial, y en cuanto a recordarlos...

La respuesta parece ser que estos números largos deben descomponerse en segmentos; el problema es decidir dónde colocar las interrupciones. Un número de siete dígitos, aunque nos parezca sorprendente, puede ser dividido en no menos de treinta formas... sin alterar, por supuesto, el orden de los dígitos, que lo convertiría en otra cosa. Para poner un ejemplo, el número 1234567 puede ser escrito, pronunciado y (más importante) recordado como

123-4567

12-34-567

1234-567

y de veintisiete formas más que pueden elaborar ustedes mismos. El guión representa una pausa verbal o mental, y sólo estudios de campo y las encuestas Gallup pueden decidir dónde prefiere el público hacer estas pausas. Un poco de

reflexión mostrará que esto dista mucho de ser un asunto trivial; una decisión incorrecta podría aumentar enormemente el porcentaje de números equivocados al marcar y la irritación general entre el público.

Acabo de encontrar entre mis recuerdos un ejemplo perfecto de la forma en que funciona este tipo de división. Aunque no he usado mi número de miembro de la RAF desde hace quince años, todavía lo recuerdo porque lo almacené en mi cerebro no como 1097727, sino como 109-77-27. Sin embargo, mi número de oficial, más corto, aunque utilizado durante un período más largo y reciente, se ha desvanecido por completo. Lo recordé como una entidad completa de seis dígitos, y ahora haría falta probablemente hipnosis profunda para recuperarlo.

Éstos son, por tanto, algunos de los miles de proyectos estudiados en Bell Labs. Probablemente no son representativos, pero son los que vi en persona. Sin embargo, dan una leve idea de la inmensa gama de actividad y el fermento intelectual general que tiene lugar cuando suficientes científicos están juntos, con o sin problemas concretos que abordar.

Pero antes de continuar con el proyecto específico que es el tema principal de este libro, y que es quizá la hazaña técnica más arriesgada intentada jamás por la organización, no puedo dejar Bell Labs sin mencionar un aparato más que vi allí, y que me asustó como asusta a todo el mundo que lo ha visto en acción. Es la Máquina Definitiva, el Final de la Línea. Más allá no hay nada. Estaba sobre la mesa de Claude Shannon, volviendo loca a la gente.

Nada podría parecer más simple. Es sólo un pequeño cofre de madera del tamaño y la forma de una caja de cigarrillos, con un único interruptor.

Cuando se pulsa el interruptor, hay un zumbido airado. La tapa se alza lentamente, y de ella surge una mano. La mano se extiende, apaga el interruptor, y vuelve a la caja. Con la finalidad de un ataúd que se cierra, la tapa se cierra, el zumbido cesa y la paz reina una vez más.

El efecto psicológico, si uno no sabe qué esperar, es devastador. Hay algo innombrablemente siniestro en una máquina que no hace nada, nada en absoluto excepto apagarse.

En una época, versiones del diabólico aparato de Shannon se vendieron como juguetes, aunque últimamente no los he visto. Serían un regalo perfecto de despedida para los jefes ejecutivos fracasados.

«Radio sin hilos»

Me cuesta mucho trabajo advertir que ha surgido toda una generación que nunca ha visto una de las invenciones clave de nuestro siglo, el tubo de vacío, o «válvula», como preferimos los británicos, y que hizo posible la telefonía a larga distancia y propició la Era de la Radio.

Pintoresca pero no del todo inadecuadamente descrito como «una pinza al rojo vivo en una botella», el tubo de vacío cambió la sociedad de forma tan fundamental como esos otros grandes inventos con los que ahora estamos familiarizados: la rueda, el estribo, el arado, el yugo, el torno, el número cero, la imprenta, la contabilidad a dos entradas, las acciones de bolsa... Al contrario de todos éstos, su reino duró menos de una generación, aunque de un modo u otro, como los grandes rectificadores usados en las centrales de energía, bien puede existir por tiempo indefinido^[20].

Todavía puedo recordar, después de más de sesenta años, la primera radio de nuestra familia. Era una caja de madera del tamaño de un pequeño televisor, pero en vez de una pantalla la superficie presentada al usuario era una placa de plástico negro aislante («ebonita»). Sobre ésta había montados tres tubos de cristal que brillaban tenuemente, un par de espirales planas que podían abrirse o cerrarse como la concha de una almeja, y varios pomos, que se retorcían en busca de la única emisora que había en el aire (Daventry, longitud de onda 1.500 m, si mi memoria no falla). La recepción se hacía a través de toscos auriculares, conectados a través de un par de metros de cordón a pequeños pilares de metal; los altavoces eran todavía cosa del futuro.

Las casas con dinero suficiente para poseer una radio podían ser identificadas con facilidad. A unos 20 m de la vivienda solía haber un poste del que colgaba, a través de aislantes de cristal, una catenaria de alambre de cobre pelado, conectado al aparato mismo. Otros postes en la parte trasera del jardín sostenían largas y bamboleantes «antenas» que eran el símbolo de finales de los años veinte, igual que las parabólicas lo serán de los noventa. También éstas pasarán...

Los niños de la era del transistor no creerán que hacían falta tres tipos distintos de batería para satisfacer las demandas de las radios primitivas, y era una lucha constante asegurarse de que todas funcionaban a la vez. Primero estaba la batería de bajo voltaje pero pesada corriente, batería «mojada» que al mantener al rojo vivo el diminuto cable calentador (o filamento) aseguraba un amplio suministro de electrones. Era una simple célula de dos voltios, idéntica a las que se agrupan en grupos de tres o de seis para formar la batería de un coche. Cada una o dos semanas había que llevarla, goteando ácido sulfúrico diluido (todavía recuerdo el tacto en mis dedos) a que la recargaran en un garaje local.

La batería número dos era un grueso (y caro) mamotreto del tamaño de una caja

de zapatos. Podía producir más de cien voltios, pero con corriente muy baja, así que no suponía ningún peligro para la vida (aunque los idiotas que lo prueben de la forma tradicional lamiendo los cables unidos a las terminales lo lamentarán mucho). Tenía que ser sustituida aproximadamente cada mes, después de haberse agotado al arrastrar corrientes de electrones por el vacío entre el filamento negativo y el ánodo positivo.

En su viaje, los electrones pasaban a través de un tercer electrodo, la parrilla de De Forest, una trama de finos cables, sobre el que estaban impresos los diminutos voltajes fluctuantes de las Noticias de las Nueve o lo que fuera. Colocada críticamente en la corriente de electrones, la parrilla controlaba la corriente a través del tubo, y así se ampliaban las señales que llegaban. Para operar con más eficacia, la parrilla tenía que ser mantenida a unos seis voltios, y eso requería una tercera fuente de energía, la batería «de rejilla». Por suerte, ésta requería tan poca corriente que duraba meses.

Toda una generación de jóvenes ingenieros eléctricos obtuvo su formación básica arreglando esas baterías. Si alguna de las tres enfermaba, la radio se quedaba muda.

Todo esto parece muy primitivo, incluso primigenio, pero había una magia en conjurar música y voces del cielo que nuestra sofisticada época, saciada de maravillas, encontraría difícil igualar. Y lo que tiene la misma importancia, el equipo necesario para ejecutar ese milagro se podía construir de forma barata y fácil. Sólo había que comprar los tubos de vacío, los auriculares y las baterías, y todo se colocaba sobre un pequeño pedazo de madera. Si no funcionaba la primera vez, volver a soldarlo sólo llevaba unos pocos minutos. Su ordenador personal, por amistoso que pueda ser, no permitirá esas libertades, que sólo pueden ser intentadas por las personas que tienen laboratorios bien equipados y escriben artículos que marean para la revista Byte.

No es extraño que una tecnología que daba a sus usuarios poderes inauditos, sino que además era en lo básico barata y simple, atrajera no sólo a los profesionales de las comunicaciones y las industrias de entretenimiento, sino a un enorme ejército de aficionados. La mayoría se contentaban con escuchar con sus aparatos contruidos en casa, pero miles (con el tiempo, millones) decidieron jugar un papel más activo. Como se describió en el capítulo 17, durante los años treinta miríadas de operadores de radio aficionados («hams») establecieron una red global, hablando entre sí primero por medio de los puntos y rayas del sistema Morse, luego con su propia voz. Su Biblia era el *Amateur Radio Handbook* (Manual del radioaficionado) y su exploración del éter tuvo consecuencias que nadie podría haber soñado.

Descubrieron uno de los pocos recursos naturales de este planeta que nunca podría agotarse ni (excepto en breves momentos) contaminarse.

Como dijo Wordsworth, «magnífico era en aquel amanecer estar vivo». Y ser un radioaficionado era el mismo cielo, pues un nuevo cielo esperaba ser explorado: el espectro electromagnético.

Explorando el espectro

La luz es algo que, como el aire que respiramos, damos por garantizada. En la antigüedad, cuando se ponían a pensar en el tema, la luz era un misterio total. Algunos filósofos incluso creían que observamos el mundo que nos rodea por medio de partículas *emitidas* por nuestros ojos, y que actuaban, al parecer, como radares en miniatura.

No hubo ningún progreso en la comprensión de la naturaleza de la luz hasta los experimentos ópticos de Newton en 1666, que de por sí habrían bastado para establecer su fama. En una serie de experimentos clásicos con un prisma de cristal, Newton demostró que la luz «blanca» ordinaria es en realidad un compuesto o mezcla de todos los colores posibles, un hecho que el familiar arco iris había demostrado a la inculta humanidad desde tiempo inmemorial. (O en cualquier caso desde que el Arca se posó sobre el monte Ararat, si hay que creer al corresponsal científico del Antiguo Testamento).

Aunque el descubrimiento de Newton era fundamental, su enorme reputación bloqueó cualquier otro progreso en óptica durante casi más de doscientos años, porque se creía que la luz estaba compuesta de partículas, no de ondas. Aunque ahora sabemos que, paradójicamente, ambos puntos de vista son ciertos, para la mayoría de las aplicaciones cotidianas (desde luego para la radio) la teoría de las ondas es la única que cuenta.

A principios del siglo diecinueve, en una serie de experimentos muy sencillos que el propio Newton podría haber ejecutado si no hubiera estado mirando en dirección contraria, se demostró que la luz está compuesta de ondas. Los colores se distinguían (y se identificaban) por su longitud de onda, teniendo la luz roja el doble de longitud de onda que la luz azul.

Estas longitudes son, para los estándares cotidianos, extremadamente pequeñas. Tienen que serlo, o de otro modo el mundo que vemos parecería muy granuloso, como uno de esos efectos especiales de televisión donde todo se recorta en cuadraditos de colores. La luz azul tiene una longitud de onda de unas cuarenta, y la roja de unas setenta millonésimas de centímetro. Ya que la luz viaja a la colosal velocidad de 300.000.000 m/s (o 3×10^{10} cm/s), el número de ondas que destellan ante un observador en este mismo tiempo (es decir, su frecuencia) es enorme. Simple aritmética da la frecuencia de la luz roja de 400 billones (4×10^{14}), y la luz azul a 7×10^{14} , vibraciones por segundo.

Estos números, por supuesto, están más allá del alcance incluso de los directores de presupuestos nacionales, aunque definen un mero fragmento del espectro de todas las radiaciones posibles. Durante el siglo diecinueve, se descubrió que la luz «visible» no era la única que existe. Tras el extremo violeta está el más corto

ultravioleta, percibido por algunos insectos pero no por nosotros. Más allá del rojo está el más largo infrarrojo, detectable (cuando es suficientemente intenso) como calor.

Según las ecuaciones de Maxwell (capítulo 17), la luz sólo era la manifestación visible de un campo electromagnético vibrante, libre de materia sólida y viajando por el espacio a una velocidad característica (dispuesta por las especificaciones originales del universo) de 300.000 km/s. Esto suscitó una interesante posibilidad. Los victorianos sabían cómo hacer campos electromagnéticos vibrantes (u oscilantes), pero sus jarras de Leyden y sus bobinas de cable apenas producían frecuencias de más de unos cuantos miles por segundo. No podrían conseguir los sorprendentes cientos de billones de ciclos por segundo para generar luz visible. Pero si Maxwell tenía razón, deberían producir *algo*, incluso a frecuencias mucho más bajas. Fue este argumento el que llevó a Hertz, trabajando con unos modestos pocos miles de millones de ciclos por segundo, al descubrimiento de las ondas de radio. Su nombre está ahora inmortalizado en la unidad de frecuencia: 1 hertzio = 1 ciclo/segundo; 1 megahertzio (o Mh) = 1.000.000 c/s; 1 gigahertzio (Gh) = 1.000.000.000 c/s y así sucesivamente.

Los físicos e ingenieros se abalanzaron a este nuevo territorio como los traficantes de armas y los misioneros en un continente virgen. Aunque Hertz descontó cualquier aplicación práctica de su descubrimiento (después de todo, el teléfono ya había sido inventado, ¿y quién necesitaría algo mejor?), otros fueron más previsores. No pasó mucho tiempo antes de que se transmitieran puntos y rayas durante centenares de metros; y en la última década del siglo, durante kilómetros.

Dos países, Rusia e Italia, honran a sus ciudadanos como «el inventor de la radio»^[21]. En 1895, Aleksandr Stepanovich Popov construyó un detector primitivo que podía recibir los pulsos de los transmisores de la propia naturaleza, las tormentas, y al año siguiente generó sus propias señales y las usó para enviar código Morse a cortas distancias. En 1899, trabajando con la marina rusa, consiguió comunicaciones entre la costa y un barco situado a 50 km.

De forma independiente, y casi simultánea, Guglielmo Marconi ejecutaba sus propios experimentos. Hizo la primera patente de transmisión sin cables ya en 1896, y hasta su muerte en 1937 continuó desempeñando un papel pionero en el medio. Y al contrario que demasiados pioneros, Marconi consiguió a la vez fama y beneficios, porque poseía una inusitada constelación de talentos. No era sólo un brillante ingeniero y físico, sino también un excelente hombre de negocios, organizador y promotor. Reconoció el valor de la publicidad, como demostró al superar el Atlántico en 1901 enviando los tres puntos de la letra S.

Once años más tarde, a primeras horas del 14 de abril de 1912, habría una demostración aún más dramática de este maravilloso medio nuevo, cuando John George Phillips también tecleó tres puntos en la «Sala Marconi» del Titanic mientras enviaba el primer SOS de la historia. A partir de ese momento, el futuro de la

telegrafía sin hilos quedó asegurado, y la telefonía sin hilos no tardaría mucho. Y algunos inventores locos incluso soñaban con visión sin hilos...

Aunque las ondas de radio viajan casi a millones de veces la velocidad de las ondas de sonido, ambas tienen dimensiones en la escala humana, contrariamente a la luz invisible, donde las crestas y depresiones están separadas por irresolubles milésimas de centímetro. Tal vez la mejor forma de apreciarlo es considerando las familiares teclas del piano.

La nota do (la primera blanca a la izquierda del teclado, para los que tocan con dos dedos como yo), tiene una frecuencia aproximada de 256 hertzios, o ciclos por segundo^[22]. Esto corresponde a una longitud de onda de unos 134 cm. Así que podrían ustedes sostener una nota do entre sus brazos extendidos, si permanecieran inmóviles. Bajar una octava hasta la siguiente do (128 Hz) dobla la longitud de onda a 268 cm. La do más baja del piano (32 Hz) tiene una longitud de onda de 1.200 cm. En la otra dirección, por supuesto, cada octava significa doblar la frecuencia y reducir a la mitad la correspondiente longitud de onda. La nota do más alta del piano (4.096 hertzios) sólo tiene 8 cm; fácil de abarcar con el pulgar y el índice.

Para la mayoría de las aplicaciones de radio es más conveniente trabajar con frecuencias, como demuestra el listado de sus programas locales, y las graduaciones de los diales de todos los aparatos modernos. Sin embargo, las vibraciones por segundo no son unidades que nos resulten naturales, mientras que las longitudes lo son, gracias a las habilidades adquiridas por nuestros antepasados arbóreos. (Si no podían juzgar la distancia hasta la siguiente rama, no podrían haber sido nuestros antepasados). Y por una extraña pero conveniente coincidencia, las longitudes de onda cubiertas por el piano son las mismas que las que tienen la parte más valiosa del espectro radial. Los experimentos pioneros de Hertz fueron llevados a cabo en el extremo izquierdo del teclado; el VHF, la FM y las emisoras de televisión operan en el centro; los radares y satélites de comunicaciones en el derecho. La analogía entre ondas de sonido y ondas de radio es aún más sorprendente cuando consideramos que un órgano de tubo y una antena de radio de la misma longitud sintonizarían también ondas de la misma longitud... aunque sus frecuencias diferirían en un millón.

Y sintonizar fue el secreto para explorar el espectro electromagnético; ahora nos parece cosa hecha, pero los primeros receptores de radio eran sordos al tono, y recogían toda una gama de longitudes de onda al mismo tiempo. Los ingenieros, por tanto, tuvieron que inventar aparatos que pudieran imitar al oído humano en su habilidad para discriminar el tono; hasta entonces, sólo un transmisor podía operar cada vez. Si se conectaba otro, los dos tenían que gritar hasta que el más fuerte prevalecía.

En 1900 Marconi hizo su patente número 7.777, que permitía a los operadores seleccionar la longitud de onda que deseaban recibir, e ignorar todas las demás. Muy pronto pudieron estar en el aire hasta cinco emisoras a la vez. A veces pienso que era el número justo.

Más allá de la ionosfera

Varias veces en la historia humana, nuevas tierras se han abierto de pronto para su explotación y los colonos han corrido a reclamar su parte.

El ejemplo más famoso (ahora encumbrado en la mitología popular), es el del Oeste norteamericano. (Los cinéfilos tal vez habrán advertido que debo a Hollywood el título original de este libro.)^[23]

El territorio codiciado en la «fiebre del oro» electromagnética del siglo veinte no habría podido ser imaginado décadas antes. ¿Qué habría pensado un típico barón ladrón victoriano si le hubieran dicho que había una fuente natural sin explotar que valía no billones, sino *trillones* de dólares, completamente invisible e intocable... y situada a 100 km sobre su cabeza?

La ionosfera también tiene otra característica única; es el único recurso terrestre que nunca podrá agotarse. Si todos los transmisores de radio del mundo se apagaran hoy, quedaría tan intacta como cuando la crearon los primeros rayos del sol, antes de que comenzara la vida en la Tierra (de hecho, es posible que la vida no pudiese comenzar, hasta que la ionosfera fue creada, bloqueando las letales radiaciones del espacio).

Las emisoras locales de radio, sirviendo una zona limitada, no necesitan la ionosfera para reflejar sus señales a la Tierra; a veces, ésta puede ser una molestia y causar interferencia de fuentes distantes, sobre todo de noche. Con el establecimiento de las telecomunicaciones globales por radio este espejo natural en el cielo adquirió enorme importancia comercial y política... aunque no hasta que se gastaron fortunas en busca del espejismo de la «onda larga»^[24].

Durante medio siglo, las ondas cortas y medias han conducido gran parte de los negocios, las noticias y el entretenimiento de la humanidad. Es probable que siempre jueguen un papel importante en las telecomunicaciones, porque ninguna tecnología útil se abandona por completo. Pero su dominio terminó el 4 de octubre de 1957, el último día que el planeta Tierra tuvo una sola Luna.

Gran parte del resto de este libro se refiere a la revolución de las comunicaciones producida por los satélites, y he tenido la suerte de estar relacionado con ella desde sus primeros días.

La «Breve Prehistoria» que sigue es por tanto altamente personal, y no he hecho ningún intento (ni habría tenido éxito alguno) por representar el papel de observador por completo desinteresado e imparcial. De hecho, espero que mis comentarios y apartes ocasionales sean más entretenidos que el habitual informe tecnológico cuidadosamente esterilizado.

A lo largo de los últimos treinta años he escrito varias versiones de la historia del comsat, ampliando más detalles a medida que los recordaba, o me los recordaban. La

más completa es tal vez el discurso que di al recibir el octavo premio de la Asociación Internacional Marconi en 1982, cuya citación decía: «Por especificar con detalle los potenciales y los requerimientos técnicos para el uso de satélites geoestacionarios para las comunicaciones globales; por otras innovaciones en comunicaciones y en señales remotas del espacio a lo largo de toda una vida de promoción del uso pacífico de la tecnología espacial avanzada».

Aquí aparece, exactamente como fue pronunciado en el histórico Ridderzaal (Salón de los Caballeros) en La Haya el 11 de junio de 1982, cuando Su Alteza Real el príncipe Claus de Holanda entregó el premio.

III

UNA BREVE HISTORIA DE LOS SATÉLITES DE COMUNICACIONES

En el salón de los caballeros

Su Alteza Real, señora Marconi Braga, mis amables anfitriones de Philips, distinguidos invitados...

Mi gran placer al recibir este premio se dobla al menos por el conocimiento de que ya ha sido ganado por dos buenos amigos, quienes lo merecían mucho más que yo.

El doctor John Pierce fue el primer ingeniero-científico en publicar un detallado análisis técnico sobre los satélites de comunicaciones. Aún más importante, fue la fuerza impulsora tras las primeras demostraciones prácticas con Echo y Telstar. Junto con el doctor Harold Rosen (que jugó un papel similar con los primeros comsats^[25] geoestacionarios), es el verdadero padre de las comunicaciones vía satélite. Ese título se me ha otorgado a veces, pero la honestidad me obliga a rechazarlo. No soy el padre de los comsats, sólo el padrino.

El otro amigo, a quien me encanta ver aquí hoy, es mi vecino del norte el doctor Yask Pal. Le conozco desde los primeros días del proyecto hindú SITE (ver capítulo 33), que dirigió brillantemente después de la desgraciada muerte de su fundador, el doctor Vikram Sarabhai, y cuyo trabajo continúa aún como secretario general de Unispace. Por una feliz circunstancia, me encontraba en Ahmedabad cuando el doctor Pal recibió la notificación de su premio Marconi y se preguntaba cuál sería la mejor manera de utilizarlo. Yash, me gustaría reemprender esa conversación, en cuanto sea posible...

No se trata de falsa modestia (un concepto que todos mis amigos rechazarían con risas histéricas) cuando digo que mi contribución a las comunicaciones vía satélite fue principalmente cuestión de suerte. Dio la casualidad de que me encontraba en el lugar adecuado en el momento oportuno. En el invierno de 1944-45, la Segunda Guerra Mundial estaba obviamente tocando a su fin, y se podía pensar en el futuro una vez más. El doctor Wernher von Braun (otro buen amigo a quien echo mucho de menos) había demostrado que los grandes cohetes eran practicables, para grave detrimento de Londres como blanco y La Haya como lugar de lanzamiento. Era el momento adecuado para revivir la British Interplanetary Society, que se encontraba en animación suspendida desde 1939.

¿Pero cómo podría conseguirse dinero para una empresa tan fantástica como el viaje espacial? Los cálculos anteriores a la guerra realizados por la BIS habían sugerido que una expedición lunar podría costar la suma verdaderamente astronómica de un millón de dólares, y era ridículo imaginar que los gobiernos fueran a gastar cantidades tan asombrosas en proyectos puramente científicos. Tendríamos que encontrar el dinero nosotros mismos; ¿había alguna forma en que los cohetes pudieran ganarse la vida con honradez? Se sugirió enviar el correo por cohete, pero

ésa parecía una aplicación bastante limitada, y podría tardarse algún tiempo en superar la mala publicidad generada por las V2.

Yo reflexionaba sobre estos temas en mi tiempo libre como oficial de radar de la RAF, mientras ayudaba a dirigir el sistema GCA (Ground-Controlled Approach) inventado por el doctor Luis W. Alvarez y su equipo del Laboratorio de Radiación (ver capítulo 24). Este sistema operaba a la entonces fantásticamente alta frecuencia de diez gigahertzios, produciendo rayos de una anchura de una fracción de grado. Puedo recordar, con cierto embarazo, haber usado el viejo y querido Mark 1 para emitir señales a la Luna, y esperado el eco tres segundos más tarde (como es obvio, la energía disponible debería haber sido órdenes de magnitud demasiado baja).

Así que las comunicaciones y la astronáutica estaban inextricablemente engarfidadas en mi mente, con resultados que ahora parecen inevitables. Si yo no hubiera propuesto la idea de relés geoestacionarios en mi carta al *Wireless World* de febrero de 1945, desarrollándola en más detalle el octubre siguiente, media docena de personas lo habría hecho rápidamente. Sospecho que mi primera revelación tal vez hiciera avanzar la causa de las comunicaciones espaciales alrededor de quince minutos.

O tal vez veinte. Mis esfuerzos por promocionar y hacer pública la idea quizá fueran mucho más importantes que concebirla. En 1952, *The Exploration of Space* introdujo los satélites de comunicaciones a varios cientos de miles de personas, incluyendo a John Pierce, a quien conocí en mayo de ese año e hice todo lo posible por convertir en cadete espacial (ya lo era en secreto, pero como director de investigaciones electrónicas en Bell Labs tenía que ocultar tan desafortunadas aberraciones). Cuando publicó su influyente «Relés radio-orbitales» en mayo de 1955, ni siquiera había visto mi propio estudio de una década antes; pero por supuesto no tenía ninguna necesidad: la simple sugerencia fue suficiente para un ingeniero del calibre de John.

Desde la perspectiva de hoy, es divertido advertir que ese artículo fue publicado en *Jet Propulsion*, el periódico de la American Rocket Society. Poco después, la ARS se convirtió en el American Institute of Aeronautics and Astronautics, pero en 1955 no había la más mínima mención a los vuelos espaciales en los estatutos de la sociedad. Incluso se evitaba la palabra «cohetes», por ser considerada demasiado infantil; sólo «propulsión a chorro» era respetable...

En completo contraste, la British Interplanetary Society estaba sólo interesada en los viajes espaciales, y se habría sentido feliz de abandonar los cohetes en cuanto alguien consiguiera inventar la antigravedad. No estoy diciendo que un punto de vista sea superior al otro. El mundo necesita pensadores desinhibidos que no teman hacer especulaciones descabelladas; también necesita ingenieros tozudos y conservadores que puedan hacer que sus sueños se conviertan en realidad. Se complementan unos a otros, y el progreso es imposible sin ambos. Si hubiesen habido investigaciones gubernamentales (¿y me atreveré a decir industriales?) en la Edad de Piedra, ahora

tendríamos unas herramientas de pedernal absolutamente soberbias. Pero nadie habría inventado el acero.

Déjenme terminar compartiendo con ustedes un descubrimiento que he hecho por pura suerte, o *serendipity*, por usar la palabra ahora popular derivada del antiguo nombre de Sri Lanka. Enlaza los días pioneros de la astronáutica europea con el gran hombre en cuyo honor nos reunimos hoy.

En 1939, la British Interplanetary Society buscaba siempre publicidad, y durante varias semanas nos enzarzamos en una guerra verbal contra los escépticos de las dignas páginas de *The Listener* de la BBC, hasta que el director declaró al final que «este tema está zanjado». Había olvidado por completo la controversia provocada por una charla radiofónica, «La vida y yo», del doctor W. E. Barnes, entonces obispo de Birmingham. Contiene palabras que resultan tan relevantes hoy como cuando fueron pronunciadas hace cuarenta y tres años:

No es posible que la Tierra sea el único planeta donde existe vida. En otros planetas de otras estrellas debe haber inteligencia, seres con mente, algunas más desarrolladas que las nuestras, y los mensajes sin hilos de esos seres inteligentes deben de ser posibles. La única vez que vi a Marconi, me habló de su búsqueda de esos mensajes. Hasta ahora hemos fracasado y no hemos podido encontrarlos.

(The Listener, 9 de febrero de 1939)

Sí, hemos fracasado. Pero un día tendremos éxito. Y entonces el último y más grande sueño de Marconi se habrá cumplido.

«Estás en rumbo de planeo... creo»

Cuarenta años antes de mi invitación a La Haya, me encontraba al otro lado del mar del Norte, vigilando la costa de Holanda ocupada por los nazis con el recién inventado radar de microondas, vistiendo un uniforme de oficial de la RAF que era aún más nuevo. El corazón de nuestro transmisor de tres gigahertzios era el secreto más importante de la guerra: el magnetrón de cavidad, inventado en 1940 por Boot y Randall en la Universidad de Birmingham. Éste generaba ondas de radio de 1 cm de largo, cuya energía carecía de precedentes, haciendo así posible los radares voladores que ganaron la vital Batalla del Atlántico.

Cuando el principal consejero científico de Gran Bretaña, sir Henry Tizard, llevó a Norteamérica el primer magnetrón experimental, el curso de la guerra cambió en un fin de semana (el del 28 al 30 de septiembre de 1940), en una reunión que estableció el famoso Laboratorio de Radiación del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT).

El feo bloque de cobre de sir Henry fue más tarde considerado el cargamento más valioso que jamás alcanzara las costas de Estados Unidos: aunque la bomba atómica terminó la guerra, sin el magnetrón tal vez se habría perdido mucho antes de que el Proyecto Manhattan se hubiera puesto en marcha.

Sin embargo (y éste es uno de los mayores interrogantes de la historia), los científicos japoneses habían creado y probado un aparato idéntico *un año antes que los ingleses*. Si hubieran continuado desarrollando su invento, ahora viviríamos en un mundo muy distinto.

En 1941, el jefe de escuadrilla Edward Fennessey (más tarde director de Post Office Telecommunications) me llamó al cuartel general y me acribilló a preguntas. Al parecer quedó satisfecho con mis respuestas, pues poco después me encontré en un aeródromo en Cornualles con un puñado de jóvenes científicos e ingenieros del Laboratorio de Radiaciones. Estaban probando un nuevo sistema de radar llamado GCA (Ground-Controlled Approach), diseñado, para variar, para hacer algo constructivo. *Podía hablar* con los aviones y hacerlos descender, en vez de derribarlos.

El jefe del equipo, e inventor del GCA, acababa de marcharse a Estados Unidos, en una misión de la que nadie sabía nada. Cuando conocí a Luis Álvarez diez años más tarde, había ayudado a construir la bomba atómica e iba camino de ganar el premio Nobel. A menudo me he preguntado qué habría pensado de esta irónica coincidencia el inventor de la dinamita.

Trabajar con el equipo del GCA tuvo una influencia decisiva en mi vida. Por primera vez conocía a científicos de verdad, y me encontraba ante la tecnología electrónica más avanzada. Muchos años después (en 1963), dedicaría mi única novela

que no es de ciencia ficción, *Glide Path*, a Álvarez y sus colegas. Ahora sólo continúo en contacto con dos de ellos, el teniente Noel Jolley, cuya unidad GCA patrulló el Pacífico, y el doctor Charles (Bert) Fowler, que más tarde sería presidente del influyente Comité de Defensa Científica del Pentágono.

Luis murió en 1988, después de una espectacular carrera donde se encuentran la construcción de gigantescos aceleradores de partículas, el descubrimiento de una reacción nuclear de «fusión fría» que todavía no tiene aplicaciones prácticas (a pesar de recientes falsas alarmas) y el uso de rayos cósmicos para demostrar que no hay cámaras ocultas en la Gran Pirámide. Sin embargo, su contribución más famosa se produjo al final de su vida, cuando con su hijo Walter, geólogo, propuso que la extinción de los dinosaurios y muchas otras especies hace unos sesenta y cinco millones de años fue causada (o al menos acelerada) por el impacto de un meteorito gigante. Aunque en una de sus últimas cartas me decía que esto no es ya una hipótesis sino un hecho indiscutible, algunos geólogos siguen buscando explicaciones más mundanas.

Como el GCA fue un elemento clave en mis reflexiones sobre los satélites de comunicaciones, me gustaría citar un artículo, técnicamente correcto pero no del todo serio, que publiqué en *The Aeroplane* el 23 de septiembre de 1949. Como el título sugiere, en aquellos días pioneros los pilotos a veces necesitaban gran cantidad de persuasión antes de seguir nuestras instrucciones por radio^[26].

La única unidad existente del GCA Mark 1 había sido construida a mano en el MIT, con fines puramente demostrativos, para probar que el principio de «charla» funcionaría con todo tipo de pilotos y aparatos. Ocupaba dos camiones grandes (el Mark 2 operativo empleaba un solo camión y un tráiler), y era con toda probabilidad el aparato electrónico más complejo existente en aquella época.

El Mark 1 estaba siendo probado en Estados Unidos, al parecer sin despertar gran excitación, cuando fue descubierto casi por accidente por un científico de la defensa británica, el doctor Richard Grey, quien advirtió de inmediato su importancia y consiguió «capturar» a todo el equipo y cargarlo en un barco de guerra británico. También secuestró al doctor Álvarez y su equipo, enviándolos al Reino Unido con una prioridad tan alta que desalojaron a Bob Hope del avión en Shannon. Me temo que he olvidado el comentario que hizo Bob cuando se quedó en tierra.

El equipo fue montado de nuevo en Elsham Wolds, entonces una estación de bombarderos, donde se hicieron con éxito las primeras pruebas. Por desgracia, no mucho después un genio decidió que el tiempo en Elsham era demasiado bueno, y ya que el GCA se suponía que era un sistema de detección ciego, debería ir a una estación cerrada más o menos permanentemente por las condiciones climatológicas. Así que la unidad fue trasladada a Davistowe Moor, en las más remotas profundidades de Yorkshire.

Sólo vi este aeródromo en la estación de las lluvias, que probablemente no duran todo el año, pero cuando llegué allí, como oficial técnico en entrenamiento,

encontramos a los científicos norteamericanos ampliando su ya excelente vocabulario sobre los transformadores caducados, y quejándose con amargura de que su maquinaria no estaba construida para funcionar bajo el agua. De noche, cuando el equipo se desconectaba y se enfriaba, la niebla se colaba alegremente en todas las rendijas, llenando de humedad los circuitos de alto voltaje, de forma que había breves pero espectaculares fuegos artificiales por la mañana. Por suerte la unidad fue trasladada a St. Ewal, cerca de Newquay, Cornualles, antes de que todo el aparato se estropeará; y fue aquí donde el Mark 1 prestó la mayor parte de su servicio a la RAF.

Probar un aparato experimental de guía ciego en estaciones operativas tiene sus desventajas. Teníamos nuestros propios Oxfords y Ansons, que conseguían acercarse a extrañas pistas (e incluso con el viento de cara en la pista que usábamos) cuando el control de vuelo intentaba hacer aterrizar un aparato. Esto no ayudó a nuestra popularidad.

Para empeorar las cosas, ya que no había un emplazamiento fijo para los aparatos, los grandes camiones del GCA y su flotilla de camiones de servicio, furgonetas NAAFI y los coches de los visitantes tenían que colocarse en una de las pistas en desuso, cerca de la intersección principal. Con demasiada frecuencia, un cambio de viento demandaba que toda la unidad se retirara con rapidez, un movimiento al que nos resistíamos con uñas y dientes, ya que requería reajustar los controles y desenchufar todos nuestros cables. Había tantos, de 2,5 cm o más de grosor, enlazando los dos vehículos, que a veces parecía un encuentro de calamares acorazados, pero con el tiempo lo tuvimos todo tan controlado que podíamos cambiar de posición en unos veinte minutos.

Los oficiales de control de vuelo se acostumbraron a ver lo que parecía un grupo salido de un circo avanzando por la pista, girando en un cruce y luego avanzando campo a través con sublime indiferencia a un centenar de metros del borde de la pista en uso. Una vez tuvimos un fallo de cálculo y encontramos a un escuadrón de Spitfires despegando tras nosotros. Por suerte, nuestros camiones de veinte toneladas aceleraron y llegaron a la zona de hierba a tiempo.

Algunos de los emplazamientos del GCA estaban en lugares más razonables, fuera del perímetro, y uno estaba rodeado por un hermoso escenario de bombarderos Liberator estrellados. Siempre cuidábamos de explicar a nuestros visitantes que habían llegado allí sin nuestra ayuda.

El equipo norteamericano original todavía estaba con nosotros, durante la primera parte en St. Eval, aunque el doctor Álvarez había regresado ya a Estados Unidos. Por cierto, Álvarez distaba mucho de ser el concepto popular de científico. Tenía licencia de piloto, y fue uno de los mejores, quizás incluso el primero, de los controladores GCA.

Según la leyenda, podía hacer que un avión descendiera tranquilamente incluso cuando los tubos de rayos catódicos chasqueaban en todas direcciones, los frenéticos mecánicos se arrastraban bajo sus piernas y el humo surgía de sus paneles. Además,

era un experto en batir «resistencia de ventas», de la que había muchas en aquellos días, sobre todo en los sistemas rivales.

Cuando el doctor Álvarez regresó a Norteamérica, algunos de nosotros supusimos la razón; pero no supimos hasta mucho después que fue uno de los miembros del equipo creador de la bomba atómica en Tinian en agosto de 1945. Su ayudante, el doctor George Comstock, permaneció a cargo hasta que regresó el resto del equipo. Nuestro recuerdo más querido de George es el de su última noche en Inglaterra, tumbado en la cama y leyendo ávidamente algo llamado *Los asesinos de los rayos gamma*.

Con la ayuda de los norteamericanos, entrenamos a un equipo de mecánicos de la RAF, operadores y controladores que más tarde formarían el núcleo del imperio GCA. Pero en gran medida estábamos solos, y no podíamos acudir a los expertos cuando algo salía mal... cosa que era muy frecuente. Nunca se pretendió que el Mark 1 construido en laboratorio fuera usado de continuo, mes tras mes, para entrenamiento e innumerables demostraciones en un país extranjero... y dirigido por gente que no lo había visto crecer a partir de un plano.

A veces pensábamos que todo el mundo en la RAF con cargo superior a capitán nos visitó en un momento u otro. Normalmente se marchaban pensativos, si no convencidos. Había ocasiones en que el grupo del camión de control era tan grande que los comodors tenían que quedarse fuera, sentados en la hierba, esperando su turno. Los operadores se acostumbraron a trabajar con una masa apretujada de humanidad respirándoles en la nuca.

También se acostumbraron a la súbita desaparición de todas las señales cuando desconectábamos para prevenir algún fallo incipiente. Si el tiempo era malo y teníamos un aparato en el aire, era una lástima: tendría que pedir a alguien más que le indicara el camino a casa. Como con frecuencia decíamos al oficial de control de vuelo, era fácil conseguir más aviones y pilotos, pero sólo había un GCA y no podíamos correr riesgos con él. Pero el oficial se negaba con tozudez a ver nuestro punto de vista.

En St. Eval cometimos todos los errores imaginables, y bastantes más, hasta dominar la técnica y desarrollar la pauta RT que ahora se ha vuelto universalmente familiar. Nada se podía dar por hecho, y teníamos que aprender a base de prueba y error. Nadie, por ejemplo, parecía seguro de cuál era el mejor rumbo de planeo: cualquier cosa entre dos y cinco grados se sugería para distintos tipos de aviones. Cambiar el rumbo de planeo implicaba reajustes mecánicos en un aparato Heath-Robinson lleno de marchas, manivelas, solenoides y motores selsyn. Como el GCA no estaba emplazado en tierra, sino junto a la pista, los operadores de radar «veían» una imagen distorsionada del acercamiento del aparato: de hecho, el rumbo de planeo aparecía en la pantalla como una hipérbola en vez de como una línea recta.

Esta distorsión era corregida por levas muy peculiares, basadas en sistemas de coordenadas en espiral que giraban una vez durante cada aproximación, excepto

cuando se desprendían de sus barras. Cambiar un rumbo de planeo significaba cambiar una leva, pero un día la leva equivocada se quedó por accidente en la máquina, de forma que hicimos que un pesado bombardero tomara el rumbo de planeo de un caza. No obstante, el piloto informó de que tenía una aproximación excelente, así que decidimos no experimentar más con nuestros clientes, y por tanto todo el mundo empezó a hacerlo a tres grados y medio, lo supieran o no.

El mayor fallo que tuvimos con el Mark 1 podría haber tenido serias consecuencias si nuestro avión no hubiera llevado observadores que mantenían los ojos abiertos mientras el piloto obedecía nuestras instrucciones, para así interrumpir el acercamiento si algo iba obviamente mal. Un día, el pasajero del avión era un científico civil cuyo progreso de estación en estación quedaba siempre marcado por el rastro de documentos secretos olvidados que dejaba en su estela. Era la primera vez que visitaba el GCA, y toda la fe que tenía en el sistema quedó hecha trizas cuando descubrió que su avión descendía en el mar a varios kilómetros de la costa, mientras el controlador decía: «En la pista, te falta un kilómetro, lo estás haciendo muy bien...». Aguantó todo lo que pudo, hasta que tocó con amabilidad al piloto en el hombro y le sugirió que el deprimente escenario húmedo de abajo tenía poco parecido con la pista 320.

Más tarde se descubrió que el inexperto operador de radar había detectado otro avión, y estaba siguiendo a alguien que hacía un acercamiento visual normal, así que en efecto «lo estaba haciendo muy bien», mientras que nuestro aparato se había perdido. A la larga, el error fue afortunado, pues enfocó nuestra atención en el problema de identificación y causó mejoras en las técnicas de control. Pero pasó bastante tiempo antes de que lo superáramos.

St. Eval fue uno de los primeros aeródromos en ser equipados con FIDO (Fog Investigation Dispersal Operation), cuya instalación fue colosal, quemando un millar de galones de gasolina por minuto. No sólo había una doble fila de quemadores por toda la pista principal, sino varias murallas de fuego situadas también en ángulo recto. Cuando todo el sistema se encendía, iluminaba la mayor parte de Cornualles y causaba confusión entre los bomberos de 80 km a la redonda.

Durante mucho tiempo, se intentó hacer un aterrizaje combinado GCA-FIDO, pero el persistente buen tiempo lo impidió. Por fin conseguimos lo que queríamos: una densa niebla con visibilidad cero. Era tan mala que el avión nunca podría haber despegado sin la ayuda de FIDO.

A medianoche, todo quedó preparado. La escena parecía surgida del Infierno de Dante: había grandes columnas de fuego ardiendo a cada lado, nubes de vapor alzándose en la niebla, y un calor como el de un horno abierto golpeándonos en la cara^[27], pues estábamos sólo a unos 30 m de los quemadores más cercanos. El avión esperaba la orden de despegue, y en los camiones GCA los trazos de rayos catódicos eran normales, dibujando en las pantallas las imágenes radar. En ese preciso instante, el aparato que hacía girar la antena (360° de visión) decidió que ya había tenido

suficiente, y se detuvo, rompiendo la mitad de sus dientes en el proceso.

Nuestro sistema conjunto de control de tráfico quedó así completamente ciego: pero las antenas del sistema de aterrizaje estaban todavía funcionando, dándonos una imagen de unos 30° de ancho, centrada en la pista, y apuntando en la misma dirección del viento. Se decidió correr el riesgo manteniendo el avión en el estrecho sector de 30° (¡una duodécima parte del cielo!) y usando el sistema de aterrizaje, que ahora era todo lo que teníamos, para control y acercamiento.

En el momento en que el avión despegó, desapareció de nuestro sector ciego en 330°, pero de inmediato giramos 180° y pronto reapareció. Se le permitió volar en la dirección del viento durante unos cuantos kilómetros (no nos atrevíamos a dejar que se alejara demasiado, pues el sistema de aterrizaje tenía un alcance de menos de 16 km), y entonces viró para regresar. El piloto no pudo aterrizar: se encontró en el borde de la pista, pero la visibilidad era tan mala que sólo podía ver una sola fila de quemadores FIDO y no sabía en qué parte de la pista estaba. La maniobra tuvo que repetirse, y por suerte el segundo intento tuvo éxito, a pesar de los intentos de la tormenta inducida por FIDO para desviar al aparato de su curso.

Esa hazaña fue una de las últimas de la carrera del Mark 1. Ya había funcionado seis meses más de lo que se pretendía, y nos enorgullece mucho el hecho de que, antes de que fuera finalmente desmontado, funcionara tan bien como siempre, gracias a los extensos remiendos y reconstrucciones parciales. Pero los Mark 2 estaban ya en camino, y el equipo GCA se trasladó a un nuevo aeródromo que sería todo (o casi todo) suyo.

El Mark 1 hizo el viaje, pero nunca volvió a ser montado, y al final pereció en una orgía caníbal. Mucho tiempo después me encontré con los vehículos desguazados en un solar, y me entristecí al recordar algunos de los momentos más felices y exasperantes de mi vida. *Requiescat in pace.*

«Cómo perdí mil millones de dólares en mi tiempo libre»^[28]

Mi contribución a los satélites de comunicaciones empezó de forma bastante modesta cerca de Stratford-upon-Avon en la primavera de 1945. Allí me vi pacíficamente envuelto (toda mi guerra fue pacífica, por fortuna) en entrenar a hombres y mujeres para mantener y operar los GCA Mark 2 que ahora salían de la línea de montaje. Aunque el trabajo era fascinante, me dejaba mucho tiempo para pensar en los viajes espaciales, mi principal interés desde que me uní a la British Interplanetary Society en 1935. (También me dejaba tiempo para escribir ciencia ficción, pero ésa es otra historia, vean *Astounding Days*).

Debido a la guerra, la BIS se hallaba en estado de animación suspendida, aunque eso no importaba demasiado en lo que concernía al resto del mundo. La sociedad había sido fundada por un hombre notable, el ingeniero P. E. Cleator, en 1933, y en su momento álgido llegó a tener algo más de un centenar de miembros (hoy tiene cuatro mil). Un duro núcleo de una docena de entusiastas se mantuvo en contacto, por correo y a través de encuentros ocasionales, a lo largo de la guerra.

A principios de 1945 el conflicto europeo había acabado y el final se veía tenuemente, así que empezamos a hacer planes para nuestras actividades de posguerra. Así me vi envuelto al mismo tiempo en electrónica, astronáutica y ciencia ficción, que ahora el público general tomaba mucho más en serio desde que las V2 demostraron que los cohetes de largo alcance eran una propuesta practicable (a pesar de las opiniones de numerosos «expertos», uno de los cuales declaró categóricamente: «Mi familia ha fabricado fuegos artificiales durante cien años. Puedo asegurarles que ningún cohete cruzará el canal de la Mancha.»).

Asumiendo un punto de vista algo más optimista, escribí una carta a la revista británica *Wireless World*, que la publicó en su número de febrero de 1945 bajo el titular, «¿V2 para investigaciones en la ionosfera?». Yo señalaba que los cohetes que caían sobre Londres en ese mismo momento podrían ser utilizados en «un inmediato proyecto de investigación después de la guerra» para llevar instrumentos científicos a las capas E1 y F1. Con el desarrollo de una segunda etapa, se podría alcanzar velocidad orbital, y sería posible tener una carga instrumentada:

circundando la Tierra permanentemente fuera de los límites de la atmósfera y emitiendo información mientras duren las baterías, ya que el cohete estaría en la zona de luz solar la mitad del tiempo, el período de funcionamiento podría prolongarse indefinidamente con el uso de elementos termoacoplados y fotoeléctricos.

Estos avances no demandan nada nuevo en cuanto a recursos técnicos; el primero y es probable que el segundo estarán

disponibles dentro de cinco o diez años. Sin embargo, me gustaría terminar mencionando una posibilidad del futuro más remoto... quizá dentro de medio siglo.

Un «satélite artificial» a la distancia correcta de la Tierra daría una rotación cada veinticuatro horas, es decir, permanecería estacionario sobre el mismo punto y estaría dentro del alcance óptico de casi la mitad de la superficie terrestre.

Tres estaciones repetidoras, separadas 120° en la órbita correcta, darían cobertura de televisión y microondas a todo el planeta. Me temo que esto no va a tener ningún uso para nuestros planificadores de la posguerra, pero creo que es la solución definitiva al problema.

Ese «dentro de medio siglo» (¡es decir, 1995!) hace que parezca un conservador marchito. Pero por favor recuerden que cuando escribí esta carta la guerra en Europa todavía continuaba, y después de eso nadie podía suponer cuánto tiempo se tardaría en tratar con Japón. Y, por supuesto, yo todavía pensaba en términos de grandes estaciones espaciales atendidas por hombres: el transistor y su prole todavía se encontraban en el futuro.

Otra persona que estaba pensando en líneas similares era el desaparecido George O. Smith, radio-ingeniero y escritor de ciencia ficción, cuya serie de *Venus Equilateral* empezó con «QRM Interplanetario» en el *Astounding Science Fiction* de octubre de 1942 y continuó a lo largo de trece historias en otros tres años. Se referían a una estación retransmisora de radio en la posición troyana situada a 60° sobre Venus, colocada allí para mantener las comunicaciones entre la Tierra y Venus cuando el Sol bloqueaba el rumbo directo entre los dos planetas. Como escribí en mi introducción a *The Complete Venus Equilateral* (Ballantine Books, 1976): «Aunque ha habido muchos relatos sobre “estaciones espaciales” mucho antes que la serie de *Venus Equilateral* (“Power Planet” de Murray Leinster es un ejemplo clásico de los primeros años treinta), George Smith fue con toda probabilidad el primer escritor — desde luego el primer escritor técnicamente cualificado — en advertir su uso para las comunicaciones espaciales. Por tanto, es posible que estas historias me influyeran en mi subconsciente». (La persona que me señaló esto es otro gran aficionado a la ciencia ficción, el doctor John Pierce, que hace frecuentes apariciones en este libro).

En este punto, son necesarias unas cuantas notas históricas más. A veces me han acreditado con el descubrimiento de la órbita estacionaria, cosa que por supuesto es ridícula. Nadie podría haberla descubierto, ya que su existencia estaba perfectamente clara desde la época de Newton (¡si no de Kepler!). Me hubiese sorprendido que no apareciese con frecuencia en la literatura astronómica, tal vez cuando Asaph Hall descubrió los satélites de Marte en 1877. La pequeña luna exterior Deimos no está muy lejos de la órbita estacionaria, y Phobos está dentro de ella.

El pionero ruso Tsiolkovski dio el concepto por hecho pero no lo desarrolló; la radio, por supuesto, estaba en su infancia cuando escribía a principios de siglo. No

fue hasta 1928, cuando el misterioso capitán austriaco H. Potocnik, escribiendo bajo el seudónimo de Hermann Noordung, desarrolló los aspectos de ingeniería de las estaciones espaciales tripuladas en gran detalle... ¡las colocó en órbita estacionaria! Naturalmente, asumió que había enlaces por radio entre la Tierra y la estación.

Aunque yo no sabía nada de esto en 1945 (nunca había visto sus libros en aquella época, y mucho menos soñaba que sería invitado en mi casa seis años después), Hermann Oberth parece haber sido la primera persona que asoció específicamente las estaciones espaciales y la comunicación. En su primer libro, *The Rocket into Planetary Space* (1923), lo hizo de una forma muy interesante:

Con sus poderosos instrumentos podrían ver pequeños detalles en la Tierra y comunicarse por medio de espejos que reflejaran la luz del Sol. Esto podría ser útil para las comunicaciones con lugares que no tuvieran conexiones por cable y no puedan ser alcanzados por las ondas eléctricas.

Ya que, suponiendo que el cielo estuviera despejado, podrían ver una llama ardiendo en la noche y un reflejo en un espejo de mano durante el día, si supieran dónde y cuándo mirar, podrían mantener comunicaciones entre expediciones y su tierra natal, colonias distantes y su madre patria, barcos en el mar... El valor estratégico es obvio sobre todo en caso de guerra en zonas de baja densidad de población...

Esta cita (extraída del libro de Willy Ley *Rockets, Missiles and Men in Space* [Viking, 1969]) es realmente impresionante, pero también dice mucho del primitivo estado de la radio a principios de los años veinte, antes de que se descubriera el enorme e insospechado potencial de la onda corta. Willy Ley me dijo una vez: «¿Sabes por qué Oberth nunca inventó el satélite relé de radio? Porque cuando escribía, las estaciones radiotelegráficas tenían antenas de onda larga que cubrían kilómetros cuadrados de terreno».

Sin embargo, esta explicación no parece muy buena, a la vista de que incluso en 1923 Oberth había concebido reflectores solares orbitales de un centenar de kilómetros de diámetro, para fundir los icebergs y aliviar el invierno en las latitudes altas.

El 25 de mayo de 1945 compuse un memorándum de cuatro páginas describiendo de forma concisa todo el concepto de los satélites geoestacionarios, y escribí con cuidado a máquina las cuatro o cinco copias en carbón que eran todo lo que mi Remington portátil silenciosa podía manejar (¿se acuerda alguien de las copias en papel carbón... o quiere hacerlo?). Envié la primera a Ralph Slazenger (de la famosa firma de artículos deportivos), que se había unido a nosotros en nuestros intentos de revivir la British Interplanetary Society. Por suerte, la guardó y me la devolvió muchos años más tarde en perfecto estado. Ahora está en el National Air and Space Museum, Washington DC; para la conferencia mundial de 1979 de consejeros de radio en Ginebra (WARC 79), INTELSAT reprodujo varios miles de copias, tan bien

que no se pueden distinguir del original. Como Muestra A en el stand de INTELSAT, las firmé durante horas para los VIPS visitantes.

Este corto memorándum fue el precursor de un trabajo más detallado, preparado para un público posiblemente escéptico, que envié a *Wireles World* el 7 de julio de 1945. Aunque algunos miembros del consejo de dirección discutieron que no estaban publicando una revista de ciencia ficción, apareció en el número de octubre bajo el título «Relés extraterrestres». Puede que fuera una de las primeras apariciones impresas del término «E.T.», ahora tan familiar. El nuevo título era por cierto mucho más informativo que mi original, «El futuro de las comunicaciones mundiales».

Las pruebas llegaron unos días después de Hiroshima, y con rapidez añadí una posdata demasiado entusiasta sobre el impacto de la energía nuclear sobre la astronáutica.

De hecho, pasaron diecinueve años antes de que el primer cohete atómico fuera lanzado (Rover, Phoebus, 1964), y el programa fue luego abandonado después de que se gastaran más de mil millones de dólares en él. Pero algún día el trabajo se reemprenderá; alguna forma de propulsión nuclear será necesaria para las exploraciones a larga escala del sistema solar.

El artículo, que aparece en el Apéndice, contenía cuatro páginas y cuatro diagramas. Es probable que sea recordado cuando toda mi ficción se olvide.

Por supuesto, a menudo me han preguntado por qué no intenté patentar la idea. La respuesta es simple: falta de imaginación. Ni por un momento soñé, en aquellos meses finales de la guerra, que el primer rudo comsat (SCORE, diciembre de 1958) estaría en órbita trece años más tarde, y que las operaciones comerciales comenzarían a los veinte. Ahora sé que, con toda probabilidad, no podría haber patentado la idea en 1945 ni siquiera aunque lo hubiera intentado. Un amigo abogado, que también intenta con honradez ganarse la vida escribiendo ciencia ficción, estudió el asunto y resumió sus conclusiones en un artículo-relato, «The Lagging Profession» (publicado originalmente en *Analog*, enero de 1951, y reeditado en el sexto *Annual of the Year's Best SF*).

Por lo que llego a comprender de mentes legales y las complicaciones laberínticas de la ley de patentes, deduzco por la tesis de mi amigo Leonard Lockhard^[29] que a) yo no podría haber patentado los comsats en 1945; b) si lo hubiera hecho, la patente habría sido luego invalidada, y c), si hubiera sido válida, no habría servido de nada. En apoyo de este argumento, tan animoso para todos los futuros inventores, citó el notable caso de Moffet contra Fiske.

El almirante Fiske fue lo bastante ingenuo para patentar el aeroplano transportador de torpedos en 1912. La Marina (¿he de añadir «por supuesto»?) no quiso saber nada de una idea tan descabellada, y se sorprendió un poco cuando el almirante la demandó mucho más tarde y consiguió 198.500 dólares. Pero, ay, en la apelación el caso fue sobreseído, y el Tribunal Supremo argumentó que el almirante no tendría que haber conseguido su patente de 1912 porque en aquella época no había

aviones capaces de transportar torpedos, y ningún torpedo capaz de soportar el *shock* de ser lanzado desde un aeroplano. No fue de ninguna utilidad para el pobre almirante tratar de demostrar que esos avances eran sólo cuestión de pocos años, y que los hechos le habían dado plenamente la razón. No fue reconocido, y sólo demostró la verdad de la frase: «Una patente no es más que una licencia para demandar (o ser demandado)». Es fatal estar demasiado adelantado a tu tiempo, y hoy en día, ese «demasiado» se cifra en unos cinco años.

Aunque hubiera conseguido colar una patente a los examinadores en 1945, hay otro aspecto punzante en la situación. La vida de una patente es de diecisiete años, así que habría expirado justo cuando la Communications Satellite Corporation se fundaba...

Sin embargo, estoy seguro de que había todo tipo de recursos que podría haber explotado si hubiera sido mejor hombre de negocios, y si me hubiera dado cuenta de lo rápido que la astronáutica iba a despegar. Tal vez podría haber registrado unas cuantas marcas (COMSAT, por ejemplo...) y así me habría convertido en una rémora, para interceptar unos cuantos de los miles de millones de dólares que pronto serían invertidos en el cielo.

Pero no me amarga demasiado haber perdido el barco (o el cohete), y mi ecuanimidad no se debe sin duda a ninguna nobleza de carácter. Siento que he recibido todo el respeto que se me debía en términos de reconocimiento de la gente que realmente cuenta, empezando por el premio del Instituto Franklin y su medalla Stuart Ballantine en 1963. Esta medalla de oro (para logros en comunicación) había sido concedida con anterioridad a John Pierce, Claude Shannon y los equipos que inventaron el transistor, el máser y el láser. Con semejante compañía, me siento un impostor.

Pues las personas que merecen el verdadero reconocimiento por los satélites de comunicaciones son aquellas que tuvieron que convertir mis planes sobre el papel en máquinas que funcionaran sin defectos durante meses y años venideros, a miles de kilómetros de la Tierra. Yo no arriesgué más que unas cuantas horas de mi tiempo, pero otros hombres arriesgaron sus reputaciones y sus carreras.

«Si tenéis un mensaje...»

Sea cierto o no que Sam Goldwyn dijo a sus guionistas «Si tenéis un mensaje, usad Western Union», siempre lo he considerado un consejo excelente. El primer deber de la ficción es entretener, no instruir, y aún menos hacer propaganda. En este tema, el más grande de todos los escritores de ciencia ficción tal vez sirva como una útil advertencia. H. G. Wells, según recalcó alguien con acierto, «vendió su primogenitura por un plato de mensaje». Dados los problemas y abusos que H. G. intentó rectificar incansablemente, fue un noble defecto, pero un defecto que siempre he intentado evitar.

No obstante, debo confesar que a veces he utilizado mis relatos para hacer propaganda a causas que parecían de importancia o de valor, sobre todo los viajes espaciales. Cuando H. G. Wells escribió *Los primeros hombres en la Luna* (*The First Men in the Moon*), ciertamente no intentaba promover la astronáutica, pero yo intenté exactamente eso con *Prelude to Space* (escrito en 1947, diez años antes del Sputnik 1, y publicado en 1951). En el capítulo 4, como una de las ventajas de la investigación espacial, hice hincapié en el potencial de los satélites para las comunicaciones, a través de la voz del relaciones públicas de «Interplanetary's»: «Las grandes compañías de radio y televisión tenían que salir al espacio, era la única forma de poder emitir televisión a todo el mundo y proporcionar un servicio de comunicaciones universal».

Di muchos más detalles al año siguiente (1952), con *Islands in the Sky*. Como escribía en la Primera Edad de la Neo-Electrónica, antes de la llegada del transistor, así es cómo imaginé a los comsats:

... Sólo llevábamos unos pocos minutos fuera de horario cuando entramos dramáticamente en la órbita de la Estación Relé Dos, que se encuentra sobre la latitud 30 Este, en el centro de África. Ya estaba acostumbrado a ver objetos peculiares en el espacio, así que la primera visión de la estación no me sorprendió en lo más mínimo. Era un plano entramado rectangular, con un lado apuntando a la Tierra. Cubriendo su cara había cientos de pequeños reflectores cóncavos, los sistemas de enfoque que lanzaban las señales de radio al planeta de abajo, o las recogían desde allí. Nos acercamos con cautela, haciendo contacto con la popa de la estación. Un piloto que dejara pasar su nave por delante de la estación se volvía muy impopular, y además podría causar fallos temporales en un millar de circuitos, ya que bloquearía los rayos de radio, pues todos los servicios a larga distancia del planeta, y la mayoría de las emisoras de radio y televisión, eran transmitidos a través de las estaciones relé. Mientras miraba con más atención, vi que había otros dos conjuntos de sistemas reflectores de radio, apuntando no a la Tierra, sino en las dos

direcciones divergentes en 60° a ella. Enviaban los rayos hacia las otras dos estaciones, de forma que las tres juntas formaban un enorme triángulo que rotaba lentamente al ritmo de la Tierra...

Los relatos cortos «Envío especial» y «La libertad del espacio» (ahora en la antología *The Other Side of the Sky*) tienen un trasfondo similar. Formaban parte de un sexteto escrito a principios de 1957, y que gracias a varias revisiones a toda velocidad pude poner al día para ser publicados en el *Evening Standard* de Londres pocos días después del primer satélite mundial, el Sputnik 1 (4 de octubre). «Envío Especial» narra un minidesastre en los días pioneros de la frontera geoestacionaria, con un robot transportador del tipo que ahora se usa de forma rutinaria para atender las estaciones espaciales Mir y Soyuz. «La libertad del espacio» trata de un asunto que todavía no es de gran importancia práctica, pero lo será... Ambas historias aparecen aquí exactamente como lo hicieron durante el primer mes de la Era Espacial. Por favor, recuerden que los hechos que pretenden describir están ya una década tras nosotros, en algún universo paralelo. Una prueba más de un eslogan que una vez sugerí a mi sindicato, el Science Fiction Writers of America: EL FUTURO YA NO ES LO QUE ERA.

ENVÍO ESPECIAL

Aún puedo recordar la excitación, allá en 1957, cuando Rusia lanzó los primeros satélites artificiales y consiguió colocar unos cuantos kilos de instrumentos en la atmósfera. Por supuesto, entonces yo no era más que un chaval, pero como todo el mundo intentaba localizar aquellas pequeñas esferas de magnesio mientras surcaban el cielo del atardecer a miles de kilómetros por encima de mi cabeza. Es extraño pensar que algunas están todavía allí, aunque ahora están *debajo de mí*, y tengo que mirar hacia la Tierra si quiero verlas...

Sí, han pasado muchas cosas en los últimos cuarenta años, y a veces me temo que la gente de la Tierra considera normales las estaciones espaciales, olvidando la habilidad, ciencia y coraje que hicieron falta para construir las. ¿Con qué frecuencia se paran a pensar que todas sus llamadas telefónicas de larga distancia y la mayoría de sus programas de televisión son transmitidos a través de algún satélite? ¿Y con qué frecuencia hacen caso a los meteorólogos de aquí arriba por el hecho de que los pronósticos del tiempo ya no son el chiste que eran para nuestros abuelos, sino exactos un 99 % de las veces?

La vida fue dura en los setenta, cuando empecé a trabajar en las estaciones exteriores. Entraron rápidamente en funcionamiento para abrir los millones de nuevos circuitos de radio y televisión que estarían disponibles en cuanto tuviéramos transmisores en el espacio que pudieran emitir programas a cualquier parte del globo. Los primeros satélites artificiales estaban muy cerca de la Tierra, pero las tres

estaciones que formaban el gran triángulo de la Cadena Relé tenían que estar a 32.000 km, espaciadas por igual alrededor del ecuador. En esta altitud, y en ninguna otra, tardaban exactamente un día en completar su órbita, y así permanecían por toda la eternidad sobre el mismo punto de la Tierra.

He trabajado en las tres estaciones, pero mi primer servicio fue a bordo de Relé Dos. Está casi exactamente sobre Entebbe, Uganda, y da servicio a Europa, África y la mayor parte de Asia. Hoy es una gran estructura de varios cientos de metros de diámetro que envía miles de programas simultáneos al hemisferio de abajo mientras dirige el tráfico radial de medio mundo. Pero cuando la vi por primera vez desde la portilla del cohete ferry que me llevó a la órbita, parecía un puñado de chatarra a la deriva en el espacio. Partes prefabricadas flotaban en una confusión total, y parecía imposible que de aquel caos pudiera surgir orden alguno.

El alojamiento del personal técnico y las cuadrillas de montaje era primitivo, pues consistía en unos cuantos cohetes ferry fuera de servicio a los que se les había despojado de todo menos de los purificadores de aire. «Las Carcasas», los llamábamos; cada hombre tenía espacio suficiente para sí mismo y medio metro cúbico de pertenencias personales. Había una fina ironía en el hecho de que estuviéramos viviendo en medio del espacio infinito y no tuviéramos sitio para alojar un gato. Fue un gran día cuando oímos que las primeras habitaciones presurizadas venían de camino, completas con cuartos de baño con duchas de chorro que podían funcionar incluso aquí, donde el agua (como todo lo demás), no tenía peso. A menos que hayan vivido ustedes en una nave espacial abarrotada, no apreciarán lo que eso significa. Podríamos arrojar nuestras esponjas humedecidas y sentirnos realmente limpios por fin...

Las duchas no fueron el único lujo que se nos prometió. De la Tierra venía un vestíbulo inflable para albergar no menos de ocho personas, una biblioteca en microfilms, una mesa de billar magnético, tableros de ajedrez flotantes, y novedades similares para los astronautas aburridos. La sola idea de esas comodidades hacía que nuestra apretujada vida en Las Carcasas pareciera soportable, aunque nos pagaban mil dólares a la semana por hacerlo^[30].

Tras zarpar de la Segunda Zona de Reavituallamiento, 3.200 km sobre la Tierra, el cohete ferry que con tanta ansia esperábamos tardaría unas seis horas en alcanzarnos con su cargamento. Yo no estaba de servicio en ese momento, y me coloqué ante el telescopio donde pasaba la mayor parte de mi tiempo libre. Era imposible cansarse de explorar el gran mundo que gravitaba en el espacio junto a nosotros; con la energía superior del telescopio, parecía que estábamos tan sólo a unos pocos kilómetros sobre la superficie. Cuando la visibilidad era buena, podían detectarse objetos del tamaño de una casa pequeña. Yo no había estado jamás en África, pero me acostumbré a conocerla bien cuando no estaba de servicio en la Estación Dos. Tal vez no lo crean, pero a menudo divisé elefantes recorriendo las llanuras, y las inmensas manadas de cebras y antílopes eran fáciles de ver mientras

corrían de un lado a otro como olas vivientes en las grandes reservas.

Pero mi espectáculo favorito era ver salir el Sol sobre las montañas del corazón del continente. La línea de luz barría el océano Índico, y el nuevo día extinguía las diminutas y parpadeantes galaxias de las ciudades que brillaban en la oscuridad por debajo de mí. Mucho antes de que el sol hubiera alcanzado las tierras bajas a su alrededor, las cimas del Kilimanjaro y el monte Kenya destellaban como estrellas brillantes todavía rodeadas por la noche. A medida que el Sol se alzaba más y más, el día avanzaba velozmente sobre sus laderas y valles llenando el mundo de luz. La Tierra estaba entonces en su cuarto creciente, camino de llenarse.

Doce horas más tarde, veía el proceso inverso mientras las mismas montañas captaban los últimos rayos del Sol al ponerse. Destellaban un poco en el estrecho cinturón de la penumbra; luego la Tierra se sumergía en la oscuridad, y la noche caía sobre África.

Ahora no me preocupaba la belleza del globo terrestre. De hecho, ni siquiera miraba la Tierra, sino a una brillante estrella blanquiazul situada sobre el borde occidental del disco del planeta. El carguero automático quedaba eclipsado por la sombra de la Tierra; lo que yo veía era la llamarada incandescente de sus cohetes mientras ascendían 32.000 km.

Había visto con tanta frecuencia la llegada de las naves que nos atendían que conocía de memoria cada paso de su maniobra. Así que cuando los cohetes no se apagaron y siguieron ardiendo firmemente, supe en cuestión de segundos qué iba mal. Lleno de furia desesperada y asfixiante vi todas nuestras ansiadas comodidades (¡y aún peor, nuestro correo!) moverse más y más rápidamente a lo largo de la órbita no deseada. El piloto automático del carguero se había estropeado; si hubiera habido un piloto humano a bordo, se habría hecho cargo de los controles y apagado el motor, pero ahora todo el combustible que tendría que haber impulsado al ferry en su viaje de ida y vuelta estaba siendo quemado en una llamarada continua de energía.

Para cuando los tanques de combustible se vaciaron y aquella estrella distante se apagó y murió en el campo de mi telescopio, las estaciones de seguimiento confirmaron lo que ya sabía. El carguero se movía demasiado rápido para que la gravedad de la Tierra volviera a capturarlo... de hecho, se dirigía al desierto cósmico más allá de Plutón.

Tardamos bastante tiempo en recuperar la moral, y las cosas empeoraron cuando alguien en la sección de ordenadores calculó la historia futura de nuestro carguero errante. Verán, nada se pierde en el espacio. Una vez has calculado su órbita, sabes dónde estará hasta el final de la eternidad. Mientras observábamos nuestro vestíbulo, nuestra biblioteca, nuestros juegos, nuestro correo internándose en los lejanos horizontes del sistema solar, supimos que volverían algún día, en perfecto estado.

Si tenemos una nave dispuesta será fácil interceptar el ferry la segunda vez que dé la vuelta al Sol... a principios de la primavera del año 15.862.

LA LIBERTAD DEL ESPACIO

Supongo que no muchos de ustedes pueden imaginar cómo era la vida antes de que los relés satélites nos dieran nuestro actual sistema mundial de comunicaciones. Cuando yo era niño, era imposible enviar programas de televisión al otro lado del océano, o establecer siquiera contacto radial sobre la curvatura de la Tierra sin detectar todo tipo de chirridos y golpes. Sin embargo, ahora nos parecen normales los circuitos libres de interferencias, y no nos parece extraño ver a nuestros amigos al otro lado del globo tan claramente como si estuviéramos cara a cara. De hecho, podemos decir que sin los relés satélites, toda la estructura del mundo del comercio y la industria se desplomaría. Si no estuviéramos aquí arriba, en las estaciones espaciales, para enviar sus mensajes por todo el globo, ¿cómo creen que las grandes organizaciones comerciales del mundo podrían mantener sus cerebros electrónicos en contacto?

Pero todo esto se hallaba aún en el futuro, a finales de los años setenta, cuando terminamos de trabajar en la Cadena Relé. Ya les he contado algunos de nuestros problemas y desastres; fueron bastante serios en su momento, pero al final los superamos todos. Las tres estaciones establecidas alrededor de la Tierra estaban situadas sobre montones de vigas, cilindros de aire y cámaras de presión de plástico. Su montaje había quedado completado, nos habíamos trasladado a bordo y podíamos trabajar con comodidad, sin el lastre de los trajes espaciales. Y teníamos gravedad, ahora que las estaciones habían empezado a girar lentamente. No gravedad real, por supuesto; pero la fuerza centrífuga parece exactamente igual cuando estás en el espacio. Era agradable poder servir nuestras bebidas y sentarnos sin que la primera corriente de aire se nos llevara flotando.

Cuando las tres estaciones terminaron de ser construidas, todavía nos quedaba por delante un año de trabajo para instalar todo el equipo de radio y televisión que llevaría al espacio las comunicaciones del mundo. Fue un gran día cuando establecimos el primer enlace televisivo entre Inglaterra y Australia. La señal nos fue enviada al Relé Dos, mientras nos encontrábamos sobre el centro de África, y nosotros la transmitimos al Tres (situado sobre Nueva Guinea), y ellos la volvieron a lanzar a la Tierra, clara y despejada después de su viaje de 144.000 km.

Éstas, sin embargo, fueron pruebas privadas de los ingenieros. La apertura oficial del sistema sería el mayor evento en la historia de las comunicaciones mundiales: una elaborada teleemisión global, donde tomarían parte todas las naciones. Sería un espectáculo de tres horas, mientras por primera vez las cámaras en directo surcarían el mundo, proclamando a la humanidad que la última barrera de la distancia había caído.

La planificación del programa, decían algunos cínicos, requirió tantos esfuerzos como la construcción de las estaciones espaciales, y de todos los problemas que los planificadores tuvieron que resolver, el más difícil fue elegir un maestro de

ceremonias para presentar los temas del elaborado programa global que sería visto por la mitad de la raza humana.

El cielo sabe cuántos sobornos, presiones y puñaladas por la espalda se dieron entre bastidores. Todo lo que supimos fue que una semana antes del gran día, un cohete que no estaba previsto llegó a nuestra órbita con Gregory Wendell a bordo. Fue toda una sorpresa, ya que Gregory no era una gran personalidad televisiva como, digamos, Jeffers Jackson en Estados Unidos o Vince Clifford en Gran Bretaña. Sin embargo, parecía que los peces gordos se habían anulado unos a otros, y Gregg consiguió el preciado trabajo a través de uno de esos compromisos tan bien conocidos por los políticos.

Gregg había comenzado su carrera como disc jockey en una emisora de radio universitaria en el Medio Oeste norteamericano, y había ido escalando hasta los circuitos de night-clubs de Hollywood y Manhattan hasta conseguir un programa propio de cobertura nacional. Aparte de su personalidad, cínica aunque relajada, su característica más notable era su profunda voz aterciopelada, debida probablemente a su sangre africana. Incluso cuando estabas en completo desacuerdo con lo que decía (hasta cuando te hacía pedazos en una entrevista), seguía siendo un placer escucharlo.

Lo llevamos a dar una vuelta completa por la estación espacial, e incluso (estrictamente contra las normas), lo llevamos al exterior con un traje espacial. Le encantó todo, pero había dos cosas que le gustaron en particular. «Este aire que hacen ustedes —dijo—, supera al que tenemos que respirar en Nueva York. Es la primera vez que mis problemas de sinusitis desaparecen desde que entré a trabajar en la tele». También apreció la baja gravedad; en la periferia de la estación, un hombre tenía la mitad de su peso terrestre, y en el eje no tenía peso ninguno.

No obstante, lo novedoso del lugar no distrajo a Gregg de su trabajo. Pasó horas en la central de comunicaciones, puliendo su guión y corrigiendo sus entradas, y estudiando las docenas de monitores que serían sus ventanas al mundo. Lo encontré una vez cuando repasaba su presentación de la reina Isabel, quien hablaría desde el palacio de Buckingham al final del programa. Estaba tan concentrado en su ensayo que ni siquiera se dio cuenta de mi presencia.

Bueno, esa tele-emisión es ahora parte de la historia. Por primera vez mil millones de seres humanos vieron un programa que llegaba en «vivo» desde todos los rincones de la Tierra, y era un muestrario de los más grandes ciudadanos del mundo. Cientos de cámaras en tierra, mar y aire cubrían el globo con sus preguntas, y al final apareció aquella maravillosa toma de la Tierra a través de un zoom de la estación espacial, haciendo que todo el planeta retrocediera hasta perderse entre las estrellas...

Hubo algunos contratiempos, por supuesto. Una cámara situada sobre el Atlántico no entró a tiempo, y tuvimos que pasar varios minutos mirando el Taj Mahal. Y debido a un error de interruptores, subtítulos en ruso fueron superpuestos en la transmisión sudamericana, mientras la mitad de la URSS se encontraba intentando leer español. Pero esto no era nada comparado con lo que podría haber sucedido.

A lo largo de las tres horas, presentando a famosos y desconocidos con la misma tranquilidad, llegó la meliflua y nunca molesta voz de Gregg. Hizo un trabajo magnífico; las felicitaciones llegaron a cientos un momento después del final de la emisión. Pero él no las oyó; hizo una breve llamada privada a su agente, y se fue a la cama.

A la mañana siguiente, el ferry con destino a la Tierra esperaba para llevarle a cualquier trabajo que quisiera aceptar. Pero se marchó sin Gregg Wendell, ahora locutor de la Estación Relé Dos.

—Pensarán que estoy loco —dijo, sonriendo felizmente—, ¿pero para qué regresar a esa carrera de ratas de allá abajo? Tengo todo el universo para contemplar, puedo respirar aire libre de contaminación, y la baja gravedad me hace sentirme un Hércules, y mis tres queridas ex esposas no pueden alcanzarme. —Lanzó un besito de despedida al cohete que zarpaba—. Hasta la vista, Tierra. Volveré cuando eche en falta los atascos de tráfico de Broadway y los amaneceres empañados desde los áticos. Y si siento nostalgia, puedo contemplar cualquier parte del planeta con sólo pulsar un botón. Aquí estoy más en el centro de las cosas de lo que podría estarlo jamás en la Tierra, y sin embargo puedo apartarme de la raza humana cada vez que quiera.

Todavía sonreía mientras contemplaba al ferry comenzar la larga caída de regreso a la Tierra, hacia la fama y fortuna que podrían haber sido suyas. Y entonces, silbando alegremente, dejó la sala de observación dando largas zancadas para leer el informe meteorológico para la Patagonia Inferior.

La creación de una luna

Hasta aquí la ficción (o la propaganda). Desde luego nunca soñé, cuando escribí «La libertad del espacio» en enero de 1957, que un día yo formaría parte de una de esas emisiones globales vía satélite, como por ejemplo la celebración por parte de Worldnet del vigésimo aniversario de COM-SAT en 1985.

Es hora de volver al mundo real, y ver qué sucedió. Durante los primeros años cincuenta, la idea de satélites artificiales para investigaciones ionosféricas y meteorológicas empezó a ser ampliamente aceptada por la comunidad científica. Un hecho de importancia en el proceso educativo fue el segundo congreso de la International Astronautic Federation, celebrado en Londres durante septiembre de 1951 bajo los auspicios de la British Interplanetary Society.

El tema del congreso fue «El satélite artificial», y al releer los trabajos casi cuarenta años más tarde me divierte ver lo ambiciosos que éramos la mayoría de nosotros. El énfasis principal se hacía en la construcción de estaciones espaciales tripuladas, y en reabastecer de combustible a las naves dirigidas a otros planetas en órbita... ¡probablemente con cohetes de energía nuclear! Sólo había una breve mención a los satélites de comunicaciones; como yo era presidente de los procedimientos, esto parece un olvido sorprendente. Sin embargo, en aquella época esas baratijas me parecían poco excitantes, y estaba ansioso por correr a la Luna y a Marte.

Por fortuna, algunos de mis colegas tenían mentes más prácticas. Un trabajo ahora histórico a cargo de K. W. Gatland, A. M. Kunesch y A.E. Dixon, titulado «Vehículos satélites mínimos», discutía los cohetes más pequeños posibles que podrían ser puestos en órbita con un gasto mínimo, como «globos metalizados para ser utilizados como reflectores de radio que podrían ser lanzados al espacio». Veremos en el capítulo 29 qué fue de esa idea, sólo una década más tarde.

Otro científico que pensaba en líneas igualmente conservadoras (quizá porque había trabajado con cohetes auténticos, no de papel) era un joven investigador de rayos cósmicos destinado a la Oficina Norteamericana de Investigación Naval en Londres. El doctor Fred Singer hizo la sensata sugerencia de que deberíamos gatear antes de intentar andar (y mucho menos correr), y propuso construir el satélite más pequeño posible que pudiera hacer una labor útil. En una fructífera sesión con el desaparecido A. V. Cleaver (ingeniero jefe de la división de cohetes de Rolls-Royce) y yo mismo, fue creado el acrónimo MOUSE (ratón), siglas de Minimum Orbital Unmanned Satellite of Earth (Aunque «Orbital» es ciertamente redundante, queríamos un nombre que pudiera pronunciarse con facilidad, y produjera sensación de pequeñez). Nuestro plan funcionó; MOUSE recibió amplia publicidad, y jugó un papel clave en los hechos siguientes, algunos de los cuales, como el Proyecto Orbiter,

no fueron revelados hasta años más tarde.

Un fin de semana de junio de 1954, cuando me alojaba en Washington con mis amigos Fred y Pip Durant, me encontré con un puñado de visitantes distinguidos pero silenciosos. El otro invitado de la casa era el doctor Wernher von Braun, al que se unieron rápidamente el doctor Fred Singer, el doctor Fred Whipple del Observatorio de Harvard (y famoso por su teoría de la «bola de nieve sucia» sobre los cometas, que sería demostrada treinta años más tarde durante las misiones al Halley) y una docena de ingenieros y científicos, sobre todo de la Agencia de Misiles Balísticos del Ejército y la Oficina de Investigación Naval. Las Fuerzas Aéreas destacaban por su ausencia, y sospecho que éste era uno (si no el principal) motivo para todo el secreto.

Era obvio lo que se cocía, pero yo no presté tanta atención a los planeadores del Proyecto Orbiter como debía porque me preparaba para explorar un nuevo elemento. Tras advertir que la «ingravidez» podía disfrutarse dirigiéndose hacia abajo tanto como hacia arriba, y con un gasto considerablemente menor, había empezado a bucear. Unos pocos meses después me marcharía hacia el Gran Arrecife de Coral, y los equipos para respirar bajo el agua fueron tan importantes para mí como los cohetes.

Y así, mientras el doctor Von Braun preparaba el Proyecto Orbiter, yo me encargaba de lavarle el cerebro, con resultados que quedaron claros unos cuantos años más tarde (1960), cuando escribió el prólogo a *The Challenge of the Sea*: «Tal vez les parezca extraño que yo, precisamente, escriba una introducción a un libro dedicado al desafío del mar. Pero, en cierto modo, se lo debo a mi amigo Arthur Clarke. Pues fue él quien me introdujo al deporte que con rapidez se ha convertido en mi favorito: el submarinismo».

El Proyecto Orbiter, como se revelaría más tarde, preparaba lanzar un satélite usando el gran misil Redstone del Ejército como primer paso, y puñados de cohetes sólidos en etapas superiores. No era muy elegante, pero tenía la gran ventaja de que la mayor parte de sus componentes ya existían. Pero la política prevaleció, y Estados Unidos decidió desarrollar un lanzador virtualmente nuevo para su programa satélite oficial, el Proyecto Vanguard, un nombre desafortunado tal como fueron las cosas. Cuando los Vanguards iniciales fallaron (con un par de sputniks surcando el cielo para empeorar las cosas), el equipo de Von Braun recibió finalmente luz verde, y el primer satélite norteamericano, el Explorer 1, fue lanzado por *Orbiter redux*.

Cuando el 29 de julio de 1955 el presidente Eisenhower anunció que Estados Unidos planeaba lanzar satélites artificiales como parte de su contribución al Año Geofísico Internacional, 1957-1958^[31], yo estaba muy lejos de Washington, a 60 km de la costa de Australia. Con mi compañero de buceo Mike Wilson, me hallaba en la Gran Barrera de Coral recopilando material para *The Coast of Coral* (mucho tiempo alejada de la imprenta), y oímos la noticia en nuestra radio portátil. Sospechando, correctamente, que Fred Singer estaría implicado en el proyecto, me tomé la molestia de enviarle un telegrama desde nuestra base en Heron Island: «¡Enhorabuena! ¡Tal

vez el Ratón derribe una montaña!». Cuando este crítico mensaje llegó por fin, semanas más tarde, estaba confuso por completo, y para empeorar las cosas, Fred tuvo que pagarlo, pues el coste fue misteriosamente revertido. Así eran las telecomunicaciones globales en 1955.

Tras mi regreso a la civilización, pasé varios meses entrevistando a los científicos e ingenieros que trabajaban en el Proyecto Vanguard. El libro resultante, *The Making of a Moon*, tenía el subtítulo «La historia del programa de satélites de la Tierra». Tal como fueron los resultados, debería haber sido «La historia del programa de satélites de la Otra Tierra». Mi libro apareció en septiembre de 1957, sólo un mes antes de que el Sputnik 1 abriera la Era Espacial, y tuve que hacer algunos cambios apresurados para la segunda edición. Sin embargo, no hice ninguno en el capítulo «Voices from the Sky», que comenzaba con las palabras: «Tal vez parezca prematuro, si no ridículo, hablar sobre las posibilidades comerciales de los satélites. Sin embargo, el avión consiguió su importancia comercial treinta años después de su nacimiento, y hay buenos motivos para pensar que esta escala temporal tal vez quede reducida en el caso del satélite, a causa de su inmenso valor en el campo de las comunicaciones...».

Hoy, esa predicción parece en efecto ridícula, a causa de su timidez. Sputnik más treinta igual a 1987; para esa fecha, los satélites de comunicaciones llevaban funcionando más de veinte años.

«Recuerdo Babilonia»

Ya que en efecto los satélites circundaban la Tierra (aunque ninguno había emitido más que datos científicos de la nueva frontera de la humanidad), empecé a explotar una vez más las posibilidades ficticias de los comsats, y en una vena mucho más seria.

«Envío Especial» y «La libertad del espacio» eran cuentecitos intrascendentes, cuya pretensión era informar a un público todavía no acostumbrado a la idea de que el cielo familiar ya no era el límite. Unos cuantos años después, en 1960 (Sputnik más 3), escribí una historia para un público mucho más sofisticado, donde deliberada y casi desafiantemente violé el dictado de Sam Goldwyn. Como para enfatizar este hecho, es la única historia donde aparezco yo mismo (aunque el futuro tiene que decidir aún si como héroe o como villano).

Pido disculpas por la cantidad de nombres y referencias tópicas (ahora anticuadas). Pero recuerden que fue escrito para un público de 1960, y yo estaba ansioso por «añadir un aire de verosimilitud a una narrativa por lo demás plana y poco convincente». Por eso todas las referencias y declaraciones contemporáneas son reales.

También debo explicar que «Mike» es Mike Wilson, mi compañero en varias expediciones submarinas (ver *The Coast of Coral*, *The Treasure of the Great Reef*, etc). Después de una breve pero espectacular carrera en el cine como escritor/director/fotógrafo, se reencarnó como Swami Siva Kalki y ahora escribe profundos volúmenes de filosofía budista.

Me llamo Arthur C. Clarke, y desearía no tener ninguna conexión con este sórdido asunto. Pero como la integridad moral (repito, moral) de Estados Unidos está en juego, debo establecer primero mis credenciales. Sólo así comprenderán cómo, con la ayuda del desaparecido doctor Alfred Kinsey, he disparado sin querer una avalancha que puede barrer gran parte de la civilización occidental.

En 1945, mientras era oficial de radar en la Royal Air Force, tuve la única idea original de mi vida. Doce años antes de que el primer sputnik empezara a emitir, se me ocurrió que un satélite artificial sería un lugar magnífico para un transmisor televisivo, ya que una estación emplazada a varios miles de kilómetros de altura podría emitir para la mitad del globo. Escribí la idea la semana después de Hiroshima, proponiendo una cadena de satélites relé a 36.000 km sobre el ecuador; a esta altura tardarían exactamente un día en completar una rotación, y así permanecerían fijos sobre el mismo punto de la Tierra.

El artículo apareció en el número de octubre de 1945 de *Wireless World*. Como no

esperaba que los mecánicos celestiales fueran comercializados en lo que me queda de vida, no hice ningún intento por patentar la idea, y dudo que hubiera podido hacerlo de todas formas (si estoy equivocado, prefiero no saberlo). Pero seguí utilizándola en mis libros, y hoy la idea de los satélites de comunicaciones es tan corriente que nadie sabe su origen.

Hice un intento de dejar las cosas claras cuando fui abordado por el Comité de Astronáutica y Exploración Espacial de la Cámara de Representantes; encontrarán mis pruebas en la página 32 de su informe, *The Next Ten Years in Space*, 1959-1969 (Documento 115 H.R., 86 congreso, 1ª sesión). Y como verán en un instante, mis palabras finales contenían una ironía que ni siquiera yo aprecié en ese momento: «Viviendo como lo hago en el Lejano Oriente, se me recuerda siempre la lucha entre el mundo occidental y la URSS por los millones de habitantes de Asia no comprometidos... Cuando las transmisiones televisivas sean posibles directamente desde los satélites del cielo, el efecto propagandístico puede ser decisivo...».

Me reafirmo en esas palabras, pero había ángulos en los que yo no había pensado... y en los que, por desgracia, sí lo había hecho otra gente.

Todo empezó durante una de esas recepciones oficiales que forman parte de la vida social en las capitales de Oriente. Son todavía más corrientes en Occidente, por supuesto, pero en Colombo hay poca competencia en cuestión de diversión. Al menos una vez a la semana, si eres alguien, recibes una invitación para tomar un cóctel en una embajada o delegación, el British Council, la US Operations Mission, L'Alliance Française o una de las incontables agencias alfabéticas que las Naciones Unidas han creado.

Al principio, sintiéndonos más a gusto en el océano Índico que en los círculos diplomáticos, mi compañero y yo no éramos nadie y nos dejaron en paz. Pero después de que Mike se encargara de la visita de Dave Brubeck a Ceilán, la gente empezó a fijarse en nosotros todavía más cuando él se casó con una de las bellezas más conocidas de la isla^[32]. Así que ahora nuestro consumo de cócteles y canapés se limita principalmente por la reluctancia a abandonar nuestros cómodos *sarongs* por cosas absurdas occidentales como pantalones, chaquetas y corbatas.

Era la primera vez que acudíamos a la embajada soviética, que celebraba una fiesta para un grupo de oceanógrafos rusos que acababan de llegar a puerto. Bajo los inevitables cuadros de Lenin y Marx, deambulaban un par de cientos de invitados de todos los colores, religiones y lenguajes, charlando con amigos o tragando absortos vodka y caviar. Me había separado de Mike y Elizabeth, pero podía verlos al otro extremo de la sala. Mike estaba haciendo su número «allí estaba yo a cincuenta brazas» ante un público fascinado, mientras Elizabeth le miraba burlona... pero aún más gente miraba a Elizabeth.

Desde que perdí un oído mientras buscaba perlas en la Gran Barrera Arrecife, me he sentido en considerable desventaja en este tipo de situaciones; el ruido de la superficie es unos doce decibelios demasiado fuerte para mí. Y no es un hándicap

pequeño cuando se te presenta a gente con nombres como Dharamasiriwardene, Tissaveerasinghe, Goonetilleke, y Jayawickrema. Cuando no estoy acabando con el buffet, por tanto, normalmente busco una laguna de relativa calma donde haya oportunidad de seguir más del cincuenta por ciento de cualquier conversación en la que pueda involucrarme.

Me encontraba a la sombra acústica de una gran columna ornamental, observando la escena con mi despegado estilo a lo Somerset Maugham, cuando advertí que alguien me miraba con la expresión típica «¿No nos hemos visto antes?».

Lo describiré con cuidado, porque tal vez haya personas que puedan identificarlo. Tenía algo más de treinta años, y supuse que era norteamericano; tenía ese aspecto bien afeitado, con el pelo a lo cepillo de alguien salido del Rockefeller Center que solía ser una característica importante hasta que los jóvenes diplomáticos y consejeros técnicos rusos empezaron a imitarlos con tanto éxito. Tenía más o menos un metro ochenta de estatura, con ojos castaños y pelo negro, prematuramente gris en las sienes. Aunque yo estaba seguro de que no nos habíamos visto antes, su cara me recordó a alguien. Tardé un par de días en advertirlo. ¿Recuerdan al difunto John Garfield? Se parecía tanto que casi no había diferencia.

Cuando un desconocido me mira en una fiesta, mi procedimiento normal es entrar en acción automáticamente. Si parece una persona agradable, pero no me apetece hacer presentaciones en ese momento, le dirijo la Mirada Neutral, dejando que mis ojos lo barran sin mostrar un atisbo de reconocimiento, aunque con clara falta de amistad. Si parece un bastardo, recibe el *Coup d'oeil*, que consiste en una larga mirada incrédula seguida de una lenta muestra de mi nuca. En casos extremos, una expresión de repulsión puede aparecer durante unos cuantos milisegundos. El mensaje normalmente llega al otro lado.

Pero este personaje parecía interesante, y como me estaba aburriendo, le dirigí el Movimiento de Cabeza Afable. Unos cuantos minutos después atravesó la multitud, y yo apunté mi oído bueno hacia él.

—Hola —dijo (sí, era norteamericano)—, me llamo Gene Hartford. Estoy seguro de que nos hemos visto en otra parte.

—Es muy probable —respondí—. He estado muchas veces en Estados Unidos. Soy Arthur Clarke.

Normalmente eso produce una mirada vacua, pero a veces no. Casi pude ver las tarjetas IBM fluctuar tras aquellos duros ojos castaños, y me halagó la brevedad de su tiempo de acceso.

—¿El escritor científico?

—Correcto.

—Vaya, es fantástico —parecía verdaderamente sorprendido—. Ahora sé dónde le he visto. Yo estaba en el estudio cuando apareció usted en el programa de Dave Garroway.

(Tal vez merezca la pena seguir esta pista, aunque lo dudo; y estoy seguro de que

«Gene Hartford» era un nombre falso. Era suavemente sintético).

—¿Entonces trabaja usted en televisión? —pregunté—. ¿Qué está haciendo aquí, recopila material, o sólo está de vacaciones?

Me dirigió la mirada franca y amistosa del hombre que tiene muchas cosas que ocultar.

—Oh, mantengo los ojos abiertos. Pero esto es sorprendente. Leí su *Exploración del espacio* cuando salió en...

—Mil novecientos cincuenta y dos. El Club del Libro del Mes nunca ha sido lo mismo desde entonces.

Todo este tiempo estuve calibrándole, y aunque había algo en él que no me gustaba, no fui capaz de localizarlo. En cualquier caso, estaba preparado para hacer concesiones sustanciales para alguien que había leído mis libros y trabajaba en televisión; Mike y yo siempre estábamos al acecho de mercados para nuestras películas submarinas. Pero ésa, por expresarlo con suavidad, no era la línea de trabajo de Hartford.

—Mire —dijo ansiosamente—, tengo un gran acuerdo con una emisora que le interesará... de hecho, usted me dio la idea.

Esto parecía prometedor, y mi coeficiente de amabilidad saltó varios puntos.

—Me alegra oírlo. ¿Cuál es el tema general?

—No puedo hablar de eso aquí, ¿pero podríamos vernos en mi hotel, a eso de las tres?

—Déjeme comprobar mi diario; sí, muy bien.

Sólo hay dos hoteles en Colombo frecuentados por norteamericanos, y acerté a la primera. Estaba en el Mount Lavinia, y aunque tal vez no lo sepan, han visto el lugar donde mantuvimos nuestra pequeña charla. Hacia la mitad de *El puente sobre el río Kwai*, hay una breve escena en un hospital militar, donde Jack Hawkins aborda a una enfermera y le pregunta dónde puede encontrar a Bill Holden. Tenemos un cariño especial por este episodio, porque Mike era uno de los oficiales convalecientes al fondo. Si miran con cuidado lo verán en el extremo derecho, la barba en pleno perfil, invitando a Sam Spiegel a su sexta ronda. Tal como resultó la película, Sam pudo permitírselo.

Fue en esta diminuta llanura sobre los kilómetros de playa cubierta de palmeras donde Gene Hartford empezó a hablar, y mis sencillas esperanzas de conseguir ventajas financieras empezaron a evaporarse. Todavía no sé cuáles eran sus motivos exactos, ni si él mismo los sabía. La sorpresa de conocerme, y sentimientos retorcidos de gratitud (sin los que habría pasado perfectamente) jugaron sin duda un papel importante, y a pesar de toda su confianza debía de ser un hombre amargado y solitario que necesitaba con desesperación aprobación y amistad.

No obtuvo de mí ninguna de las dos cosas. Siempre he sentido una furtiva simpatía por Benedict Arnold, como debe de saber todo aquel que conozca el caso completo. Pero Arnold simplemente traicionó a su país; nadie antes de Hartford

intentó seducirlo.

Lo que disolvió mi sueño de dólares fue la noticia de que la conexión de Hartford con la televisión norteamericana había sido cortada, de manera algo violenta, a principios de los años cincuenta. Estaba claro que lo habían expulsado de Madison Avenue por pertenecer al partido, y que en su caso no se había hecho ninguna grave injusticia. Aunque hablaba con cierta furia controlada de su lucha contra la censura cerril, y lloraba por una brillante serie cultural (sin nombre) que había empezado antes de que le dieran la patada, para entonces yo empezaba a oler a cuerno quemado y mis respuestas fueron claramente evasivas. Sin embargo, aunque mi interés pecuniario por el señor Hartford disminuyó, mi curiosidad personal fue en aumento. ¿A quién tenía detrás? Seguro que a la BBC no.

Fue al grano por fin, cuando expulsó la autoconmiseración de su sistema.

—Tengo una noticia que le dejará de piedra —dijo torvamente—. Las cadenas norteamericanas van a tener pronto auténtica competencia. Y se hará tal como usted predijo; la gente que envió un teletransmisor a la Luna puede poner uno mucho más grande en la órbita de la Tierra.

—Bien por ellos —dije con cautela—. Estoy a favor de la sana competencia. ¿Cuándo es la fecha de lanzamiento?

—En cualquier momento. El primer transmisor será colocado al sur de Nueva Orleans... sobre el ecuador, por supuesto. Así se encontrará en el Pacífico abierto, no estará en territorio de nadie. Y no habrá complicaciones políticas por ese lado. Sin embargo, estará en el cielo, a la vista de todo el mundo desde Seattle hasta Key West. Piénselo... ¡la única cadena de televisión con la que podrá sintonizar todo Estados Unidos! ¡Sí, incluso Hawaii! No habrá forma de interferirla; por primera vez, habrá un canal claro en todos los hogares norteamericanos. Y los *boys-couts* de J. Edgar no podrán hacer nada para bloquearla.

«Así que ése es tu juego —pensé—. Al menos estás siendo sincero». Hace mucho tiempo aprendí a no discutir con marxistas ni cabezas cuadradas, pero si Hartford estaba diciendo la verdad, quería exprimirle hasta el fondo.

—Antes de que el entusiasmo le consuma —dije—, hay unos cuantos puntos que ha pasado por alto.

—¿Como cuáles?

—Eso funcionará en ambas direcciones. Todo el mundo sabe que las Fuerzas Aéreas, la NASA, Bell Labs, IT&T, Hughes y una docena de otras agencias están trabajando en el mismo proyecto. Haga lo que haga Rusia en el tema de propaganda, lo recibirá con intereses compuestos.

Hartford sonrió sin humor.

—¡Vamos, Clarke! —dijo (me alegré de que no me llamara por mi nombre de pila)—. Me siento un poco decepcionado. ¡Seguro que sabe que Estados Unidos está a años por detrás en capacidad técnica! ¿Y cree que el viejo T3 es la última palabra de Rusia?

En ese momento empecé a tomármelo en serio. Tenía toda la razón. El T3 podía inyectar al menos cinco veces la carga de cualquier misil norteamericano en la crítica órbita de los 36.000 km, la única que permitiría a un satélite permanecer fijo sobre la Tierra. Y para cuando EE.UU. pudiera igualarlos, el cielo sabe dónde estarían ya los rusos. Sí, desde luego, el cielo lo sabría...

—Muy bien —concedí—. ¿Pero por qué querrían cincuenta millones de hogares norteamericanos empezar a cambiar de canal en cuanto puedan sintonizar con Moscú? Admiro a los rusos, pero su ocio es aún peor que su política. Además del Bolshoi, ¿qué tienen? El ballet me parece muy aburrido.

Una vez más me dirigió aquella peculiar sonrisa sin humor. Harftod había estado guardando su golpe de los domingos, y ahora me lo dio de pleno.

—Ha sido usted quien ha mencionado a los rusos —dijo—. Están implicados, cierto, pero sólo como contratistas. La agencia independiente para la que trabajo está contratando sus servicios.

—Debe de ser toda una agencia —recalqué con sequedad.

—Lo es. La más grande. Aunque Estados Unidos pretenda que no existe.

—Oh —exclamé, estúpidamente—. Entonces ése es su patrocinador.

Había oído rumores de que la URSS iba a lanzar satélites para los chinos; ahora parecía que los rumores ni siquiera se acercaban a la verdad. Pero seguí sin tener ni idea de hasta qué punto.

—Tiene razón respecto al ocio ruso —continuó Hartford, quien obviamente se lo estaba pasando muy bien—. Tras la novedad inicial, el nivel de audiencia caería a cero. Pero no con la programación que estoy planeando. Mi trabajo es encontrar material que eche a todo el mundo del negocio cuando esté en el aire. ¿Cree que no puede hacerse? Acabe esa bebida y venga a mi habitación. Tengo una película culta sobre arte eclesiástico que me gustaría mostrarle.

Bueno, no estaba loco, aunque durante algunos minutos me lo estuve preguntando. Se me ocurrieron unos cuantos títulos calculados con más cuidado para hacer que el espectador cambiara de canal antes que el que destelló en la pantalla:

ASPECTOS DE LA ESCULTURA TÁNTRICA DEL SIGLO TRECE.

—No se alarme —rió Hartford por encima del zumbido del proyector—. Ese título me ahorra problemas con los inspectores de aduanas inquisitivos. Es perfectamente veraz, pero cuando llegue el momento lo cambiaremos a algo con más gancho.

Un par de cientos de metros más tarde, después de algunas aburridas tomas arquitectónicas, vi lo que quería decir.

Tal vez sepan ustedes que hay ciertos templos en la India cubiertos de tallas soberbiamente ejecutadas que nosotros en Occidente apenas asociamos con la religión. Decir que son francas es quedarse corto; no dejan nada a la imaginación... a *ninguna* imaginación. Sin embargo, al mismo tiempo son genuinas obras de arte. Y también lo era la película de Hartford.

Por si les interesa, había sido rodada en el Templo del Sol, en Konarak. Lo he buscado: está en la costa de Orissa, a unos cuarenta kilómetros al noroeste de Puri. Los libros de referencia son muy recatados; algunos piden disculpas por la «obvia» imposibilidad de proporcionar ilustraciones, pero el *Indian Architecture* de Percy Brown no escatima palabras. Las tallas, dice con claridad, son de «un carácter erótico tan desvergonzado que no tienen paralelo en ningún edificio conocido». Es difícil de creer, pero yo lo hago después de haber visto esa película.

El trabajo de la cámara y el montaje eran brillantes, y las antiguas piedras cobraron vida bajo las lentes. Había tomas sorprendentes mientras el sol apartaba las sombras de los cuerpos entrelazados en éxtasis; súbitos primeros planos de escenas que al principio la mente se negaba a reconocer; estudios de piedra que la mano de un maestro había moldeado en todas las fantasías y aberraciones del amor; inquietos zooms y barridos cuyo significado eludía el ojo hasta que se congelaban en pautas de deseo atemporal, de plenitud eterna. La música (principalmente percusión, con un fino y agudo sonido de un instrumento de cuerda que no pude identificar) encajaba a la perfección con el tempo del montaje. En un instante podía ser lánguidamente lenta, como los primeros acordes de *L'Après-midi* de Debussy; luego los tambores empezaban a redoblar hasta alcanzar un clímax frenético y casi insoportable. El arte de los antiguos escultores y la habilidad del moderno cameraman se habían combinado a través de los siglos para crear un poema de embeleso, un orgasmo sobre el celuloide que ningún hombre podría ver sin conmoverse.

Se produjo un largo silencio cuando la pantalla se inundó de luz y la lasciva música se consumió.

—¡Dios mío! —dije cuando recobré parte de mi compostura—. ¿Van a emitir eso?

Hartford se echó a reír.

—Créame —respondió—, eso no es nada. Es sólo la única cinta que puedo llevar sin problemas. Estamos preparados para defenderla basándonos en que es arte genuino, en su interés histórico, en la tolerancia religiosa... Oh, hemos pensado en todo. Pero no importa: nadie puede detenernos. Por primera vez en la historia, toda forma de censura es completamente imposible. Es sencillo, no hay modo de conseguirlo: el cliente puede obtener lo que quiera, en su propia casa. Cierra la puerta, enciende el televisor... los amigos y la familia no lo sabrán nunca.

—Muy astuto —dije—, ¿pero no cree que la gente se hartará pronto de esa dieta?

—Por supuesto. La variedad es la sal de la vida. Tenemos un montón de programas convencionales, ya me encargo yo de ello. Y de vez en cuando tendremos programas de información (odio la palabra «propaganda»), para decir al alienado público norteamericano lo que sucede de verdad en el mundo. Nuestros programas especiales serán sólo el cebo.

—¿Le importa si tomo un poco de aire fresco? —dije—. Hace calor aquí.

Hartford descorrió las cortinas y dejó que la luz del día entrara de nuevo en la

habitación. Bajo nosotros se extendía la larga curva de la playa, con los barcos de pesca varados bajo las palmeras, y las pequeñas olas muriendo en forma de espuma tras su cansina marcha desde África. Uno de los panoramas más hermosos del mundo, pero no podía concentrarme en él ahora. Todavía veía aquellos miembros de piedra, aquellas caras congeladas con pasiones que los siglos no podían reducir.

Aquella voz relamida continuó a mi espalda:

—Le sorprendería saber cuánto material hay. Recuerde, no tenemos ningún tabú. Si se puede filmar, lo podemos emitir.

Se acercó a su mesa y sacó un pesado volumen.

—Esto ha sido mi Biblia —dijo— o mi Sears, Roebuck si lo prefiere. Sin él, nunca habría vendido la serie a mis patrocinadores. Son grandes creyentes en la ciencia, y lo han aceptado todo, hasta el último punto decimal. ¿Lo reconoce?

Asentí. Cada vez que entro en una habitación, siempre estudio el gusto literario de mi anfitrión.

—El doctor Kinsey, supongo.

—Supongo que soy el único hombre que lo ha leído de cabo a rabo y no ha comprobado sólo sus estadísticas vitales. Verá, es la única investigación de mercado en este campo. Hasta que aparezca algo mejor, sacamos el mejor partido posible. Nos dice lo que quiere el consumidor, y vamos a suministrárselo.

—¿Todo?

—Si la audiencia es lo bastante grande, sí. No nos molestaremos con los granjeritos atontados que se divierten sólo con su ganado. Pero los cuatro sexos principales recibirán tratamiento pleno. Ésa es la belleza de la película que acaba de ver: los atrae a todo.

—Puede apostar lo —murmuré.

Vio que empezaba a aburrirme; hay algunos tipos de obsesiones que me deprimen. Pero había sido injusto con Hartford, como en seguida se apresuró a demostrar.

—Por favor, no piense que el sexo es nuestra única arma. El sensacionalismo es igual de bueno. ¿Llegó a ver el trabajo que hizo Ed Murrow con el santurrón de Joe McCarthy? Eso no fue nada comparado con las biografías que estamos preparando para *Washington Confidential*.

»Y luego está nuestra serie. ¿Puede soportarlo?, diseñada para separar a los hombres de los gallinas. Haremos tantas advertencias por adelantado que todos los norteamericanos con sangre en las venas sentirán que tienen que ver el programa. Empezará de manera bastante inocente, con cosas preparadas por Hemingway. Se verán varias secuencias de corridas de toros que levantarán al público de su asiento... o lo enviará corriendo al cuarto de baño, porque mostrarán todos los pequeños detalles que nunca se consiguen en esas pulidas películas de Hollywood.

»Continuaremos con un material realmente único que no nos ha costado nada en absoluto. ¿Recuerda las pruebas fotográficas que aparecieron en el juicio de

Nuremberg? Nunca las ha visto, porque no eran publicables. Había varios fotógrafos aficionados en los campos de concentración, que aprovecharon las oportunidades que nunca volverían a tener. Algunos fueron ahorcados ante el testimonio de sus propias cámaras, pero su trabajo no fue en vano. Encajará a la perfección en nuestra serie *La tortura a través de los tiempos*, muy erudita y concienzuda, aunque con un atractivo notable...

»Y hay docenas de otros ángulos, pero ya habrá visto cuál es la imagen general. En la avenida piensan que lo saben todo sobre Persuasión Oculta... créame, no tienen ni idea. Los mejores psicólogos prácticos del mundo están en el este. ¿Recuerda Corea y los lavados de cerebro? Hemos aprendido mucho desde entonces. Ya no hay necesidad de violencia; a la gente le gusta que le laven el cerebro, si lo haces de la forma adecuada.

—Y ustedes van a lavarle el cerebro a Estados Unidos. Toda una misión.

—Exacto... y al país le encantará, a pesar de todos los gritos del Congreso y las iglesias. Por no mencionar las emisoras de televisión, claro. Harán más alboroto que nadie cuando descubran que no pueden competir con nosotros.

Hartford consultó su reloj, y emitió un silbido de alarma.

—Hora de empezar a hacer las maletas —dijo—. Tengo que estar a las seis en ese aeropuerto impronunciable suyo. Supongo que no será posible que venga alguna vez a Macao a vernos.

—No, pero ya tengo una idea bastante clara de lo que pretenden. Por cierto, ¿no tiene miedo de que destape el tarro?

—¿Por qué? Cuanta más publicidad pueda darnos, mejor. Aunque nuestra campaña publicitaria no empezará hasta dentro de unos cuantos meses, creo que se merece saberlo por adelantado. Como dije, sus libros ayudaron a darme la idea.

Su gratitud era genuina, por Dios. Me dejó sin habla.

—Nada puede detenernos —declaró, y por primera vez el fanatismo que acechaba bajo aquella pulida y cínica fachada no quedó por completo bajo control—. La historia está de nuestro lado. Usaremos la propia decadencia de Norteamérica como arma, y contra eso no hay ninguna defensa. Las Fuerzas Aéreas no intentarán hacer piratería espacial derribando un satélite que no estará cerca del territorio norteamericano. La FCC ni siquiera podrá protestar a un país que no existe a los ojos del Departamento de Estado. Si tiene usted alguna otra sugerencia, me interesaría mucho escucharla.

Yo no tenía ninguna entonces, ni la tengo ahora. Tal vez estas palabras puedan dar una leve advertencia antes de que los primeros anuncios aparezcan en los periódicos, y puedan causar una mastodóntica alarma entre las emisoras. ¿Pero servirá de algo? Hartford pensaba que no, y tal vez tuviera razón.

«La historia está de nuestro lado». No puedo quitarme esas palabras de la cabeza. Tierra de Lincoln, Franklin y Melville, te quiero y te deseo lo mejor. Pero en mi corazón sopla un frío viento del pasado, pues recuerdo Babilonia.

Al leer este relato más de treinta años después, parece a la vez anticuado sin remisión y más actual que nunca. Dos décadas más tarde, el Canal Playboy estaba en el aire... ¡vía satélite! Ay, nunca he tenido oportunidad de ver si alguno de sus programas cumplía mi predicción.

Fue el editor de *Playboy*, por cierto, quien cambió mi feo título «Emisora azul» por el mucho más evocativo (y ominoso) «Recuerdo Babilonia». Mi mente subconsciente debió de hacer un trabajo mucho mejor de lo que creía, pues la elección de ese nombre fue sorprendentemente apropiada. Babilonia era la «Babel» del Antiguo Testamento de donde se deriva nuestra palabra *babble* (murmullo). En mis conferencias sobre los comsats me gustaba citar el Génesis 11, cuando «el mundo entero tenía una sola lengua y unas mismas palabras» y los hombres decidieron construir una torre que alcanzara los cielos. Pero el Señor dijo: «He aquí un pueblo uno, pues tienen todos una lengua sola. Se han propuesto esto, y nada les impedirá llevarlo a cabo. Bajemos, pues, y confundamos su lengua, de modo que no se entiendan unos a otros». (Nueva versión internacional). Y añadía que con el tiempo los comsats establecerían un lenguaje global, de manera que «mucho más alto de lo que los constructores de Babel jamás aspiraron, podamos deshacer la maldición que cayó sobre ellos».

La otra predicción del relato ya se ha convertido en realidad: en este mismo instante los abogados están enzarzados en un combate con los censores locales sobre lo que se puede y no se puede emitir por los comsats. Hace tan sólo unas semanas leí en las cartas de *Satellite Week* (18 de febrero de 1991) que Home Dish Satellite Networks había sido multada con 15.000 dólares por transmitir películas pornográficas a sus trescientos mil suscriptores. Al parecer hay una ley federal de 1988 que prohíbe esa actividad; sería interesante ver qué haría el Tribunal Supremo si, como yo sugería, el satélite estuviera situado sobre el mar. En ese aspecto, no estoy seguro de hasta qué punto la jurisdicción puede aplicarse a ninguna dirección extraterrestre.

Y recientemente ha habido una nueva amenaza en órbita, que yo no había previsto: la propaganda religiosa. La pornografía y el televangelismo tienen mucho en común. Normalmente son inofensivos, y pueden incluso ser beneficiosos, en dosis moderadas. Por desgracia, ambos son adictivos.

En exceso, la primera puede destruir el alma; la segunda la mente. Y aún no he decidido qué es peor.

IV

MENSAJEROS ESTELARES

Echo y Telstar

«Cuando se cuente la historia de nuestra época, seremos recordados como los primeros hombres que plantaron su firma entre las estrellas».

Éstas son las palabras con las que terminé *The Making of a Moon* cuando fue publicado en 1957. Una noche memorable tan sólo tres años después, las vi hacerse realidad, de forma más espectacular de lo que había imaginado jamás.

Colombo, mi hogar durante más de un tercio de siglo, está a sólo siete grados al norte del ecuador. Los días y noches son por tanto de longitud casi igual a lo largo del año, y el sol nunca se pone más tarde de las 6.30. Después de un breve interludio de crepúsculo, aparecen las estrellas.

Me habían pedido que diera una conferencia sobre los viajes espaciales en una de las universidades locales, y había cronometrado mi charla con cuidado. Con una última mirada a mi reloj, concluí: «Ahora, si me acompañan fuera...». Por fortuna, el cielo estaba despejado, y mis cálculos habían sido (por una vez) correctos. Esperamos sólo unos minutos cuando una brillante estrella se alzó en el oeste, desafiando la sabiduría astronómica de los siglos, y salió del brillo del crepúsculo. Se movía a la velocidad de un jet, y tardó unos minutos en alcanzar el meridiano. Entonces empezó a descender hacia el este, pero mucho antes de que llegara al horizonte empezó a desaparecer súbitamente. En cuestión de segundos, se perdió.

Estoy seguro de que ningún miembro de mi juvenil público olvidará jamás su visión del Echo 1, que probablemente fue visto por más ojos humanos que ningún otro artefacto en la historia del mundo. Sin embargo, la misión de Echo no era ser pionero de la propaganda espacial, aunque esas ideas se han propuesto, para consternación de los astrónomos^[33]. Era un experimento serio en los satélites de comunicaciones, para ver si un sencillo reflector pasivo podía ser utilizado en vez de un complejo equipo electrónico para enviar mensajes alrededor de la curva de la Tierra.

Ya se había intentado con la Luna, pero estaba demasiado lejos (y era un radioespejo demasiado malo) para ser de utilidad. Un globo recubierto de una fina capa de película metálica reflectante, en órbita a sólo unos centenares de kilómetros de altura, sería obviamente mucho más eficaz.

En su memoria *The Beginnings of Satellite Communications*, el doctor John Pierce ha descrito cómo comenzó el Proyecto Echo. Aunque nos habíamos visto varias veces desde mi primera visita a Estados Unidos en 1952, y a menudo habíamos discutido sobre astronáutica (aunque es probable que no tanto como de ciencia ficción, ya que John era un gran aficionado y autor ocasional), él no había visto mi trabajo de 1945 cuando, en 1954, la rama de Princeton del Instituto de Ingenieros de Radio le pidió que diera una charla sobre los viajes espaciales. Sin embargo, para esa

época, por usar su propia frase ligeramente mal pensada, «el satélite de comunicaciones estaba ya en el aire».

La conferencia de John, «Radio-relés orbitales» fue publicada en *Jet Propulsion*, el periódico de la American Rocket Society, en abril de 1955. Consideraba tres posibilidades: a) esferas reflectantes de 30 m a una altura de alrededor de 36.000 km; b) un espejo plano orientado de 30 m en una órbita de veinticuatro horas; c) un repetidor activo en una órbita de veinticuatro horas. Concluyó que las tres soluciones eran factibles, y cada una tenía grandes ventajas e inconvenientes.

Los espejos «pasivos» serían baratos y sencillos, pero extremadamente ineficaces, ya que sólo una fracción minúscula de la energía transmitida sería recibida en la Tierra; por tanto harían falta transmisores muy potentes y grandes antenas en tierra.

Los repetidores activos requerían una milésima parte de energía, o incluso menos, y podían por tanto funcionar con sistemas de antenas mucho más pequeños. Sin embargo, demandaban equipo electrónico que pudiera operar bien durante largos períodos en el espacio, una fuente de energía eléctrica a bordo, y medios para controlar su posición y orientación cuando estuvieran en órbita, de forma que sus señales fueran enviadas a los blancos adecuados.

En 1955 no estaba tan claro cómo podrían resolverse todos estos problemas. No obstante, una década después, la tecnología espacial había avanzado a tanta velocidad que los comsats pasivos hicieron una breve pero espectacular aparición en el cielo nocturno antes de ser sustituidos por los repetidores activos de hoy, que extraen su energía del sol.

Echo, sin embargo, dejó un legado inesperado que fue tal vez más importante que el proyecto original. Para recibir las débiles señales de radio reflejadas desde el globo (¡una trillonésima parte de la energía original transmitida!), Bell Labs construyó un inusitado tipo de terminal de tierra en una colina cerca de Holmdel, Nueva Jersey. En vez del familiar platillo parabólico, éste empleaba un cuerno, y parecía una gigantesca trompetilla de costado.

En 1965, cuando ya no era necesario para los experimentos de comunicaciones, este mismo cuerno fue empleado por Arno A. Penzias y Robert W. Wilson para detectar el débil ruido de fondo de microondas que cubre el cielo con extraordinaria uniformidad. El descubrimiento de esta «radiación de tres grados» hizo ganar a Penzias y Wilson el premio Nobel de Física en 1978: ha sido interpretado como un leve residuo de la bola de fuego inicial con la que nació el universo, hace unos quince mil millones de años. Como esto parecía proporcionar una prueba decisiva para el origen del universo con el «Big Bang», la teoría rival, el «Estado Firme», invocada en los cincuenta por Hoyle, Gold y Bondi, recibió un aparente golpe decisivo. Pero en forma revisada, tal vez pueda levantarse del suelo antes de la cuenta de diez.

El universo parece un aparato creado para el perpetuo asombro de los astrónomos. Hace muchos años, molesto por el dogmatismo de ciertos cosmoteólogos, propuse mi propia teoría: el Bang Firme. Ya no estoy seguro de que sea un chiste; de hecho,

recientes propuestas del indomable sir Fred y sus colegas se parecen de forma sospechosa. Espero que recuerden la observación que Niels Bohr hizo a otro físico: «Tu teoría es descabellada, pero no lo suficiente para ser verdad».

Aunque Echo fue un clamoroso éxito, tanto desde el punto de vista técnico como de relaciones públicas, demostró que la comunicación vía satélite no sería practicable sin reflectores pasivos. Esto se cumplía en especial para la televisión, que necesitaba más la nueva tecnología, como el único medio previsible de cubrir los océanos. El siguiente paso era claramente un transmisor activo que pudiera recibir señales desde tierra, amplificarlas y luego volver a emitir las para el hemisferio de abajo.

John Pierce y sus colegas de Bell Labs habían estado pensando en esto incluso antes de que Echo fuera lanzado, y su trabajo pronto produjo un satélite aún más famoso, Telstar^[34]. De un metro de diámetro, y casi esférico, Telstar operaba con paneles solares; recibía señales de tierra a 6,39 GHz y las retransmitía a 4,17 GHz, con la energía de una linterna de dos vatios.

Sin embargo, esto fue suficiente para hacer historia, en la primera emisión transatlántica en vivo del 23 de julio de 1962. El impacto de este programa fue enorme; fue visto, por ejemplo, por más de la mitad de la población de Gran Bretaña, y grandes audiencias de todo el mundo. Hoy, los noticiarios de televisión ya no se molestan en superponer «Directo vía satélite», porque todo el mundo lo da por hecho. Pero hace treinta años era todavía un milagro.

Telstar (y su sucesor, Telstar 2, lanzado el 7 de mayo de 1963) demostraron que los satélites activos podían hacer todo lo que se decía de ellos, y con energías muy modestas, siempre y cuando estuvieran apoyados por grandes equipos de tierra. Bell System había construido una antena-cuerno aún más grande para Telstar que para Echo; la gigantesca trompetilla de Andover, Maine, pesaba 370 toneladas, aunque era capaz de seguir al veloz satélite con una precisión superior a un veinteavo de grado.

Y ése era el gran problema. A causa de su altitud relativamente baja (entre 950 y 5.600 km) Telstar 1 circundaba la Tierra varias veces al día; su período orbital era sólo una fracción de las mágicas veinticuatro horas. Por tanto, desde cualquier punto de observación, era visible sólo de forma intermitente, durante plazos de veinte minutos como máximo. Entre dos estaciones sólo podía proporcionar breves intervalos de servicio, luego desaparecía bajo el horizonte. Así no se podía dirigir una emisora de televisión, mucho menos un sistema telefónico, que era lo que en realidad interesaba a Bell/AT&T. La televisión era excitante y se llevaba todos los titulares... pero el dinero estaba en las Páginas Amarillas.

Había dos soluciones obvias al problema: una clara y sencilla, la otra tan complicada y dificultosa que a primera vista parecía desesperanzadamente impracticable.

La respuesta clara y sencilla era usar la órbita geoestacionaria o de veinticuatro horas, de manera que el satélite pareciera fijo en el cielo. Luego podía proporcionarse un servicio continuo sin la necesidad de elaborado y caro equipo de seguimiento. Por

desgracia, a principios de los años sesenta, los cohetes más poderosos disponibles (al menos para fines no militares) sólo podían alzar cargas muy modestas hasta la altitud requerida; paradójicamente, hace falta mucha más energía para aparcar a 36.000 km de altura que para aterrizar en la Luna, situada diez veces más lejos. Parecía que la órbita estacionaria tendría que esperar al desarrollo de sistemas de entrega más poderosos.

Eso sería solamente cuestión de tiempo, pero mientras tanto había un problema fundamental, que ningún avance técnico podría superar. Nunca pensé en ello en mi trabajo de 1945, porque no afectaba a la emisión televisiva, mi principal preocupación. Pero era de importancia vital para cualquier servicio telefónico, y es posible que los satélites geoestacionarios fueran inútiles para este fin.

Imaginen que están en un lado de la Tierra, hablando con una amiga del otro lado a través de un satélite de comunicaciones. Como las ondas de radio (como toda la radiación electromagnética) viajan a 300.000 km, su voz tarda casi un tercio de segundo en alcanzarla. Si ella contesta al instante, eso hace otro tercio, componiendo un retraso total de dos tercios de segundo antes de que su respuesta le alcance. No parece mucho; no lo es, desde luego, para los flemáticos anglosajones. Pero es suficiente para desmoralizar a una proporción sustancial de, por poner un ejemplo, el mundo latino, como estará de acuerdo cualquiera que haya visto una película italiana. Ambas partes se cansarían de esperar una respuesta y se interrumpirían mutuamente. El resultado sería un caos total.

Durante algún tiempo, pareció que la telefonía vía comsats requeriría que los abonados aprendieran los procedimientos RT y hablaran como los pilotos: «Cambio...», etc. Por fortuna, este problema resultó ser mucho menos serio de lo que se temía; los usuarios necesitaron muy poca práctica para adaptarse, e interceptar una amable pausa entre frases^[35].

Una forma de tratar con el preocupante problema del retraso temporal, y la dificultad de llevar cargas dignas a la órbita estacionaria, fue continuar en la ruta Telstar. Si se lanzaban suficientes satélites a baja altitud, siempre habría al menos uno en el cielo en cualquier momento dado. Las estaciones en tierra necesitarían dos antenas de rastreo separadas, ya que sería necesario recibir señales de un satélite y volver a enviarlas a otro. Y para asegurarse, una tercera antena haría falta para encargarse de las interrupciones, el mantenimiento regular y los inconvenientes que son inevitables con cualquier equipo electrónico avanzado.

Eso sería una forma costosa y complicada de actuar. Por fortuna, resultó ser innecesaria, al menos para las cadenas de televisión globales. Pero tal vez sea la respuesta para el por tanto tiempo esperado «teléfono de muñeca». La compañía Motorola planea llevar al cielo el teléfono celular, usando una constelación de setenta y siete satélites de baja altitud, tejiendo una cesta orbital alrededor de la Tierra (mi amigo el doctor Yash Pal ha acuñado la expresión «órbitas anti-Clarke» para esos sistemas). Será interesante ver cómo se comporta este proyecto (bautizado «Iridio»,

en honor al elemento 77) en competición con los satélites geoestacionarios. Ciertamente, no será popular entre los radioastrónomos, que ya se quejan con amargura de las interferencias de los satélites de todo tipo. Pero al menos la mayoría de éstos se encuentran en el cinturón ecuatorial. El Iridio estará en todas partes.

Me temo que la Tierra ya no es un buen lugar para los astrónomos, ópticos o de radio. Afortunadamente, el sitio ideal para ambas variedades está cerca, como recalqué en «The Uses of the Moon» (*Harper's Magazine*, diciembre de 1961; reeditado en *Voices from the Sky*, 1965):

La cara oculta de la Luna es un lugar tranquilo, probablemente el más tranquilo que existe a millones de kilómetros de la Tierra. Estoy hablando, por supuesto, en sentido radial: durante los últimos sesenta años^[36] nuestro planeta ha estado lanzando cada vez más basura al espacio. Esto ha demostrado ya ser un inconveniente para los radioastrónomos, cuyas observaciones pueden ser estropeadas por una maquinilla de afeitarse eléctrica situada a 100 km de distancia.

Pero la tierra entrevista por primera vez por el Lunik 3 está más allá del alcance de este tumulto electrónico; está protegida del ruido de la Tierra por 3.200 km de roca sólida, una protección mucho mejor que los millones de kilómetros de espacio vacío. Aquí, donde la luz de la tierra nunca brilla, estarán los centros de comunicaciones del futuro, enlazando con rayos de radio y luz todos los planetas habitados. Y algún día, tal vez, para extenderse más allá del sistema solar para entablar contacto con esas otras inteligencias cuya búsqueda ya ha empezado. Esa búsqueda apenas puede esperar tener éxito hasta que hayamos escapado de los ruidos de todas las emisoras de radio y televisión de nuestro propio planeta.

Me alegra decir que la protección de la cara oculta a las interferencias ha sido legislada ya por la ITU (International Telecommunication Union), pero mi optimismo no es a largo plazo. Desde los primeros días de la colonización, las redes lunares serán vitales, así que antes de que pase mucho tiempo la Luna tendrá sus propios subsatélites charlatanes.

Los radioastrónomos tendrán que mudarse de nuevo. ¿A Saturno, tal vez?^[37]

30

Syncom

En 1961, la American Rocket Society (ahora el American Institute of Aeronautics and Astronautics) preparó un histórico simposium en el Colosseum de Nueva York titulado «Informe de los vuelos espaciales a la nación». Uno de los participantes era el presidente del Consejo Espacial, que pronto se convertiría, bajo trágicas circunstancias, en presidente de Estados Unidos: Lyndon B. Johnson.

Tuve que moderar un coloquio sobre los programas espaciales soviéticos y norteamericanos, cosa que hice con mano dictatorial. La amarga experiencia me había convencido de que cuando los expertos se reunían para discutir sobre cualquier tema sin una guía firme, el resultado era más humo que luz. Por tanto había preparado una serie de preguntas, que esperaba provocaran respuestas útiles de mis víctimas. Éstas incluían al administrador jefe de la NASA Hugh Dryden, al doctor Wernher von Braun y el general Bernard Schriever, que era director del programa de misiles balísticos (ICBM) de las Fuerzas Aéreas. Recuerdo haber preguntado al general, con la cara más seria que pude, cuándo podrían combinarse los programas espaciales rusos y norteamericanos... una pregunta prematura para hace más de treinta años.

No es de extrañar que no pudiéramos persuadir a ninguno de los delegados soviéticos a unirse a la mesa redonda. Pero recuerdo claramente al veterano astrónomo doctor Mikhailovich informando que acababa de ver *Desde Rusia con amor* en un cine local. «¿Qué le ha parecido?», le preguntamos. «No tan buena como el libro», respondió al instante.

Durante la mesa redonda actué como transmisor, ampliando y transmitiendo una sugerencia que había oído unas cuantas horas antes: «¿No sería un impulso maravilloso para los satélites de comunicaciones si pudiera lanzarse uno a tiempo para las olimpiadas de Tokio de 1964? Dentro de tres años... ¡piénsenlo!».

Este desafío fue recogido por tres jóvenes ingenieros de Hughes, Harold A. Rosen, Don Williams y Tom Hudspeth, quienes creían (ante tanto escepticismo) que un «satélite de comunicaciones sincrónico mínimo» podría ponerse en órbita, incluso con los vehículos de lanzamiento relativamente débiles existentes. Diseñaron un modelo hueco, que no llevaba baterías para que pudiera operar sólo con la luz solar. Como rotaría como un giroscopio, su eje estaría fijo en el espacio y sólo requeriría ocasionales empujes de gas para que sus transmisiones siguieran apuntando hacia la Tierra.

El primer Syncom fue lanzado el 14 de febrero de 1963. Alcanzó con éxito la órbita de veinticuatro horas... y el resto fue silencio; de repente se desvaneció del espectro radial. Meses más tarde, un poderoso telescopio localizó el diminuto cadáver flotando a la deriva sobre el ecuador. Al parecer, un conducto de presión había explotado. Estoy seguro de que algún día será exhibido en el Museo Smithsonian

del Aire y el Espacio, como el primer pionero de una nueva frontera vital.

Rosen y compañía volvieron al tablero de dibujo, y el Syncom 2 fue lanzado el 26 de julio de 1963. Fue un éxito total, igual que el Syncom 3 el 19 de agosto de 1964. Los Syncom tuvieron una gran importancia histórica pues sentaron un precedente; demostraron que ya no era posible dudar del valor de la órbita de veinticuatro horas. Incluso el problema del retraso temporal resultó ser mucho menos serio de lo que se temía.

Mientras que los ingenieros experimentaban, el Congreso legislaba. En 1962 se aprobó una ley para crear la Communications Satellite Corporation (COMSAT), que sería la única responsable del nuevo medio, y prohibiría el tipo de libre empresa desinhibida que había creado el sistema telefónico norteamericano. Como John Pierce, hablando como leal miembro de la extensa familia de Mamá Bell, escribió en su memoria de 1968: «El Acta de los Satélites de Comunicaciones me desanimó profundamente. En ese momento pareció acabar con cualquier interés personal directo o la participación en los satélites de comunicaciones. Preví que el Acta causaría, como así hizo, un retraso considerable en la consecución de un sistema comercial de satélites».

Mis amigos de COMSAT no estarían sin duda de acuerdo con esta última frase, y casi veinte años más tarde John señalaría con amargura lo arriesgado que es hacer ninguna previsión en este explosivo campo:

Quando, en conexión con la producción de 2001, Arthur Clarke me pidió ayuda para suministrar al Orbital Hilton con logotipos y equipos Bell, llamé al departamento de relaciones públicas de AT&T, pensando que saltarían ante la oportunidad. No lo hicieron. Dijeron que tal vez cuando llegara el 2001 las cosas no serían como Clarke y Kubrick predecían. ¿No hará eso que Bell System parezca idiota?^[38]

Bueno, los chicos de relaciones públicas tenían toda la razón, pero no en la forma en que imaginaron. Bell System no existirá en el 2001. Fue abolido, en una famosa sentencia del 1 de enero de 1984. Así que el logotipo Bell que aparece cuando el doctor Heywood Floyd hace su llamada de 1,70\$ a su hijita (Vivian Kubrick, por cierto) puede ser descrito como un anacronismo prematuro.

Mi esperanza de que las olimpiadas de Tokio de 1964 fueran emitidas vía satélite se cumplió gracias al Syncom 3, que sólo pudo preparar un canal en blanco y negro. Sin embargo, a causa de la diferencia horaria entre Japón y Estados Unidos, pocas cadenas mostraron el hecho «en directo», suponiendo que la mayor parte de su público estaría en la cama. Todavía tenían que aprender que los satélites enseñarían a las naciones a arreglárselas sin dormir.

Había llegado el momento de colocar esta nueva tecnología sobre una base comercial. Más de un cuarto de siglo después, es una experiencia curiosa y nostálgica

hojear un delgado folleto que anuncia en su primera página:

FOLLETO PRELIMINAR FECHADO EL 27 DE MAYO DE 1964
10 MILLONES DE ACCIONES
COMMUNICATIONS SATELLITE CORPORATION

Este histórico documento anunciaba que cinco millones de acciones a veinte dólares cada una habían sido adquiridas por las compañías de comunicaciones: casi tres millones por AT&T, un millón de IT&T, el resto por GTE, RCA y otras. Los cinco millones restantes estaban al alcance del público general a través de una larga lista de suscriptores, encabezados por el inevitable Merrill Lynch.

Dudo que incluso en nuestros más descabellados momentos anteriores a la Segunda Guerra Mundial los entusiastas interplanetarios soñáramos que un día se invertirían 200 millones de dólares en el espacio, ¡a cargo de organizaciones comerciales, y sólo como primera inversión! Todavía recuerdo con cierto embarazo la proclama que hizo la British Interplanetary Society, allá por 1938, sosteniendo que una nave lunar de tres hombres podría construirse por, ejem, un cuarto de millón de dólares. Incluso contando con la inflación, fue una clara subestimación.

El párrafo inicial del folleto establece con claridad los objetivos y lo igualmente importante el estatus de la organización, que entonces tenía un año:

La Communications Satellite Corporation se fundó bajo la ley del Distrito de Columbia el 1 de febrero de 1963, según autoriza el Acta de Satélites de Comunicaciones de 1962. El Acta declara que la política de Estados Unidos es establecer, en cooperación con otras compañías, un sistema de comunicaciones vía satélite de la manera más rápida y practicable, como parte de una cadena mejorada de comunicaciones, y que la participación de Estados Unidos en el sistema será en forma de corporación privada, sujeta a la regulación apropiada del gobierno. La Corporación ha sido creada para cumplir esa política nacional, pero la Corporación no es una agencia o institución del gobierno de Estados Unidos.

En una sección titulada «La aventura y su riesgo», el folleto señala que los inversores se internarán en territorio desconocido, y advierte cautelosamente: «Se cree que los sistemas de satélite de diversos tipos serán utilizables para propósitos comerciales. Para proporcionar más información relevante a la selección de un tipo o sistema, la Corporación planea llevar a cabo nuevas informaciones y operaciones limitadas por medio de un satélite que será lanzado a mediados de 1965».

Cuando el folleto fue editado, todavía no era seguro que los satélites geoestacionarios fueran practicable, así que también se consideró un Sistema de Altitud Media. Éste habría requerido hasta dieciocho satélites a una altura de unos 10.000 km. Se recibieron tres propuestas para tales cadenas orbitales (una de AT&T,

esperando una continuación del Telstar), y el asunto podría ser zanjado sólo por la experiencia práctica.

El folleto también tenía una sección titulada «Competencia», refiriéndose a los cables y la radio. Aunque los cables submarinos existentes empleaban aún tubos de vacío, la revolución de los transistores estaba en marcha y estaba claro que el número de canales de voz o telegráficos sería pronto multiplicado por un factor de al menos diez. En rutas de alta densidad como el Atlántico Norte, los cables podrían ofrecer un servicio mejor y más barato. Como veremos, la competición entre satélites y cables sigue siendo un factor importante, para gran beneficio de los usuarios. Curioso es que esta sección no menciona que sólo los satélites podrían proporcionar televisión intercontinental. Parece que en 1964 nadie advertía lo importante que esto llegaría a ser; sin embargo, en tan sólo una generación, más de la mitad de la raza humana vería a veces el mismo acontecimiento «en directo vía satélite».

El folleto de COMSAT fue editado casi exactamente cien años después de la agotadora batalla de Cyrus Field para conseguir capital para su nuevo cable. Esta vez, la historia fue diferente; todo el mundo sabía que los satélites de comunicaciones funcionaban. Menos de siete años después del Sputnik, Wall Street entró en la Era Espacial.

No, yo no compré acciones: normalmente me exasperaba la cantidad de valioso tiempo de trabajo que Stanley Kubrick gastaba telefoneando a su corredor, cuando deberíamos haberlo usado de forma creativa para hablar de nuestra pequeña película. En cualquier caso, mi actitud hacia las acciones es exactamente la misma que la de mi buen amigo Isaac Asimov, quien me confesó una vez: «Procedo de generaciones de pobres, así que no sé qué hacer con el dinero. Cuando lo tengo, dejo que se pudra en el banco».

A mí me ocurre lo mismo, y es algo muy sensato, considerando lo que ha sucedido en la zona de Wall Street durante los últimos años. Pero me alegro de tener cinco acciones de COMSAT, que me regalaron en los años sesenta, porque a) el certificado queda muy bonito en la pared de mi despacho y b) me gusta recibir los informes anuales. Sin embargo, aun a riesgo de provocar un colapso nervioso al ordenador de COMSAT, siempre rompo los minúsculos cheques de dividendos. Los cargos de correos y el banco me dejarían sin cambio si los cobrara.

31

Early Bird

Dada la responsabilidad de establecer el primer servicio regular no experimental, COMSAT contrató al equipo de Harold Rosen en Hughes para diseñar los sucesores de los Syncoms. El primero fue Early Bird (luego llamado Intelsat 1); fue lanzado en Cabo Kennedy el 6 de abril de 1965, y fui invitado a contemplar la cuenta atrás por medio de un enlace de televisión con la sede de COMSAT, entonces una hermosa casa particular en un barrio residencial de Washington.

Early Bird despegó a tiempo, y lo vimos ascender al cielo. Entonces la televisión fue desconectada, y el vicepresidente Hubert Humphrey empezó a hacer un discurso. Fue una charla elocuente e informativa, pero después de varios minutos empecé a preguntarme si le estaba sucediendo algo al cohete. Si hubiera estallado, los presentes en la sede de COMSAT habríamos sido los últimos en enterarnos. Más tarde, cuando vicepresidente y cohete llegaron ambos a una exitosa interrupción, le dije al señor Humphrey que estaba escribiendo una película donde uno de los personajes sería presidente del Consejo Espacial, dentro de treinta años. «Oh —dijo HHH con cierta tristeza—, pretendo ser presidente hasta entonces». Al parecer, viviendo bajo la enorme sombra de LBJ, ya había abandonado toda ambición superior.

Es interesante comparar las capacidades del Early Bird con sus sucesores a lo largo de los siguientes veinte años, como indicativo del sorprendente progreso tanto en diseño de los comsats como de las cargas que pueden ser colocadas en órbita geoestacionaria.

	1965	1975	1975
Intelsat 1	4A	6	
Circuitos de voz	240	6.500	35.000
Canales TV	(1)	+2	+2

Adviertan que Intelsat 1 podía manejar un único canal de televisión en blanco y negro o 240 circuitos telefónicos, no ambas cosas al mismo tiempo. Sus sucesores pueden transmitir dos canales de televisión en color, más miles de circuitos de voz. Y gracias al uso de inteligentes técnicas de multiplicación digital, esto puede ser aumentado (hasta 120.000 en el caso del Intelsat 6). Sin embargo, Intelsat 7 (lanzado en 1992) tiene sólo (!) la mitad de esta capacidad telefónica, aunque puede transmitir tres canales de televisión. El período de gestación de un nuevo comsat es de unos cinco años, y después de los fallos de lanzamiento de los años ochenta Intelsat decidió no poner tantos huevos en cestas tan caras, que cuestan millones de dólares asegurar^[39].

Los Estados Unidos de la Tierra

El 20 de agosto de 1971, tras varios años de negociaciones bizantinas, los acuerdos finales para establecer el sistema mundial de comunicaciones vía satélite (INTELSAT) se firmaron en el Departamento de Estado.

Por invitación del secretario William Rogers y el embajador Abbot Washburn, representante de Estados Unidos ante INTELSAT, se me pidió que hablara en la ceremonia, inmediatamente después del astronauta del Apolo 8 William Anders, entonces secretario ejecutivo del National Aeronautics and Space Council^[40].

Señor secretario, excelencias, distinguidos invitados... Cada vez que miro en mi bola de cristal y trato de visualizar el futuro de los satélites de comunicaciones, recuerdo un incidente que ocurrió en Inglaterra hace casi cien años.

Acababa de llegar de Estados Unidos la alarmante noticia de que un tal señor Bell había inventado algo llamado teléfono. Por tanto, como hacemos los británicos en una emergencia, establecimos una comisión parlamentaria que escuchó las pruebas de los testigos expertos, quienes les tranquilizaron diciendo que no se volvería a saber nada más de este invento yanqui tan poco práctico.

Entre los testigos citados se encontraba el ingeniero jefe de la British Post Office. Alguien de la comisión le dijo: «Tenemos entendido que los norteamericanos han inventado una máquina que puede transmitir el habla humana. ¿Cree que ese... teléfono será de alguna utilidad en Gran Bretaña?». El ingeniero jefe replicó: «No, señor. Los norteamericanos tienen necesidad del teléfono, pero nosotros no. Tenemos chicos mensajeros de sobra».

Este hombre muy capaz^[41] falló por completo al no ver las posibilidades del teléfono, ¿y quién puede echarle la culpa? ¿Podría alguien, en 1880, haber imaginado que llegaría una época en que todo el mundo tendría un teléfono, y los negocios y la vida social dependerían de él casi por completo?

Deduzco, caballeros, que el impacto final del satélite de comunicaciones sobre toda la raza humana será al menos tan grande como el del teléfono sobre las llamadas sociedades desarrolladas. De hecho, en lo que respecta a las comunicaciones reales, todavía no hay sociedades desarrolladas: todos estamos en la etapa del semáforo y las señales de humo. Y ahora estamos a punto de ser testigos de una interesante situación donde muchos países, sobre todo en África y Asia, van a saltarse toda una era de tecnología de comunicaciones y entrar directamente en la Era Espacial. Nunca conocerán las vastas cadenas de cables y enlaces de microondas que este continente ha construido a un coste enorme. Los satélites pueden hacerlo mucho mejor, y con menos gasto.

INTELSAT, por supuesto, se refiere principalmente a comunicaciones de un punto a otro con grandes estaciones de tierra, a menudo una sola por país. Proporciona la primera banda amplia, de alta calidad y fiable, con enlaces entre todas las naciones que deseen unirse, y la importancia de esto no puede ser subestimada. Sin embargo es sólo un principio, y me gustaría mirar más hacia el futuro...

Dentro de dos años, la NASA lanzará el primer satélite (el ATS-6) con poder suficiente para que sus señales sean detectadas por un aparato de televisión doméstico, más unos doscientos dólares de equipo adicional. En 1974 este satélite estará estacionado sobre la India y, si todo sale bien, comenzará el primer experimento en el uso de comunicaciones espaciales para la educación de masas.

Acabo de llegar de la India, donde he estado haciendo una película en televisión, *The Promise of Space*^[42]. Erigimos, en una aldea en las afueras de Delhi, la antena prototipo: un simple conjunto de cables en forma de paraguas, de 3 m de diámetro. Cualquiera puede montarla en unas cuantas horas. Sólo hace falta una por aldea para comenzar una revolución social y económica.

Los problemas de ingeniería de proporcionar educación, cultura e higiene mejorada a todos los seres humanos de este planeta han sido resueltos ya. El coste sería del orden de un dólar por persona y año. Los beneficios en salud, felicidad y bienestar serían inconmensurables.

Pero, por supuesto, el problema técnico es el fácil. ¿Tenemos la imaginación (y la capacidad política) necesaria para usar esta nueva herramienta para el beneficio de toda la humanidad? ¿O se usará sólo para vender detergentes y propaganda?

Soy optimista; todos los interesados en el futuro tienen que serlo, o de lo contrario simplemente se suicidarían. Creo que los satélites de comunicaciones pueden unir a la humanidad. Déjenme recordarles que este gran país fue creado virtualmente hace cien años por dos inventos.

Sin ellos, Estados Unidos sería imposible; con ellos, era inevitable. Esos inventos fueron, por supuesto, el ferrocarril y el telégrafo eléctrico.

Hoy estamos viendo, a escala global, un paralelo casi exacto de esa situación.

Lo que el telégrafo y los ferrocarriles hicieron aquí hace cien años, lo están haciendo ahora los jets y los satélites de comunicaciones por todo el mundo.

Espero que recuerden esta analogía en los años venideros. Pues hoy, caballeros, lo pretendieran o no, lo desearan o no, han firmado algo más que otro acuerdo intergubernamental.

Acaban de firmar el primer borrador de los Artículos de la Federación de los Estados Unidos de la Tierra.

Satélites y saris

En mi alocución al Departamento de Estado, me referí al inminente experimento del satélite educativo hindú, entonces todavía a cuatro años en el futuro. También escribí un artículo, titulado originalmente «El satélite maestro», para explicar la finalidad (y las altas esperanzas) de este gran experimento, en muchos aspectos la más prometedor de todas las aplicaciones de la tecnología espacial. Más tarde fue leído en el Registro del Congreso (27 de enero de 1972) por el representante William Anderson, famoso por su exploración del «Espacio Interior» cuando, en 1958, comandó el submarino atómico *Nautilus* en su histórico viaje bajo el polo Norte.

Durante miles de años, los hombres han buscado su futuro en el cielo estrellado. Ahora esta antigua superstición se ha cumplido por fin, pues nuestros destinos dependen de cuerpos celestes... los que nosotros mismos hemos creado.

Desde mediados de los años sesenta, los inadvertidos satélites de reconocimiento han estado preservando en silencio la paz del mundo, los satélites meteorológicos han protegido a millones contra las furias de la naturaleza, y los satélites de comunicaciones han actuado como mensajeros para la mitad de la raza humana. Sin embargo, éstas no son más que las primeras modestas aplicaciones de la tecnología espacial a los asuntos humanos; su verdadero impacto está todavía por llegar. E, irónicamente, el primer país que recibirá los beneficios del espacio directamente en casa será la India, donde, en una fecha tan reciente como febrero de 1962, millones de personas se aterrorizaron ante la inusitada conjunción del Sol, la Luna y cinco planetas.

En 1975 habrá una nueva estrella de la India; aunque no será visible al ojo desnudo, su influencia será superior que la de los signos zodiacales. Será el satélite ATS-6 (Satélite de Aplicaciones Tecnológicas 6), el último en una serie de exitosos lanzamientos por parte de la NASA. Durante un año, bajo un acuerdo firmado el 18 de septiembre de 1969, el ATS-6 será alquilado al gobierno hindú por Estados Unidos, y será «aparcado» a 36.000 km sobre el ecuador. En esta altitud dará una rotación cada veinticuatro horas y permanecerá por tanto sobre el mismo punto de la Tierra; en efecto, la India tendrá un repetidor de televisión de 36.000 km de altura, desde el que podrán ser recibidos programas con casi la misma longitud por todo el país.

Desde el lanzamiento del histórico Telstar en 1962, han habido varias generaciones de satélites de comunicaciones. El último, Intelsat 4, puede transmitir una docena de programas de televisión o hasta 9.000 conversaciones telefónicas sobre los océanos del mundo. Pero todos estos satélites tienen una cosa en común: sus

señales son tan débiles que sólo pueden ser recibidas por grandes estaciones terrestres, equipadas con antenas de veinte o más metros de diámetro, y que cuestan varios millones de dólares. La mayoría de los países sólo pueden permitirse una estación semejante, y de hecho eso es cuanto necesitan para conectar su televisión, teléfono u otros servicios (donde existen) al mundo exterior.

El ATS-6, construido por la Corporación Fairchild, representa el siguiente paso en la evolución de los satélites de comunicaciones. Sus señales serán lo suficientemente potentes para ser detectadas no por estaciones terrestres de muchos millones de dólares, sino por receptores simples que costarán doscientos o trescientos dólares, cosa que todas las comunidades, menos las más pobres, pueden costearse. Este nivel de coste abrirá el mundo en vías de desarrollo a todo tipo de comunicaciones electrónicas, no sólo a la televisión. Las sociedades emergentes de África, Asia y Sudamérica podrán evitar así gran parte de la tecnología terrestre de hoy y saltar directamente a la Era Espacial. Muchas de estas sociedades ya han hecho algo similar en el campo de los transportes, pasando del carro de bueyes al aeroplano con sólo un guiño de complicidad a los coches y trenes.

Para las naciones que han tardado siglo y medio en pasar del semáforo al satélite puede resultar difícil apreciar que unos pocos cientos de kilogramos en órbita puedan reemplazar ahora a las amplias cadenas de torres de microondas, cables coaxiales y transmisores terrestres que han sido construidos durante la última generación. Y es tal vez aún más difícil, para aquellos que piensan en la televisión exclusivamente en términos de viejas películas de Hollywood, concursos tontos y anuncios de detergente, encontrar algún sentido en extender estas facilidades a lugares que todavía no las disfrutaban. Casi podría argumentarse que cualquier otro empleo del dinero sería más beneficioso. Una reacción así es típica de aquellos que proceden de países desarrollados (o superdesarrollados), y que aceptan las bibliotecas, los teléfonos, los cines, la radio, la televisión como parte de sus vidas diarias. Como sufren con frecuencia el moderno azote de la contaminación informativa, no pueden imaginar su letal opuesto: la falta de información. Para cualquier occidental, por muy buenas que sean sus intenciones, decirle a un aldeano hindú que estaría mejor sin acceso a las noticias, el conocimiento y el entretenimiento del mundo es una impertinencia. Un hombre gordo predicando las virtudes de la abstinencia al hambriento merecería la misma credibilidad.

Quienes viven en Oriente y conocen sus problemas, están en la mejor posición para apreciar lo que las comunicaciones baratas y de alta calidad podrían hacer para mejorar los niveles de vida y reducir las desigualdades sociales. El analfabetismo, la ignorancia y la superstición no son sólo los resultados de la pobreza, sino parte de su causa, formando un sistema que se perpetúa a sí mismo y que ha durado siglos. Un sistema que no puede ser cambiado sin avances fundamentales en la educación. La India comienza ahora un Experimento de Televisión Instructiva por Satélite (SITE), como un atrevido intento de aprovechar la tecnología del espacio para esta tarea; si

tiene éxito, las implicaciones para todas las naciones en desarrollo serán enormes.

La primera misión de SITE será la instrucción en asuntos de planificación familiar, de la que depende el futuro de la India (y de todos los demás países). Ya se están produciendo programas de marionetas para explicar los conceptos básicos; aquellos de nosotros que recordamos las actividades tradicionales de Punch y Judy tal vez encontremos esta idea levemente hilarante. Sin embargo, es probable que no haya un medio mejor para llegar a audiencias que no saben leer pero están familiarizadas con los titiriteros ambulantes que durante generaciones han llevado las sagas de Rama y Sita y Hanuman a los pueblos. Algunos oficiales han declarado, quizá de forma demasiado optimista, que la única manera en que la India puede frenar su explosión demográfica es con propaganda de masas a través de satélites, que pueden proyectar la autoridad única y el impacto de la televisión en todos los pueblos de la Tierra. Si esto es cierto, tenemos una situación que debería hacer pensar a aquellos que han criticado los miles de millones invertidos en el espacio.

Los países emergentes de lo que llamamos el Tercer Mundo tal vez necesiten los cohetes y satélites con más desesperación que las naciones avanzadas que los construyeron. Convertir las espadas en arados tal vez sea una metáfora obsoleta; ahora podemos convertir los misiles en pizarras.

Junto a la planificación familiar, la mayor necesidad de la India es aumentar la productividad agrícola. Esto implica difundir información sobre la cría de ganado, nuevas semillas, fertilizantes, pesticidas y todo lo demás; el ubicuo transistor ya ha jugado un papel importante aquí. En ciertas partes del país, el famoso «milagro del arroz», que dio insospechadamente a toda Asia unos cuantos años valiosísimos para evitar el hambre, es conocido como «amigo radiofónico», por el medio con el que los granjeros conocieron los nuevos cultivos. Pero aunque la radio puede hacer mucho, no puede competir con la efectividad de la televisión; y por supuesto hay muchos tipos de información que sólo pueden darse plenamente por medio de imágenes. Decir sólo a un granjero cómo mejorar sus rebaños o sus cosechas es rara vez efectivo. Pero ver es creer, si pueden comparar las imágenes de la pantalla con el ganado flacucho y las cosechas raquíticas que le rodean. Aunque el proyecto SITE parece muy bien sobre el papel, sólo la experiencia dirá si funciona. El «hardware» es sencillo e incluso convencional en términos de la tecnología satélite de hoy; es el «software» (el programa real) lo que determinará el éxito o el fracaso del experimento. En 1967 un proyecto piloto fue iniciado en ochenta aldeas alrededor de Nueva Delhi, que estaban equipadas con receptores de televisión sintonizados con la cadena local (en sorprendente contraste con un satélite transmisor, ésta tiene un alcance de sólo 40 km). Se descubrió que una media de cuatrocientos aldeanos se reunían cada noche en los tele-clubs para ver los programas sobre el control de rastrojos, fertilizantes, empaquetado, semillas tratadas... más cinco minutos de canciones y bailes para endulzar la píldora educativa.

Los que estamos acostumbrados a ver la televisión de forma individual o familiar

tendemos a olvidar que incluso un aparato de doce pulgadas puede ser visto por varios cientos de personas. Aún más, como en la India siempre está oscuro a las siete de la tarde, durante gran parte del año el televisor puede ser colocado al aire libre; sólo durante el monzón sería necesario retirarse a una sala.

Se han hecho estudios para calibrar la efectividad de estos programas. En el terreno del conocimiento agrícola, quienes ven la televisión han mostrado ganancias sustanciales sobre quienes no la ven. Citando el informe del doctor Prasad Vepa del Comité Nacional Indio para la Investigación Espacial: «Expresaron la opinión de que la información dada a través de estos programas era más comprensible y clara que la de otros medios. Otra razón citada para la utilidad de la televisión fue su atractivo para los analfabetos y pequeños granjeros a quienes la información así no se les escapa».

En febrero de 1971, mientras filmaba *The Promise of Space*, visité una de estas aldeas equipadas con televisión: Sultanpur, una comunidad próspera y progresista en las afueras de Delhi, sólo a unos pocos kilómetros de la rugiente torre de arenisca de Kutb Minar. El doctor Vikram Sarabhai, presidente de la Comisión de Energía Atómica, nos había prestado amablemente un prototipo del receptor de alambre trenzado de 3 m de diámetro que recogía las señales del ATS-6 mientras flota sobre el ecuador. Mientras los niños de la aldea miraban, las piezas del reflector fueron montadas, un trabajo que puede hacerse en un par de horas y sin necesitar una mano experta. Cuando terminamos, teníamos algo que parecía un gran parasol o paraguas de aluminio, con una antena receptora en lugar de mango. Cuando todo el conjunto fue dirigido al cielo y colocado en el tejado del edificio más alto, parecía como si un pequeño platillo volante hubiera aterrizado en Sultanpur. Con el transmisor de Delhi esperando al satélite todavía por lanzar, pudimos mostrar un preestreno de (esperamos) casi cualquier aldea hindú de los años ochenta. El programa que mostramos en Sultanpur fue una demostración sobre mecánica elemental que no podría tener gran interés para la mayoría del público. Sin embargo, pareció absorber la atención de los espectadores entre diez y setenta años. No obstante, no fue en Sultanpur, sino en Amhedabad, a 600 km de distancia, donde realmente empecé a apreciar lo que podía hacerse a través de la educación más elemental a nivel de aldeas.

Cerca de Ahmedabad está la gran antena parabólica, de 16 m de diámetro, de la estación terrestre experimental de satélites de comunicaciones, a través de la cual serán emitidos los programas al satélite en órbita. También en esta zona está AMUL, la mayor cooperativa láctea del mundo, a la que pertenecen más de un cuarto de millón de granjas. Después de que termináramos de filmar en la gran antena, nuestro equipo se dirigió a la sede de AMUL, y acompañamos al veterinario jefe en sus visitas.

En nuestra primera parada, nos topamos con un pequeño drama conmovedor que nunca podríamos haber encontrado con deliberación, y que resumía la mitad de los

problemas de la India en un solo episodio. Una búfala estaba muriendo, observada por una anciana llorosa que ahora veía que la mayor parte de su bienes terrenos estaban a punto de desaparecer. Si hubiera llamado al veterinario unos cuantos días antes (había un teléfono en la aldea para este fin), éste podría haber salvado con facilidad al animal. Pero la mujer había probado primero con magia y encantamientos; no siempre son ineficaces, pero los antibióticos son más dignos de confianza...

No olvidaré fácilmente la cara demacrada y surcada por las lágrimas de aquella anciana de Gujarat; sin embargo, su ejemplo podría multiplicarse un millón de veces. La pérdida de riquezas reales en toda la India a causa de la ignorancia y la superstición debe de ser terrible. Si se salvaran tan sólo unos cuantos animales por año, o se aumentara la productividad en sólo unos cuantos puntos, el televisor de la plaza de la aldea amortizaría rápidamente su coste. Los hombres que dirigen AMUL lo comprenden; están tan impresionados por las posibilidades de la educación televisiva que planean construir su propia estación para emitir a su cuarto de millón de granjeros. Tienen el dinero, y no pueden esperar al satélite, aunque éste llegará a un público dos mil veces superior, pues más de quinientos millones de personas estarán dentro del alcance del ATS-6.

Hay una forma menos obvia, aunque tal vez más importante, por la que la prosperidad y a veces la propia existencia de los aldeanos hindúes dependerá de la tecnología espacial. La vida del subcontinente está dominada por el monzón, que produce el 80 % de las lluvias anuales entre junio y septiembre. La fecha de la llegada del monzón, sin embargo, puede variar algunas semanas, con desastrosos resultados para el granjero si no calcula bien la plantación de sus cosechas.

Ahora, por primera vez, el todopoderoso ojo de los satélites meteorológicos, suministrando información a ordenadores gigantescos, puede dar esperanza real de mejoras dramáticas en la previsión meteorológica. Pero las predicciones no servirán de nada si no llegan a los granjeros en medio millón de aldeas dispersas, y como dice un reciente informe hindú:

Esto no puede conseguirse con medios tradicionales de telegramas y emisiones radiofónicas. Sólo un sistema de comunicaciones espaciales por televisión podrá suministrar al granjero una información personal. Puede esperarse que un sistema de emisión televisiva rural a toda la nación efectúe un incremento en la producción agrícola de al menos el 10 % a través de la prevención de pérdidas, ahorrando 1.600 millones de dólares al año.

Aunque esta cifra sea descabelladamente optimista, parece que el coste de un sistema así sería nimio comparado con sus beneficios.

Y aquellos que no se dejan impresionar por los dólares deberían considerar también el aspecto humano, como se demuestra por el gran ciclón de Bangladesh de 1971. Éste fue localizado por los satélites meteorológicos, pero la cadena de

advertencia que podría haber salvado varios cientos de miles de vidas no existía. Esas tragedias serán imposibles en un mundo de eficaces comunicaciones espaciales.

Sin embargo, es la calidad y no la cantidad de vida lo que importa. Los hombres necesitan información, noticias, estímulo mental, entretenimiento. Por primera vez en cinco mil años existe una tecnología que puede detener y quizás incluso revertir la huida del campo a la ciudad. Las implicaciones sociales de este hecho son profundas; el gobierno canadiense ha descubierto ya que tiene que lanzar un satélite para poder desarrollar el Ártico. La gente acostumbrada a las amenidades de la civilización simplemente no vivirá en lugares donde no puedan telefonar a sus familias o ver sus programas de televisión favoritos. El satélite de comunicaciones puede poner fin a la privación cultural causada por la geografía. Es extraño pensar que, a la larga, la cura para Calcuta (por no mencionar Londres, Nueva York, Tokio) pueda encontrarse a 36.000 km en el espacio.

El proyecto SITE durará un año, y emitirá para cerca de cinco mil televisores en zonas cuidadosamente seleccionadas. Esta cifra tal vez no parezca impresionante cuando se considera el tamaño de la India, pero requiere sólo un receptor por aldea para empezar una revolución social, económica y educativa. Si el experimento es el gran éxito que el doctor Sarabhai y sus colegas esperan (y merecen), el siguiente paso será que la India tenga su propio satélite de comunicaciones a tiempo completo. En cualquier caso, esto es esencial para los servicios internos de radio, telégrafo, teléfono y télex del país.

Es posible que, hasta que haya establecido un sistema nacional de ese tipo, la India sea capaz de conseguir una auténtica realidad cultural y siga siendo a la vez una colección de estados. Y uno no puede dejar de preguntarse cuánto derramamiento de sangre y miseria se podría haber evitado si las dos partes separadas de Pakistán hubieran podido comunicarse cara a cara, a través de las facilidades que sólo un satélite de comunicaciones puede proporcionar.

Kipling, que escribió una historia sobre —la radio— el «sin hilos» y un poema a los cables submarinos, se habría sentido complacido por el amanecer de la electrónica que está a punto de llegar al subcontinente. Gandhi, por otro lado, es probable que hubiese sido menos entusiasta, pues gran parte de la India que él conocía no sobrevivirá a los cambios que van a producirse.

Uno de los momentos más mágicos de la obra maestra de Satyajit Ray *Pather Panchali* es cuando el pequeño Apu oye por primera vez la música eólica de los cables telegráficos en la ventosa llanura. Pronto estos cables cantarines habrán desaparecido para siempre, pero una nueva generación de Apus estará viendo, con los ojos muy abiertos, cuando la ciencia de una era posterior traiga señales del cielo, y abra para todos los niños de la India una ventana al mundo.

A principios de 1977, un equipo de ingenieros hindúes voló a Colombo e instaló

en mi tejado una enorme antena de 5 m (un generoso regalo de ISRO, la Organización de Investigación Espacial India).

Cuando SITE se recibió fuerte y claro, la televisión llegó por primera vez a Sri Lanka, y todo el mundo desde el presidente para abajo vino a ver los programas. Mi factura de licores fue enorme.

Se han escrito miles de palabras sobre los éxitos y ocasionales fracasos del experimento SITE. El hombre mejor cualificado para resumirlas es el doctor Yash Pal, que se hizo cargo del proyecto tras la muerte de su iniciador, el doctor Vikiram Sarabhai:

Para las mil quinientas personas implicadas directamente en el experimento, SITE fue una profunda experiencia humana. Generó nuevas capacidades, desmitificó la tecnología espacial, y ayudó a nuclear una gran isla de autoconfianza. Pero mucho más significativa fue la generación de una nueva relación entre los técnicos y los problemas profundos del país, una preocupación común por los objetivos sociales y humanos de fondo.

(Vatican Study Week,
octubre de 1984; ver capítulo 36)

El satélite ATS-6 por el que se transmitieron los programas SITE fue alquilado a la India sólo durante un año; luego fue «girado» en el ecuador para que pudiera emitir para Alaska, una región que necesitaba comunicaciones de alta calidad casi con más desesperación que la India (ATS-6 salvó bastante más que unas pocas vidas proporcionando información durante emergencias médicas).

Durante sus doce apretados meses de funcionamiento, el experimento SITE demostró sin ninguna duda que sólo los comsats podían proporcionar a la India todas las variedades de telecomunicaciones requeridas para administrar un país tan grande y diversificado. Por tanto, se planeó un sustituto (Insat 1), aunque debido a una serie de contratiempos el primer comsat diseñado en la India no empezó a funcionar hasta casi seis años después.

Y, como se cuenta en el capítulo 35, yo tuve que esperar aún más antes de poder recibir televisión vía satélite. Pero para entonces, los programas llovían de todo el cielo.

34

En la ONU

Aunque yo había visitado la sede de Naciones Unidas muchas veces desde los años cincuenta, ni en mis momentos más descabellados llegué a imaginar que un día daría un discurso desde el famoso podio del edificio de la Asamblea General. Pero esto es exactamente lo que sucedió el Día de las Telecomunicaciones Mundiales, el 17 de mayo de 1983.

Aunque «Más allá de la aldea global» reitera muchos de los temas ya tratados en este libro, me gustaría incluirlo completo, añadiendo sólo unas pocas notas a pie de página para poner al día o ampliar mis declaraciones.

Siempre hay algo nuevo que aprender del pasado, y me gustaría comenzar con dos anécdotas de los primeros días del teléfono. Ilustran a la perfección lo difícil (si no imposible) que es prever el impacto social de un invento verdaderamente revolucionario. Aunque la primera historia es ahora bastante famosa (y debo pedir disculpas a aquellos que ya la han oído antes), espero que la mayoría no la conozcan^[43].

Cuando la noticia del invento de Alexander Graham Bell llegó al Reino Unido, el ingeniero jefe de la British Post Office no se impresionó lo más mínimo. «Los norteamericanos —pontificó—, necesitan el teléfono, pero nosotros no. Tenemos muchos chicos mensajeros...».

La segunda historia la he oído hace poco, y en ciertos aspectos es aún más instructiva. En contraste con el ingeniero inglés, el alcalde de una ciudad norteamericana se mostró vivamente entusiasmado. Pensaba que el teléfono era un aparato maravilloso y aventuró esta sorprendente predicción: «Puedo ver el día —dijo con solemnidad—, *en que cada ciudad tenga uno*».

Si, durante el curso de esta charla, piensan que soy demasiado optimista, recuerden a ese alcalde...

Hemos llegado a una etapa en la que virtualmente todo lo que queramos en el terreno de las comunicaciones es posible: las restricciones ya no son técnicas, sino económicas, legales o políticas. Así, si quieren transmitir la Enciclopedia Británica a todo el mundo en un segundo^[44], pueden hacerlo. Pero tal vez sea mucho más barato si están dispuestos a esperar un minuto entero... y primero deben consultar con los abogados de la Británica.

Sin embargo, aunque reconozco y aplaudo todas esas maravillas, soy bien consciente de las realidades actuales. En Sri Lanka, por ejemplo, un problema importante es que el jefe de correos de la aldea tal vez no tenga siquiera los sellos necesarios para ponerlos en los telegramas que deben ser enviados, ya que los

ladrones de cobre han robado los cables colgantes. Y Sri Lanka, comparada con algunos países, es rica. Ya ha importado más de cien mil televisores y miles de vídeos. Esto habría sido impensable hace sólo unos años, pero los seres humanos necesitan información y entretenimiento casi tanto como alimento, y cuando llega un invento que puede proporcionar ambas cosas en cantidades sin precedentes, tarde o temprano todo el mundo consigue encontrar el dinero para adquirirlo.

Esto se cumple en particular cuando el coste del material se reduce diez veces cada década... ¡miren el ejemplo de las calculadoras de bolsillo! Así que, por favor, no desprecien mi futuro porque nadie puede permitírselo. La raza humana puede permitirse cualquier cosa si la necesita en realidad, y las mejoras en telecomunicaciones normalmente se amortizan mejor que las mejoras en transportes. Un país en vías de desarrollo tal vez necesite más consejos sobre cómo construir enlaces telefónicos con sus provincias lejanas que carreteras, si hay que tomar una decisión.

Déjenme centrarme en el único aspecto de la revolución de las comunicaciones que tengo derecho a discutir, y que ha afectado en profundidad mi estilo de vida, por no mencionar el de millones de otras personas.

Hasta 1976, hacer una llamada internacional desde mi casa en Sri Lanka era un ejercicio frustrante que podía durar varios días.

Ahora, gracias al satélite del océano Índico, puedo contactar con Londres o Nueva York en menos tiempo del que se tarda en marcar el número de trece dígitos. Como resultado, puedo vivir exactamente donde me place, y he reducido mis viajes a una fracción de su antiguo valor.

Los comsats han creado un mundo sin distancias y ya han tenido un profundo efecto en los negocios internacionales, las noticias y el turismo, una de las industrias más importantes de los países en vías de desarrollo. Con todo, su impacto real apenas ha comenzado: antes de que termine este siglo, y sólo quedan diecisiete años, habrán transformado el planeta, acabando con muchas cosas malas y, por desgracia, algunas buenas.

El eslogan «Un teléfono en cada pueblo» debería recordarles a aquel alcalde norteamericano, así que no se rían. Creo que es un objetivo realista (e ¡igualmente importante!) para el año 2000. Puede conseguirse ahora que millones de kilómetros de alambre de cobre cada vez más escaso pueden ser sustituidos por un puñado de satélites en órbita estacionaria. Y en tierra necesitamos un receptor sencillo de energía solar más la antena, que podría ser producido en masa por docenas antes que por cientos de dólares.

En este punto me gustaría tomar prestada una expresión de los militares: «multiplicadores de fuerza». Un multiplicador de fuerza es algo que puede aumentar la efectividad de un sistema existente. Por ejemplo, puede que hagan falta cincuenta bombas anticuadas para volar un puente. Pero si se las guía por televisión, sólo harán falta un par de ellas, aunque el poder explosivo por cada bomba seguirá siendo

exactamente el mismo.

Sugiero que el «teléfono en el pueblo» sería uno de los multiplicadores de fuerza más efectivos de la historia, a causa de sus implicaciones para la salud, la cría de ganado, las predicciones meteorológicas, consejos de mercado, integración social y bienestar humano. Cada instalación se amortizaría a sí misma en unos meses. Me gustaría ver un estudio de coste y efectividad de un sistema telefónico rural vía satélite para África, Asia y Sudamérica. Pero los beneficios financieros, aunque sin duda serían importantes, serían insignificantes comparados con los sociales. Por el contrario que su equivalente militar, este multiplicador de fuerza aumentaría la salud, el bienestar y la felicidad de la humanidad.

Sin embargo, mucho antes de que la cadena global de teléfonos fijos esté establecida, habrá un desarrollo paralelo que con el tiempo la superará por completo, aunque tal vez no lo haga hasta bien avanzado el siglo que viene. Está comenzando ahora, con redes celulares, radiófonos portátiles, aparatos transmisores, y acabarán en nuestro viejo amigo de la ciencia ficción, el teléfono de muñeca.

Antes de que llegemos a eso, habrá una etapa intermedia. Durante la siguiente década, más y más hombres de negocios, turistas adinerados y virtualmente todos los periodistas llevarán maletines que les permitirán comunicación biunívoca directa con sus casas u oficinas, a través del satélite más conveniente. Éstos proporcionarán voz, télex y facilidades de vídeo (fotos fijas, y si es necesario, cobertura televisiva en directo). Como estos aparatos se irán haciendo más baratos, más pequeños y más universales, los viajeros llegarán a ser totalmente independientes de los sistemas nacionales de comunicaciones.

Las implicaciones de esto son profundas, y no sólo para los periodistas que ya no estarán a merced de los censores o los ineficaces (a veces inexistentes) servicios de correos y telégrafos. Significa el fin de las sociedades cerradas y conducirá al final, por repetir una frase que oí usar a Arnold Toynbee hace cuarenta años, a la unificación del mundo.

Tal vez piensen que esto es una predicción ingenua, porque muchos países no dejarán que estas máquinas subversivas crucen sus fronteras. Pero no tendrán elección; la alternativa sería económicamente suicida, porque pronto no tendrían turistas ni hombres de negocios ofreciendo moneda extranjera. Sólo conseguirían espías, que no tendrían ningún problema para ocultar las poderosas herramientas nuevas de su viejo negocio.

Lo que de hecho estoy diciendo es que el debate sobre el libre tránsito de información que lleva en vigor varios años pronto será zanjado... por los ingenieros, no por los políticos (igual que los físicos, no los generales, han determinado ya la naturaleza de las guerras).

Piensen en lo que esto significa. Ningún gobierno podrá ocultar, al menos durante mucho tiempo, pruebas de crímenes o atrocidades... ni siquiera a su propio pueblo. La misma existencia de miríadas de nuevos canales de información, operando en

tiempo real y por todas las fronteras, será una poderosa influencia para la conducta civilizada. Si están preparando una masacre, será inútil disparar al cámara que ha aparecido inconvenientemente en escena. Sus imágenes ya estarán a salvo en el estudio situado a 5.000 km de distancia; y su última imagen tal vez sirva para colgarles.

Muchos gobiernos no se sentirán felices con esto, pero a la larga todo el mundo se beneficiará. La revelación de escándalos o abusos políticos (en especial por parte de equipos de televisión que vuelven a sus hogares y hacen rudos documentales) puede ser dolorosa pero también muy valiosa. Muchos gobernantes estarían todavía hoy en el poder, o incluso vivirían, si hubieran sabido lo que sucedía en su propio país. Un sabio político dijo una vez: «La prensa libre puede ser un infierno, pero puede salvarte la piel». Esto se cumple aún más con las noticias televisivas, que gracias a los satélites serán pronto instantáneas y ubicuas. Esperemos que también sean responsables. Considerando lo que ha sucedido con frecuencia en el pasado, el optimismo en este caso bien puede estar templado con la preocupación.

Hace un cuarto de siglo, la radio de transistores empezó a extenderse por el mundo, iniciando una revolución en las comunicaciones de todos los países, desarrollados y subdesarrollados. Es una revolución continua (una explosión firme, si se me permite la paradoja), y no está completa. De hecho, acelerará cuando las radios baratas de energía solar eliminen la dependencia de las pilas, tan caras y difíciles de obtener en lugares remotos.

La radio de transistores ya ha proporcionado noticias, información y entretenimiento a millones de personas que de otro modo habrían estado del todo privadas de muchas cosas que nosotros damos por hechas. Pero la televisión es un medio mucho más poderoso, y gracias a la nueva generación de satélites, su tiempo ha llegado.

Dudo en añadir las megapalabras (o gigapalabras) escritas sobre la televisión educativa y los satélites de emisión directa. Pero a pesar de toda la verborrea, sigue habiendo varios temas que por lo general no se comprenden, quizá porque a los humanos no nos gusta enfrentarnos a verdades molestas.

En algunos lugares se han hecho intentos por regular o incluso prohibir las emisiones en directo desde el espacio. Pero las ondas de radio no conocen fronteras, y es totalmente imposible impedir que se esparzan. Aunque el país A haga todo lo posible por impedir que sus programas lleguen a su vecino B, no siempre podrá tener éxito. Durante el SITE de 1976 el rayo del satélite ATS-6 fue apuntado directamente hacia la India para dar máxima fuerza a la señal allí. Sin embargo, se recibieron en Inglaterra buenas imágenes, a medio mundo de distancia.

Quienes desean promulgar leyes de lo que podría llamarse «permiso para recibir» me recuerdan a la mítica ley del Estado norteamericano que, en el siglo pasado, declaró que el valor de pi es exactamente 3, como se dice en el Antiguo Testamento (ay, esta deliciosa historia no es cierta: pero puede ser equiparada con absurdos

similares de este mismo momento).

En cualquier caso, la tecnología ha superado una vez más a la política. Por todo Estados Unidos, el Caribe y Sudamérica, pequeñas antenas «sólo receptoras» florecen como hongos, sintonizando con los cientos de canales por satélite disponibles ahora, y hay poco que se pueda hacer al respecto, sin gastar montones de dinero en difusores y aparatos interceptores que a veces vencen a su propia finalidad.

En Sri Lanka, los radioaficionados con equipos bastante sencillos han recibido imágenes excelentes de los poderosos satélites soviéticos EKRAK; gracias a ellos, pudimos disfrutar de las olimpiadas de Moscú. Me gustaría expresar mi gratitud a los ingenieros rusos por su continua demostración a gran escala, por toda Asia, de que los políticos no sólo dicen tonterías técnicas, sino que ignoran sus propias proclamas.

No son los únicos culpables de hipocresía, como mi buen amigo el doctor Yash Pal recalcó con estas palabras hace varios años:

En las salas de estar de las grandes ciudades hay mucha gente preocupada por el daño que se va a causar a la integridad de la India rural al exponerla al mundo exterior.

Después de dar sermones sobre los peligros de corromper a esta inocente y maravillosa masa de humanidad, normalmente se dan la vuelta y añaden: «Bueno, ahora que tenemos un satélite, ¿cuándo vamos a ver algunos programas norteamericanos?». Por supuesto, ellos son inmunes a la dominación cultural o a las influencias extranjeras.

Cuando cité estas palabras en la reunión de la IPDC de la UNESCO en París en 1981, añadí:

Me temo que los intelectuales de salón son iguales en todas partes. Como sufrimos con frecuencia el azote de la contaminación informativa, nos resulta difícil imaginar su letal opuesto, la falta de información. Me molesta mucho cuando oigo argumentos, normalmente por parte de personas que han sido educadas más allá de su inteligencia, sobre las virtudes de mantener en la ignorancia a pueblos felices y retrasados. Esa actitud me recuerda a la de un gordo predicando las ventajas del ayuno a un mendigo hambriento.

Y no me impresionan los ataques a la televisión por los espantosos programas que a menudo emite. Todos los programas de televisión tienen algún contenido educativo; el tubo catódico es una ventana al mundo, a muchos mundos en realidad. Con frecuencia es una ventana muy sucia, pero he llegado lentamente a la conclusión de que, haciendo balance, incluso la televisión mala es mejor que no tener televisión alguna.

Muchos no estarán de acuerdo con esto, y les compadezco. El imperialismo cultural electrónico borraré muchas cosas buenas, y muchas malas también. Sin

embargo, sólo acelerará cambios que en cualquier caso eran inevitales; y en el aspecto positivo, los nuevos medios preservarán para generaciones futuras las costumbres, artes y ceremonias de nuestro tiempo, de un modo que nunca fue posible en anteriores etapas.

Por supuesto, hay muchas costumbres actuales que no deberían ser preservadas, excepto como advertencia para generaciones futuras. La esclavitud, la tortura, las persecuciones raciales y religiosas, el tratar a las mujeres como objetos, la mutilación de niños a causa de antiguas supersticiones, la crueldad con los animales... la lista es interminable, y ningún país puede proclamar su total inocencia. Pero la monstruosidad que acecha sobre todos estos males es la omnipresente amenaza de la guerra nuclear.

Ojalá pudiera decir que la mejora en las comunicaciones conducirá a la paz, pero ese asunto no es tan simple. Comunicaciones excelentes (¡incluso un lenguaje común!) no han llevado la paz a Irlanda del Norte, por citar uno de los muchos ejemplos posibles. Sin embargo, buenas comunicaciones de todo tipo, y a todos los niveles, son esenciales si queremos establecer la paz en este planeta. Como dirían los matemáticos: son necesarias, pero no suficientes.

Me gustaría terminar esta exploración del futuro de nuestras telecomunicaciones con una de las predicciones más notables hechas jamás. En la última década del siglo diecinueve, un ingeniero técnico, W. E. Ayrton, daba una conferencia en el Imperial Institute de Londres sobre el más moderno de los aparatos de comunicaciones, el cable telegráfico submarino. Terminó con lo que, para todos sus oyentes, debió de ser la más descabellada fantasía:

No hay duda de que llegará el día, quizá cuando ustedes y yo hayamos sido olvidados, en que los cables de cobre, las coberturas de gutapercha y las vainas de hierro serán relegadas al Museo de Antigüedades. Entonces, cuando una persona quiera telegrafiar a un amigo cuya localización no sepa, llamará con una voz electromagnética, que será oída con fuerza por el que tenga oído electromagnético, pero será muda para todos los demás. Dirá «¿Dónde estás?» y la respuesta será «Estoy en el fondo de una mina de carbón», o «Cruzando los Andes» o «en el medio del Pacífico»; o quizá no llegue ninguna respuesta, y tal vez deduzca entonces que su amigo ha muerto.

Esta profecía realmente sorprendente fue hecha en 1897, mucho antes de que nadie pudiera imaginar cómo se cumpliría. Un siglo después, para 1997^[45], estará a punto de ser conseguida, porque el teléfono de muñeca será de uso general. Y si creen que ese aparato es improbable, pregúntense quién podría haber imaginado el reloj personal, allá en la Edad Media, cuando los únicos relojes eran mecanismos chasqueantes del tamaño de habitaciones, el orgullo y la alegría de unas pocas catedrales.

En ese aspecto, muchos de ustedes llevan en sus muñecas milagros de la electrónica que habrían resultado increíbles hace sólo veinte años. Los símbolos que parpadean en esas pantallas digitales ahora sólo dan la hora y la fecha. Cuando llegue el final de siglo, harán mucho más que eso. Les darán acceso directo a la raza humana, a través de las cadenas invisibles que rodean nuestro planeta.

La aldea global, tan largamente anunciada, está casi encima, pero sólo durará un breve instante en la historia de la humanidad. Antes de que nos demos cuenta de que ha llegado, habrá sido superada por la familia global.

La tropa de Coop

Aunque en mi estudio de 1945 yo había sugerido que la recepción de los satélites sería posible con antenas parabólicas de 30 cm de diámetro, las primeras estaciones de tierra medían cien veces ese tamaño, y costaban millones de dólares. Pero a medida que la potencia de los satélites fue aumentando firmemente, y los detectores se hicieron aún más sensibles, el equipo de tierra también se volvió más pequeño y más barato. A mediados de los años setenta podían permitírsele muchas familias norteamericanas... Una nueva industria había nacido.

Al principio, sólo unos cuantos aficionados entusiastas (los descendientes directos de los radioaficionados de 1920 y 1930) se pusieron a actuar, construyendo antenas de alambre en sus patios y soldando sus propios circuitos. Pronto, sin embargo, completos sistemas Home TVRO (sólo recepción de televisión) estuvieron en el mercado por un mínimo de mil dólares. Los modelos de lujo tenían monturas casi ecuatoriales, como los telescopios, y podían ser movidos a motor de un horizonte a otro hasta apuntar de forma automática hacia cualquier satélite que estuviera en órbita geoestacionaria. A principios de los ochenta había docenas de programas (noticias, espectáculos, deportes y hasta un poco de cultura) cayendo desde el aire para disfrute de todo el mundo.

Uno de los principales promotores (de hecho, pionero) del Home TVRO fue un enérgico periodista y aficionado a la electrónica llamado Robert Cooper, que empezó a publicar una revista mensual en 1979 llena de chismorreos, noticias técnicas y anuncios. Coop's Satellite Digest era una lectura esencial para todo el mundo en el medio, y en su breve pero fructífera vida ofreció la crónica del ascenso y (temporal) caída de una industria de muchos millones de dólares.

En 1983, Home TVRO estaba aún en auge, y Bob Cooper organizó una sorprendente hazaña logística por la que siempre le estaré agradecido. Persuadió a tres de los principales fabricantes para que me donaran sus unidades TVRO completas y vinieran a Sri Lanka para instalarlas. Me gustaría registrar aquí y ahora los nombres y afiliaciones de los generosos donantes: Bob Behar (antena de 7,5 m de Hero Communications, Hialeah, Florida); James Gowen (antena de 6 m de ADM, Poplar Bluff, Missouri); Dave Johnson (antena Paraclipse de 5 m de Paradigm Manufacturing, Redding, California). Además, valiosos componentes electrónicos fueron suministrados por Avcom (Richmond, Virginia) y California Amplifier (Newbury Park, California). Pido disculpas a los otros generosos donantes cuyos nombres he olvidado, o nunca llegué a conocer...

Transportar todo este equipo por medio mundo y llevarlo a salvo a Sri Lanka fue una pesadilla, pero gracias a lo que ahora parece una serie entera de milagros todo llegó en el momento adecuado al lugar preciso. La Paraclipse de 5 m (la segunda

fabricada: la primera fue al Centro Espacial Kennedy) fue erigida en el balcón de mi casa en Colombo. La antena de 6 m ADM fue izada de algún modo tres pisos hasta el tejado del Departamento de Electrónica de la Universidad de Moratuwa. Y la enorme antena Hero de 7,5 m, fue erigida con la ayuda de una grúa ante el Centro Arthur Clarke de Tecnología Moderna (ver capítulo 38), junto a la universidad.

Todo esto nunca se podría haber hecho sin la habilidad y la energía de los veintinueve norteamericanos, canadienses y japoneses que Coop reclutó para la operación. En concreto me gustaría dar las gracias a John Zalenka y al padre Lee Lubbers, SJ, que desde entonces ha erigido una cadena educativa vía satélite (SCOLA) en la Universidad de Creighton, Omaha, Nebraska^[46].

Siete años después, virtualmente todo este equipo está todavía en funcionamiento, a pesar de las tormentas de los monzones y la caída ocasional de algún rayo. La parabólica de 7,5 m fue particularmente útil durante la crisis del Golfo, pues transmitió los informes de la CNN a la cadena de televisión nacional. Y gracias a la antena de mi tejado, tuve acceso a programas rusos, indonesios y chinos, además de a gran parte del tráfico de los INTELSATS del océano Índico.

A finales de los ochenta, sin embargo, los días salvajes y desinhibidos de la órbita geoestacionaria se acabaron. Las grandes corporaciones habían llamado a sus abogados para limpiar la frontera y encarcelar a los fuera de la ley que pudieran coger. Y, a pesar de los gritos de angustia de los pioneros de TVRO, tenían un buen motivo. Costaba millones construir y lanzar los satélites de comunicaciones, y millones más alimentar sus voraces apetitos. Los que se beneficiaban de ellos no podían esperar usarlo gratis para siempre.

Así empezó una batalla tecnológica de inteligencias muy por encima de la Tierra, un análogo sin sangre (habitualmente) de la guerra electrónica que sacudiría el Golfo unos años más tarde. Se diseñaron sistemas «dispersores» o codificadores para que los espectadores no autorizados sólo pudieran ver marañas sin significado en sus televisores; si querían obtener una imagen, tenían que alquilar una caja negra especial (decodificador) para que el caos adquiriera sentido. Incluso quienes ignoraban por completo la tecnología implicada podían comprender cómo funcionaba uno de los muchos sistemas con la cita:

La dispersión puede hacerse retrasando o adelantando el principio de la información visual en una línea relacionada con la línea previa, cortando en dos partes la información de cada línea y transmitiendo la segunda antes que la primera, con un punto de corte distinto en líneas sucesivas, o cambiando el orden en que las líneas se transmiten. O con una combinación de ambas.

Leer esta descripción (del capítulo «Satellite Channel Encryption in Europe» por Steven Birkill, *World Satellite Annual*, 1991) debería ser suficiente para dar dolor de cabeza a cualquiera^[47].

No hace falta decir que la introducción de la codificación redujo enormemente las ventas del equipo TVRO, y puso a muchos fabricantes fuera del negocio. Pero también fue una tentación irresistible para la electrónica subterránea; en docenas de cuartos traseros y garajes, los sucesores de aquellos que habían comenzado la revolución de los ordenadores personales aceptaron con alegría este nuevo desafío. Muchos de ellos lo hicieron por pura diversión, pero también hubo fortunas implicadas. Antes de que pasara mucho tiempo, decodificadores piratas empezaron a ser fabricados en Taiwan y Hong Kong, y pasados de contrabando por la frontera canadiense. La guardia costera norteamericana tuvo un nuevo dolor de cabeza; cuando Coop preparó una conferencia para discutir la codificación en las islas caribeñas británicas de Turks y Caicos, algunos de los participantes tuvieron problemas cuando volvieron al continente. Las autoridades no estaban simplemente al acecho de los productos químicos tan populares en esa parte del mundo, sino de los sospechosos microchips, mucho más difíciles de identificar.

Hoy, millones de ciudadanos que cumplen con la ley en Estados Unidos, Europa y Asia pagan sus tarifas de decodificadores y reciben una opción de noticias y diversión que ninguna otra época habría imaginado. Y lo hacen con antenas cada vez más pequeñas, en algunas zonas de alto nivel de fuerza y de 30 cm de diámetro. Incluso la tradicional (!) antena parabólica tal vez sea pronto reemplazada por platos planos llenos de componentes electrónicos que puedan engañar a las señales recibidas para que crean que están enfocadas en un punto. También tienen ventajas estéticas; cuando sus rayos puedan ser redirigidos de forma electrónica sin ningún movimiento físico de la propia antena, podrán ser colocadas sin problemas en tejados y paredes.

Así, a principios del siglo que viene, las antenas parabólicas que florecieron como hongos por gran parte de Europa y Norteamérica durante los años ochenta habrán desaparecido como las antenas horizontales que bamboleaban entre las chimeneas de los años treinta.

Cita en el Vaticano

Todavía estaba oteando los cielos de Colombo con la antena Paraclipse que la Coops Troop había instalado en mi tejado cuando recibí una inesperada invitación: participar en una semana de estudios sobre «El impacto en la humanidad de la exploración espacial», preparada por la Academia Pontificia de Ciencia. Como nunca había estado en Roma, y aún menos en el Vaticano, fue una oferta que no pude rehusar. Llevé conmigo, como *consigliere* y guía a este territorio desconocido, a un viejo amigo de Sri Lanka, director del Instituto de Educación Integral y gran astrónomo aficionado, el padre Mervyn Fernando.

La conferencia estaba limitada a treinta y seis participantes de una amplia selección de países: Estados Unidos, Francia, Italia, Chile, Australia, Nigeria, Cuba, India, Suiza, Indonesia... aunque no el Reino Unido (a menos que yo pudiera ser considerado un sustituto). Tuvo lugar durante la semana del 1 al 5 de octubre de 1984 en una hermosa villa no lejos de la Capilla Sixtina; tuvimos oportunidad de ver la obra maestra de Miguel Ángel, entonces en controvertido proceso de restauración.

Los actos fueron moderados por el profesor Carlos Chagas, presidente de la academia, y entre los participantes se encontraban el profesor Yash Pal y el doctor Cyril Ponnampereuma, famoso por su detección de material orgánico (y posiblemente pre biótico) en los meteoritos. El segundo día tuvimos una audiencia con el papa Juan Pablo II, y yo le ofrecí un ejemplar de mi «autobiografía científica», *Ascent to Orbit*, para que la añadiera a su ya bien poblada biblioteca.

Otro momento cumbre fue la visita a Castelgandolfo, la residencia de verano del Papa y emplazamiento del Observatorio Vaticano, cuyo director, el doctor George Coyne, SJ, nos condujo por lo que debe de ser una de las instalaciones astronómicas más hermosas del mundo. Desde entonces he tenido el placer de mostrar a George algunos de mis lugares favoritos de Sri Lanka, que ha visitado en varias ocasiones. Pero en nuestro primer encuentro no pude evitar decirle: «¿Sabe? Cuando me invitaron a hablar en el Vaticano, el primer tema que pensé fue “Después de Giordano Bruno, ¿quién?”». Hubo un milisegundo de pausa antes de que George respondiera: «Si hubiera usado ese título, la respuesta habría sido: *usted*.»^[48]

Bien advertido, elegí como tema «Las comunicaciones espaciales y la familia global». Como mi público incluía al director general de INTELSAT y los secretarios generales de ITU (International Telecommunications Union) y EUTELSAT, decidí que era una buena oportunidad para resumir mi pensamiento sobre los comsats. Aquí aparece, exactamente como lo editó la *Pontificiae Academiae Scientiarum Scripta Varia*, 58 (1986), bajo el título «Las comunicaciones espaciales y la familia global».

El desaparecido Herman Kahn solía usar la frase «futuro libre de sorpresas». Pero, para bien o para mal, el futuro pocas veces carece de sorpresas. En los campos de los descubrimientos científicos y los asuntos humanos y políticos, los profetas se equivocan casi siempre.

Podría esperarse que hicieran un trabajo mejor en el campo limitado y más manejable de la tecnología. Yo mismo lo intenté, hace un cuarto de siglo, en *Profiles of the Future*. Sin embargo, el récord de predicciones tecnológicas es pequeño, incluso para los expertos (siento la tentación de decir *en especial* para los expertos). No parece haber ningún medio de inocular a la sociedad contra el Shock del Futuro: la mejor medicina descubierta es la ciencia ficción, y ni siquiera eso es completamente fiable...

Así que estoy intentando lo imposible al tratar de predecir el futuro de los satélites de comunicaciones, a pesar de su récord de continuas sorpresas. En 1945, nunca soñé que las organizaciones globales COMSAT e INTELSAT existirían tan sólo veinte años más tarde. En 1965, ¿quién podría haber imaginado que habría un millón de estaciones terrestres en 1985, algunas con menos de un metro de diámetro? Así pues, ¿qué sucederá en el 2005?

Como ejercicio mental preliminar, déjenme contarles una historia del amanecer de la Era Telefónica, hace poco más de un siglo. Cuando se enteró de la existencia de este nuevo invento maravilloso, un alcalde norteamericano se sintió entusiasmado. A pesar de las risas histéricas de sus amigos, hizo esta valiente predicción: «Puedo prever la época en que cada ciudad tendrá uno».

Recuerden a ese alcalde antes de que empiecen a reírse de mí. Estoy intentando dar la vuelta a la famosa orden de Diaghilev a Jean Cocteau. Quiero impedir que se sorprendan.

Así que, primero, cojamos unos cuantos logros tecnológicos recientes y veamos qué podemos aprender de ellos. Todos derivan de lo que es con toda probabilidad el invento más importante desde la rueda y que, de hecho, hará mucho para desinventar la rueda, y muy pronto. Me refiero por supuesto al microchip, usando ese término en el sentido más amplio para cubrir toda la gama de la electrónica de estado sólido.

Nadie habría soñado jamás que llegaría un día en que habría más radios que personas en el planeta Tierra (si todavía no hemos llegado a esa etapa, pronto lo haremos). Sin embargo, la revolución de los transistores está sólo empezando, pues hasta hace muy poco faltaba un elemento clave. En partes remotas del mundo, las radios pueden estar sin funcionar durante semanas, porque las pilas no se encuentran con facilidad o son demasiado caras. La llegada de células solares baratas está a punto de cambiar esa situación, como ya ha sucedido con las calculadoras de bolsillo.

Antes de que pase mucho tiempo el mundo estará inundado de radios baratas, y otros aparatos electrónicos, que no costarán nada y durarán virtualmente para

siempre. Serán superados sólo por su caída en desuso, no porque se agoten.

Las consecuencias económicas y sociopolíticas de esto serán profundas. Incluso una costosa pieza de equipo, si cuesta poco de mantener, dura muchos años, y llena una demanda abrumadora que al final llegará a todos los hombres y mujeres medios de cada país. La bicicleta y la máquina de coser son ejemplos clásicos de la Era Preelectrónica. La radio de transistores, el walkman de Sony y ahora el vídeo son sus sucesores. Y por favor comprendan que no me refiero sólo a los países «en vías de desarrollo». En este contexto, no los hay de otra clase.

Ahora quiero que consideren una sencilla matriz de 4×4 que, me parece, expresa virtualmente todo el universo de las comunicaciones, no sólo para el hombre de la calle, sino también para el hombre de la jungla.

ESTACIÓN	SERVICIO
----------	----------

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. Persona (1) ^[49] | 1. Mensajes de texto (300 Hz) ^[50] |
| 2. Vehículo (10) | 2. Datos (300-3.000 Hz) |
| 3. Casa (100) | 3. Habla, música 3-15 Khz) |
| 4. Aldea (1.000) | 4. Vídeo (5-10 Mhz) |

He ignorado los pueblos y ciudades en esta lista, por dos razones. Es obvio que cualquier cosa que una aldea pueda permitirse existirá muchas más veces en los asentamientos humanos más grandes. Tendrán acceso a cables y estaciones terrestres de enorme capacidad; aquí me centro en los requerimientos de los grupos más pequeños posibles, hasta los seres humanos individuales, y me hago esta pregunta: «¿Cuáles son los servicios que sólo pueden proporcionar los satélites de comunicaciones?».

El servicio más simple y básico (aunque no el más barato en términos de energía y longitud de banda) es por supuesto el teléfono. Así que empecemos con nuestro viejo amigo de la ciencia ficción, el teléfono de muñeca.

Para ser sincero, no creo en él. No voy a quedarme plantado como un idiota con la mano delante de la cara. El teléfono del futuro será una caja con su cinta (igual que el Walkman y sus sucesores), con un auricular muy liviano y un micrófono de garganta, que funcionará a través de un enlace óptico o electromagnético para que no nos enredemos continuamente con los cables.

La unidad principal no será menor que las calculadoras de bolsillo de hoy, porque requerirá al menos una pantalla visual de una línea y un teclado alfanumérico completo. La gente que habla de los teléfonos de muñeca rara vez menciona un detalle pequeño pero esencial: la guía telefónica de muñeca, en este caso, una guía global, con varios miles de millones de entradas. Aunque los números más utilizados tendrán que ser cargados en memoria, el teclado será a menudo necesario para acceder a los datos. Algo parecido a esto estará pronto disponible en muchas zonas, a través de las cadenas «celulares» terrestres que se están estableciendo ahora. Pero yo

hablo de todo el planeta, cuyas tres cuartas partes, recuerden, es océano. Sólo los satélites pueden proporcionar cobertura global universal. Y no importa si esos satélites están en alta órbita estacionaria o, como sostiene el doctor Yash Pal, en órbitas bajas con períodos de un número exacto de horas. Estoy seguro de que necesitaremos ambos tipos.

El hecho de que los satélites cercanos se muevan con rapidez por el cielo ya no es un handicap, al menos en esta aplicación. El teléfono personal (¿deberemos llamarlo Talkman?) no necesita tener más direccionalidad que la radio de transistores ordinaria o el teléfono sin hilos. Con que haya un satélite adecuado sobre el horizonte, será suficiente.

No obstante, con cierta complejidad, el sistema podría ser direccional, reduciendo así los niveles de potencia de los satélites en factores de decenas o incluso de centenares. Ya hay antenas instaladas en los techos de los coches que se aferran de manera automática a la fuente, a pesar de cualquier movimiento del vehículo, o lo que es lo mismo, del satélite. El Laboratorio Rutherford Appleton del Reino Unido está trabajando en un sistema así, usando satélites en la alta inclinación de la órbita de doce horas sugerido hace muchos años por el doctor William Hilton y probado ya por los «Molynias» soviéticos. No es difícil imaginar una versión individualizada más sencilla para el uso personal.

Si no creen esto, ¿aceptarán el maletín o modelo ejecutivo? La antena plana se inserta dentro de la tapa, que sólo tiene que ser inclinada en la dirección más o menos correcta, y los elementos en fase se encargan automáticamente del resto. Sus facilidades, por supuesto, incluirían impresora y pantalla completa. De hecho sería muy parecido a los ordenadores portátiles que están cambiando ya la vida de los periodistas, mientras permanecen sentados delante del televisor y ven las noticias. Pero en vez de un módem conectado con el sistema telefónico local, habría un rayo de microondas apuntando al cielo.

Por primera vez en la historia, los hombres de negocios, periodistas, turistas, viajantes tendrán plenas comunicaciones en tiempo real con quien deseen, dondequiera que se encuentren. Las tediosas polémicas sobre el libre flujo de información y el paso de datos en las fronteras serán decididas por los ingenieros, no por los políticos. Las implicaciones de esto para los asuntos humanos serán al menos tan grandes como las del teléfono mismo; citaré sólo unos cuantos casos.

El más obvio es éste: ¿cómo verán los estados soberanos de hoy este instrumento, que ignora con tanto descaro todas las fronteras nacionales? Incluso a los países que se consideran abiertos les preocupará la posible pérdida de rentas en telecomunicaciones, así como problemas de seguridad y de *copyright*. Pero cuando llega una tecnología que llena una necesidad irresistible, no hay manera de detenerla, aunque puede ser retrasada.

Tengo dos historias de advertencia para demostrar esto. Cuando describí por primera vez la estación terrestre de maletín en mi alocución a las Naciones Unidas el

Día Mundial de las Telecomunicaciones (17 de mayo de 1983), empleé estas palabras:

Tal vez piensen que esto es una predicción ingenua, porque muchos países no dejarán que estas máquinas subversivas crucen sus fronteras. Pero no tendrán elección; la alternativa sería un suicidio económico, porque pronto no tendrían turistas ni hombres de negocios ofreciendo moneda extranjera. Sólo conseguirían espías, que no tendrían ningún problema para ocultar las poderosas herramientas nuevas de su viejo negocio.

Bueno, unos meses después, un caballero de un país que no mencionaré fue encontrado en otro que también me abstendré de mencionar, llevando exactamente esta clase de equipo (por si les interesa, les puedo dar la dirección del fabricante). La unidad transmisora-receptora parecía una calculadora de bolsillo, y la antena un paraguas ordinario. Por lo que sé eran sólo eso, pero también mucho más...

Mi segunda historia es aún más instructiva, y comienza hace casi dos siglos atrás. Muestra cómo una nación de personas notoriamente inteligentes puede provocar su propia ruina al intentar restringir (censurar, si prefieren) una nueva tecnología de comunicaciones.

Francia fue la primera nación del mundo en tener un sistema telegráfico, instalado, *mirabile dictu*, en 1793. Por supuesto, no era eléctrico, sino puramente óptico, y dependía de cadenas de semáforos observados a través de telescopios. De esta forma, el gobierno central podía comunicarse con las provincias y *controlarlas*. Nadie más podía usar el sistema; de hecho, se aprobó una ley imponiendo sentencias de cárcel de un año a cualquiera, cito, «que transmita señales no autorizadas de un lugar a otro por medio de la máquina telegráfica o cualquier otro medio».

Cuando el invento de Samuel Morse amenazó este sistema (como los satélites amenazan ahora el monopolio de los sistemas terrestres), el telégrafo visual tuvo sus fanáticos defensores. Significativamente, argumentaban que «la supervisión sería imposible» con las redes por cable. Escuchen este *cri de coeur* por parte de uno de los burócratas que sabía qué era lo mejor para su pueblo:

No, el telégrafo eléctrico no es una invención sana. Siempre estará a merced de la más leve interrupción, jóvenes salvajes, borrachos, etc... El telégrafo visual, por contra, tiene sus torres, sus altos muros, sus puertas bien guardadas desde el interior por fuertes hombres armados. La sustitución del telégrafo eléctrico por el visual es una medida temible, un acto verdaderamente estúpido...

Así era el libre fluir de información en la Francia de mediados del siglo diecinueve. Sin embargo, diez años más tarde, a pesar de la violenta oposición, este «acto estúpido» fue llevado a cabo, y el telégrafo eléctrico empezó a extenderse por

el país. Sin embargo, el legado del control estatal sobre las comunicaciones internas sobrevivió otro siglo, con el desastroso resultado de que hasta hace muy poco el sistema telefónico francés era el hazmerreír de las bolsas del mundo. Aunque esta historia ha tenido un final feliz, ¿quién puede estimar los trillones de francos que la República perdió durante décadas de mala dirección estatal? Aquellos que consideran ahora la implicación de sus países en la siguiente generación de comsats harían bien en comparar las fortunas de los sistemas telefónicos francés y norteamericano entre 1880 y 1970.

Volviendo a mi pequeña matriz 4×4, después de «persona» la siguiente entrada es «vehículo». Aunque estas divisiones son arbitrarias (y de hecho se superponen), pienso sobre todo en las bicicletas, coches y barcos, que podrían justificar instalaciones más caras. Y en este contexto me encantó ver una foto en un número reciente de la revista Time que mostraba a un caballero sentado junto a su bici en medio de una llanura, tecleando en un Hewlett-Packard portátil de energía solar. Esto es exactamente el tipo de cosas que tenía en mente; y tampoco descarto los carros de bueyes.

El punto tres (la casa) se incluye para completar, pero nos lo saltaremos porque pasará mucho tiempo antes de que la mayoría de los hogares del mundo contengan alguna forma de aparato de telecomunicaciones instalado de forma permanente. Vayamos directos al punto 4 (la aldea), porque sigue siendo la unidad básica de la sociedad en la mayor parte del planeta, y lo ha sido desde el invento de la agricultura.

La importancia de proporcionar buenas comunicaciones a *todos* los asentamientos humanos por razones culturales y económicas, tanto como para tratar con emergencias médicas y de la naturaleza, es tan abrumadora que no debería haber ninguna necesidad de hacer hincapié en ella. Por desgracia, no todo el mundo lo tiene claro; los teléfonos no son tan glamorosos como las fábricas o las fundiciones de acero, y no proporcionan tanto bagaje político.

Para la mayoría de la raza humana que todavía no está urbanizada (y que con suerte no lo estará nunca), sólo la tecnología vía satélite puede proporcionar buenas comunicaciones en tiempo real. Y cuando la estación terrestre de tamaño económico y energía solar llegue a la aldea de la jungla, les sorprenderá saber que la historia se estará repitiendo a sí misma. Algo muy similar sucedió en Europa y Norteamérica hace siglo y medio. El telégrafo en la estación de tren local o la oficina de correos trajo, por primera vez, noticias instantáneas del mundo exterior a comunidades cuyo aislamiento ya no podemos imaginar con facilidad.

Y puedo ver el ascenso de una nueva profesión, tan universal y esencial como la del herrero del pueblo antiguo. Alguien tendrá que aprender las modestas habilidades necesarias para dirigir la estación de tierra de la comunidad, y para acceder a los bancos de datos globales y las redes de información. No todo el mundo necesita tener una precisa cultura electrónica, pero cualquier persona inteligente y adecuadamente motivada puede hacerlo en un sorprendentemente corto período de tiempo. Dentro de

otra generación, todas las comunidades de más de un centenar de personas necesitarán alguien que se encargue de este nuevo trabajo.

No dirigiré más que una mirada a los otros cuatro elementos de la pequeña matriz (texto, datos, habla, vídeo) dispuestos en una banda ascendente (pero a menudo superpuesta). Puede hacerse mucho con bandas muy estrechas, y por tanto con energías muy bajas, la llamada «pizarra electrónica» es un ejemplo obvio. Pero para todas las aplicaciones, excepto para las muy especializadas, es esencial la capacidad de hablar; para la gente que no sabe leer o escribir no hay ningún sustituto para la voz humana, al menos en lo que se refiere a las comunicaciones en dos sentidos.

En este punto no puedo resistir la tentación de contar un chiste de hace cien años referido al sistema Bell. Después de que el técnico instalara el primer teléfono en Nueva Jersey, el granjero se le acercó y le dijo: «Se me olvidó preguntarlo... ¿tengo que hablarle en italiano?».

El ingeniero sacudió la cabeza. «Tendría que habérmelo dicho antes —contestó—. Ahora tendré que ponerle un cable extra... y eso le costará otros cincuenta dólares».

Eso es algo más que un chiste. Probablemente resume bastante bien las reacciones que nosotros tendremos ante el sistema de comunicaciones que existirá cuando el teléfono celebre su segundo centenario, en el año 2076...

Concluí mi discurso en el Vaticano con una súplica para los satélites de comunicación y también para los de reconocimiento, perros guardianes en el cielo que podrían vigilar el estado político (y militar) del mundo. Menos de una década más tarde, la breve pero mortífera Guerra del Golfo demostró la importancia de esta idea: el capítulo 40 (Pazsat), lo contará con más detalle.

¡Feliz cumpleaños, COMSAT!

El día 18 de febrero de 1988 el presidente de COMSAT, Irv Goldstein, dio una pequeña fiesta en Washington para unos pocos cientos de amigos íntimos para celebrar el veinticinco aniversario de la organización.

Me invitaron a asistir a las festividades, lo cual hice de la forma más apropiada:

Aquí Arthur Clarke, enviando saludos prácticamente desde el ecuador. Es muy agradable saber que el satélite del océano Índico que me mantiene en contacto con el mundo está justo encima...

Y también, por una interesante coincidencia, es el punto más estable del campo gravitatorio de la Tierra. Los satélites estacionarios exhaustos también acaban allí, girando sobre Sri Lanka en un mar de los Sargazos celestial cuando se quedan sin combustible.

Bueno, supongo que debe de haber al menos veinte viejos amigos aquí en COMSAT hoy, así que no puedo decirles hola a todos, pero *ellos* saben quiénes son...

Ahora voy a decir algo que tal vez alarme a unas cuantas personas, sobre todo a los que calculan nuestras facturas telefónicas. Puedo ver a algunos gritando «¡Cortadlo!» dentro de un minuto.

Lo que quiero recordarles es algo que sucedió en Inglaterra hace ciento cincuenta años. En aquellos tiempos, enviar una carta de una parte del mundo a otra era enormemente complicado y caro. ¿Por qué? Porque un ejército de empleados calculaba la cantidad exacta que había que pagar en cada pieza de correo, *¡según la distancia que recorría!* ¡Piensen en el papeleo y la gente que debía estar implicada!

Entonces llegó un genio llamado Rowland Hill, quien hizo lo que ahora llamaríamos un «análisis de sistema». Descubrió (¡sorpresa, sorpresa!), que el coste de enviar una carta era casi independiente de la distancia: virtualmente todo el trabajo se hacía en el manejo al principio y al final del viaje. Así que el señor Hill hizo una extraordinaria sugerencia. Dijo: «Hagamos una tasa sencilla, sin contar con la distancia. La gente puede pagar las cartas por adelantado, con sólo comprar un sello. Calculo que debe costar solamente un penique, y aunque no tengamos ganancias al principio, la explosión en la correspondencia pronto nos dará beneficios. Y los beneficios para el comercio y la sociedad serán inconmensurables».

Rowland Hill fue uno de los creadores del mundo que conocemos, y no hace falta decir que al principio no le tomaron en serio. Pero insistió, y el servicio de sellos empezó en 1840. Por cierto, uno de esos primeros sellos de a penique valdría ahora un millón de dólares, pero ésa es otra historia...

Sorprendentemente, el señor Hill sólo tardó cinco años en ganar su batalla a los

burócratas. Hacían las cosas mucho más rápido en aquella época. No había tantos comités con los que tratar.

Estoy seguro de que ven adónde quiero llegar, y como nunca puedo resistir la tentación de hacer propaganda, me gustaría terminar leyéndoles un párrafo de mi último libro:

Pues al principio, la Tierra poseyó el único super-continente de Pangea, que se separó a lo largo de los eones. Lo mismo hizo la especie humana, en innumerables tribus y naciones; ahora se unía, a medida que la antigua división lingüística y cultural empezaba a difuminarse...

Con la abolición histórica de las tasas de larga distancia el 31 de diciembre del año 2000, todas las llamadas telefónicas se volvieron locales, y la raza humana saludó el nuevo milenio transformándose en una gran familia chismosa.

(2061, Odisea 3, capítulo 3)

Los premios Clarke

Nunca imaginé (como recalcó una vez Clifton Fadiman en un intento de tranquilizar a los miembros del Club Libro del Mes, «el señor Clarke no parece una persona muy imaginativa») que alguna vez sería responsable de un Acta del Parlamento. Pero el 6 de julio de 1984 el boletín oficial del estado de Colombo editó un panfleto de trece páginas (precio: 1,20 rupias) que llevaba en la cubierta, bajo el sello presidencial:

PARLAMENTO DE LA REPÚBLICA SOCIALISTA DEMOCRÁTICA DE SRI
LANKA
CENTRO ARTHUR C. CLARKE DE TECNOLOGÍAS MODERNAS, ACTA N° 30
de 1984

El Acta estableció un centro cuyos objetivos serían «la aceleración de los procesos de introducción y desarrollo de tecnologías modernas en los campos de comunicaciones, informática, tecnologías espaciales, energía y robótica». Toda la operación fue planeada (sin mi conocimiento, mucho menos mi participación) por mis amigos del gobierno, la industria y las instituciones académicas, con la ayuda activa de la UNESCO. Fue una inmensa suerte que todo llegara en el momento justo. Los 35.000 dólares del premio Marconi permitieron que la construcción del edificio inicial comenzara de inmediato, sin tener que esperar el apoyo del Tesoro (la mayor parte de los ingresos del centro, unos 100.000 dólares por año, proceden del Estado). Casi al mismo tiempo, Bob Cooper y sus alegres compañeros (y compañeras) llegaron con equipo y, lo que es de igual importancia, inspiración.

El centro fue inaugurado formalmente por el presidente J. R. Jayawardene el 30 de noviembre de 1983 y su primer director fue el distinguido científico doctor Cyril Ponnampetuma, durante mucho tiempo jefe del Laboratorio de Evolución Química de la NASA y uno de los principales experimentadores en el programa Viking-Marte. En su discurso inaugural señaló lo esencial que era para las llamadas naciones en vías de desarrollo saltarse las etapas intermedias en la tecnología que las sociedades más avanzadas se han visto obligadas a seguir; después de todo, ya no era necesario volver a inventar el automóvil, el aeroplano... o el transistor. Expresó la esperanza de que el Centro Arthur Clarke fuera el arma secreta de Sri Lanka en este proceso de saltos, y dio el sorprendente (pero alentador) ejemplo de un país en desarrollo que había conseguido nombrar sólo a veintidós doctores en filosofía en diecisiete años. «Este estado de cosas —lamentó uno de los intelectuales— nos hace ver el pasado con humildad y el futuro con desesperación». ¡Lo crean o no, el país es Estados Unidos, hace poco más de un siglo!

A pesar de los problemas causados por los trágicos conflictos raciales y políticos

en Sri Lanka durante los años ochenta, el centro ha hecho un progreso considerable, y nuestra esperanza es que un día pueda impulsar el desarrollo de un «Silicon Valley» indígena. Numerosos inversores extranjeros (y locales) se han mostrado interesados en el centro, y la UNESCO recientemente hizo un informe sobre su progreso. Además, la Fundación de Estados Unidos Arthur Clarke (secretario ejecutivo Frederick C. Durant III) ha sido establecida en Washington para ayudar a recaudar fondos.

Una de las primeras acciones del centro fue instituir un premio anual a los servicios distinguidos en las comunicaciones por satélite. Tiene la hermosa forma de una réplica en bronce del monolito de 2001, donde hay una esfera hueca de cristal, dentro de la cual tres satélites equidistantes orbitan una Tierra que, por razones artísticas, no está exactamente a escala...

El primer premio fue concedido al doctor John McLucas, que ha desempeñado casi tantos papeles como Alec Guinness. Ha sido varias veces secretario de las Fuerzas Aéreas norteamericanas, administrador de la Administración Federal de Aviación, vicesecretario general de la OTAN, y presidente de COMSAT World Systems. El premio Arthur Clarke lo recibió por este último cargo; pero antes de que imaginen que sus intereses son puramente técnicos, también ha sido presidente de la pintoresca Fundación Wolf Trap (a menudo me he preguntado cómo los famosos conciertos al aire libre de Wolf Trap compiten con los jets de la cercana Dulles; tal vez John usó simplemente su poder dentro de la AFA para hacerlos aterrizar). En 1991 publicó un libro titulado *Space Commerce* (Harvard University Press). Pocas personas están mejor cualificadas para escribir sobre ese tema.

El ganador de 1987 fue el doctor John Pierce, a quien ya han encontrado varias veces en este libro. En su conferencia «Espacio para todos» (¡pronunciada el día de mi septuagésimo cumpleaños!), explicó cómo su trabajo en telecomunicaciones en Bell Labs le había llevado a su actual posición como profesor de música en el Centro de Stanford para la Investigación Informática de Música y Acústica, CCRMA (felizmente pronunciado *karma*). Hace más de treinta años John y sus colegas hicieron una grabación para demostrar el estado actual del arte de la síntesis de sonidos. El punto culminante fue cuando una computadora cantó *Daisy, Daisy*: Stanley Kubrick y yo le estamos muy agradecidos por la inspiración.

En 1988, el tercer premio Artur Clarke fue para el doctor Harold Rosen. Por desgracia, debido a la preocupante situación entonces existente en Sri Lanka, la ceremonia de entrega no pudo tener lugar hasta el 16 de septiembre de 1990... ¡que también es el centenario del sistema telefónico japonés! Como resultado, pasé parte de mi septuagésimo tercer cumpleaños en un enlace vía satélite con Tokio con otros dos viejos amigos, Carl Sagan y Marvin Minsky.

La conferencia de Hal Rosen comenzó con los primeros experimentos de Hertz en 1887 (¡usando microondas!), y terminó en la cara oculta de la Luna. El único lugar, sugirió, lo bastante tranquilo para recibir señales de civilizaciones en nuestro

vecindario próximo, la galaxia de Andrómeda. No pude evitar pensar que Hal (ninguna relación con ningún ordenador del mismo nombre), había expandido mucho sus horizontes desde la órbita estacionaria, que en su momento apenas parecía accesible a nuestra tecnología.

El ganador del cuarto premio Arthur Clarke ha sido anunciado ya (agosto de 1991), y como mi cumpleaños está inconvenientemente cerca a la Navidad, la fecha de la entrega ha sido cambiada a la primavera. Así que alrededor de mayo de 1992 (justo cuando aparecerá este libro en versión original), mi viejo amigo el doctor Joseph Charyk viajará a Sri Lanka. Después de distinguidas carreras académicas en Cal Tech, el Laboratorio de Propulsión Jet y la Universidad de Princeton, Joe fue nombrado subsecretario de las Fuerzas Aéreas norteamericanas en 1960. En 1963 fue el primer presidente de COM-SAT, y en 1983 presidente de su junta. Jugó por tanto un papel crucial en los primeros veinte años de la revolución de las comunicaciones por satélite.

Por cierto, ahora hay al menos tres premios Clarke distintos, de los cuales el mejor conocido es el de ciencia ficción, ganado por primera vez por Margaret Atwood en 1987 por *The Handmaid's Tale*. Aunque agradezco mucho los motivos de los organizadores, ¡no más, por favor! No puedo seguirlos, y me hacen empezar a sentirme inequívocamente póstumo.

CNN en directo

El 3 de diciembre de 1984, durante el estreno de *2010, Odisea Dos* me alojaba en el famoso Beverly Wilshire de Los Ángeles cuando me enteré de que se estaba celebrando una fiesta de cumpleaños para otro huésped, Jacques Cousteau. Hacía años que no veía a Jacques, de hecho, desde que tuvo la amabilidad de escribir el prólogo a mi guía de buceo, *The First Five Fathoms* (1960). Así que rápidamente me autoinvité a la fiesta, y me alegré de reemprender el contacto con Jacques y su hijo Michel, quien me dijo que estaban a punto de emitir un especial de televisión en honor del setenta y cinco cumpleaños de Jacques («El primero de una serie corta...»).

Poco después se me ocurrió preguntar quién era el anfitrión, y me presentaron a Ted Turner. Era una oportunidad demasiado buena para perderla.

—Encantado de conocerle, Ted. Por cierto, me debe el 10 % de sus ingresos.

Ahora me doy cuenta de que no fue una observación muy oportuna, y (por una vez) Ted se quedó sin habla. Debería haber contestado «querrá decir mis pérdidas». Su imperio de cable y satélite tenía hemorragias de megadólares al mes, y CNN no era todavía el nombre familiar que sería para todo el mundo después de enero de 1991.

Este libro fue concebido, y escrito en su mayor parte, antes del estallido de la Guerra del Golfo. Entonces lo hice a un lado, advirtiéndole que el final tenía que esperar hasta que los hechos de los siguientes meses hubieran concluido. Podría añadir que tenía un interés especial en el resultado, aún más que la mayoría de la gente. Mi vecino de al lado, compartiendo nuestro muro divisorio de dos metros y medio, es su excelencia el embajador iraquí. Hace bastante tiempo que no le veo, y ni siquiera estoy seguro de que todavía esté en casa.

Como mucha gente, perdí mucho sueño entre enero y marzo de 1991. Al principio, las dos emisoras locales de televisión emitían sólo breves reportajes de la guerra, pero todos los días el Centro Arthur Clarke (que actuaba como «nódulo» para la CNN en la región) enviaba el material que había grabado en vídeo durante la noche. Más tarde, la emisora nacional (Rupavahini) daba una hora de la emisión del día de la CNN después de que la programación principal terminara a eso de las once de la noche. Todos los hoteles importantes (y no tan importantes) también anunciaban cobertura de la CNN para sus clientes, aunque cómo muchos de ellos pagaban el servicio es otro asunto (a partir de mediados de 1991 las transmisiones serán codificadas, así que ya no será posible recibirlas sin pagar una cuota).

Durante la crisis del Golfo, me preguntaban a menudo cuál era mi punto de vista sobre la primera guerra via satélite del mundo, y repetía muchos de los argumentos que había esgrimido durante las últimas décadas. Entonces añadía dos comentarios más tópicos, el primero burlón, el segundo mortalmente serio.

Tras ver la cobertura de la CNN, le dije al corresponsal de la agencia Reuter (quien con diligencia lo comunicó a todo el globo) que había tenido una súbita visión del futuro, sólo dentro de unos años. Imaginé que habían ofrecido a Ted Turner el puesto de presidente mundial... pero que él lo rechazaba, porque no quería perder poder.

Poco después de que comenzaran las hostilidades, sugerí otro escenario algo más probable. Por primera vez en la historia humana, millones de personas veían los verdaderos horrores de la guerra mecanizada moderna mientras sucedían. Expresé la esperanza de que el impacto causara una oleada tan grande de repulsión que, al final, los líderes de nuestras diversas naciones tribales tendrían que hacer caso a las virtudes de la paz y hacer algo para asegurarla. Si esto no parece realista para los ingenuos pesimistas que a menudo se hacen pasar por «gente práctica», les respondería que el mundo es ahora demasiado peligroso para todo lo que no sea Utopía. Y por Utopía me refiero a un mundo donde *todas* las armas de destrucción en masa hayan sido eliminadas^[51]. (Después de Irak y Kuwait, ¿quién necesita las nucleares?).

Hace muchos años, llamé a los comsats «armas de la paz», herramientas necesarias, pero no suficientes en sí mismas, para la prevención de la guerra. Aunque, como cualquier medio de comunicación, pueden transmitir mentiras con tanta facilidad como la verdad, la diversidad de canales creados por la emisión en directo hace imposible incluso para las sociedades cerradas aislar a su pueblo del mundo real.

La Guerra del Golfo ha acelerado este proceso más que ningún otro acontecimiento en tiempos recientes. Un ejemplo perfecto se dio en un número reciente de *Le Monde*, describiendo la situación de Argelia. El partido gobernante había «celebrado con tanta frecuencia la victoria de Bagdad por adelantado» que tuvo que anunciar que la retirada de los iraquíes de Kuwait fue resultado de la amenaza del presidente Bush de emplear armas nucleares, *porque la coalición que lideraba tenía ya 170.000 muertos o heridos*.

Parece que el doctor Goebbels está sano y salvo en Argelia. Pero *Le Monde* continúa informando que las autoridades no pueden impedir que la verdad llegue a millones de familias «a través de las antenas parabólicas que se ven por todas partes en los tejados de las grandes ciudades». Y me encanta ver que los enemigos de esta libre transmisión de información denuncian que estas antenas son *paradiabólicas*.

Paradiabólicas... ¡me gusta! Y en este contexto, hablar del diablo me recuerda la famosa diatriba que Shaw le dio en el acto tercero de *Hombre y Superhombre*. Escrito hace casi un siglo, ha cobrado actualidad, ay, sólo con los detalles de su tecnología:

En las artes de la vida el hombre no inventa nada; pero en las artes de la muerte supera a la naturaleza misma, y produce por medio de la química y la maquinaria todas las masacres de la plaga, la peste y el hambre. En las artes de la paz, el hombre es un chapucero. Conozco sus torpes máquinas de escribir y sus burdas

locomotoras y sus tediosas bicicletas; son juguetes comparados con el arma máxima, el submarino torpedero. No hay nada más que avaricia y pereza en la maquinaria industrial del hombre; su corazón está en sus armas.

Su corazón está en sus armas. Es una declaración aterradora. No puede negarse que la tecnología satélite nació y fue nutrida en la guerra.

Sin embargo, de ella puede surgir un arma que tal vez salve a nuestra civilización, y haga que el mundo sea uno: el Pazsat.

POSDATA: LA SEGUNDA REVOLUCIÓN RUSA

Los sísmicos acontecimientos de la revolución de agosto, que parecer invertir con rapidez los de la de octubre, se desarrollan incluso mientras escribo estas palabras. No podría haber esperado una demostración tan rápida de la tesis adelantada en este capítulo, que de hecho forma la base de todo este libro.

Y me encantó escuchar a Alistair Cooke decir exactamente lo mismo en su «Letter from America» (BBC World Service, 24 de agosto de 1991). Contrastando los «diez días que sacudieron al mundo» con las sesenta horas de este año, declaró: «El golpe fracasó a causa de algo nuevo: las emisiones vía satélite».

Luego reconoció la labor de la CNN que, al igual que en la Guerra del Golfo, sirvió una vez más como medio interactivo y bidireccional, creando historia mientras informaba de ella.

40

Pazsat

Hace muchos años que me interesa el potencial para mantener la paz de los satélites, después de que me alertara de esta posibilidad Howard Kurtz, fundador y presidente de War Control Planners (PO Box 19127, Washington, 20036)^[52]. Aunque he mencionado con frecuencia la idea en conferencias y ensayos, hizo falta la Iniciativa de Defensa Estratégica (alias, para gran malestar de George Lucas, «La Guerra de las Galaxias»), para que empezara a promoverla en serio.

Éste no es el lugar para sopesar los pros y contras de la IDE; comentaré simplemente que hay gustos para todo. Algunos argumentos tienen mucho sentido, pero otros (sobre todo la visión muy difundida pero ahora silenciada con dirección del «paraguas sobre Estados Unidos») eran pura fantasía. (No, como dicen algunos críticos, ciencia ficción. En ese caso habría merecido la pena tomarlos en serio).

En 1986 me ofrecieron una magnífica plataforma para airear mis ideas sobre el tema cuando me invitaron al Memorial Anual de Nehru en Nueva Delhi. Llamé a mi conferencia «Star Wars y Star Peace». La primera parte era deprimente: describía las consecuencias de una guerra nuclear total y la imposibilidad de contrarrestarla con la tecnología. Este escenario, confío, ha sido ya sobrepasado por la historia, así que sólo reproduciré la segunda parte de mi conferencia.

El problema real no es el hardware militar, sino el software humano, aunque el tipo adecuado de hardware podría ayudar. Una paz estable nunca será posible sin confianza mutua; sin eso, todos los acuerdos y tratados son peor que inútiles, porque oscurecen los temas reales.

Sin embargo, la confianza no puede ser ciega. Debe estar basada en experiencias pasadas, e incluso eso tal vez requiera una comprobación constante^[53]. Esto se cumple en los individuos, y aún más en los estados soberanos, cuyos gobiernos y políticas pueden cambiar de la mañana a la noche.

El mayor enemigo de la confianza es el miedo, e importa poco que el miedo sea infundado o no. No es la paranoia sino la prudencia lo que impulsa a los militares a asumir un escenario «en el peor de los casos» cuando ignoran el potencial de las capacidades del enemigo. Esa ignorancia, y el miedo que genera, sólo pueden ser dispersadas por información precisa y a tiempo. Por tanto, se desprende (como en un teorema matemático) que el único camino hacia la paz es a través de la verdad.

Un ejemplo clásico de esto es el infortunado debate sobre «la barrera de los misiles» que dominó la campaña Kennedy-Nixon en 1960. Después del shock inicial del Sputnik, que dio comienzo a la Era Espacial en octubre de 1957, en Estados Unidos hubo la tendencia a exagerar todos los logros rusos en este campo. Los

propagandistas, ayudados con habilidad por el complejo militar-industrial norteamericano, proclamaron que la URSS estaba muy avanzada en el desarrollo de los misiles balísticos intercontinentales, y por tanto Estados Unidos tenía que iniciar un programa de choque para superar este «enorme» liderazgo.

Bien, la barrera de los misiles era una ilusión total que quedó destruida cuando los nuevos satélites de reconocimiento norteamericanos revelaron la verdad sobre los cohetes soviéticos. El presidente Johnson declaró más tarde que sus satélites de reconocimiento habían ahorrado a Estados Unidos muchas veces el coste total del programa espacial, haciendo innecesario construir la fuerza contrarrestadora planeada originalmente. Me gustaría citar sus palabras exactas (con mi énfasis), que deberían ser inscritas en letras de oro sobre las puertas del Pentágono.

Hacíamos cosas que no necesitábamos hacer; construíamos cosas que no necesitábamos construir; incubábamos temores que no necesitábamos incubar.

No les sorprenderá saber que la URSS reaccionó con gran indignación ante la existencia de los «satélites espía» norteamericanos que hurgaban en sus secretos. De hecho, en 1962 propuso a las Naciones Unidas que fueran prohibidos. Estas protestas cesaron de repente cuando sus propios satélites de reconocimiento empezaron a orbitar el mismo año, y ambas partes reconocieron su gran valor como agentes estabilizadores. Hicieron posibles los acuerdos de control de armamento que ahora tenemos, como queda revelado en la fórmula que siempre se usa cuando se mencionan: «Medios técnicos nacionales de verificación» (MTN).

Aunque ninguna de las imágenes de alta calidad hechas por estos MTN ha sido publicada nunca^[54], no se pueden clasificar las leyes de la óptica, y la fotografía está considerada como un arte establecido, así que sabemos exactamente lo que pueden hacer los satélites de reconocimiento. A la luz del día, bajo buenas condiciones, pueden mostrar a soldados individuales y las armas que llevan. Aunque pueden ser frustrados por las nubes y la oscuridad, ahora existen satélites equipados con radar que pueden superar incluso esas limitaciones. Así que es probablemente cierto que ningún preparativo o actividad militar a gran escala podrá escapar ya a la vigilancia, al menos para las naciones provistas de MTNs. En este momento son Estados Unidos y la Unión Soviética, que a veces dejan caer migas de información orbital para ayudar a sus amigos en momentos de crisis. Y al menos en una ocasión han cooperado. Hace unos pocos años la URSS informó a EE.UU. que había detectado preparativos para una prueba nuclear en Suráfrica. Washington dio los pasos necesarios, y no se volvió a oír sobre el tema, al menos por el momento...

En 1978 el gobierno francés, en un arrebató bastante atípico de responsabilidad global, hizo una propuesta dramática. El presidente Giscard d'Estaing sugirió que podría ser una buena idea que hubiera un organismo internacional que hiciera para todo el mundo lo que los norteamericanos y rusos hacían de forma egoísta para sí

mismos. Una Agencia Internacional de Satélites Observadores podría verificar los acuerdos de control de armas, comprobar las violaciones fronterizas y acabar con situaciones de crisis, actuando como perro guardián para el mundo.

Establecer lo que me gusta llamar «Pazsats» supondría importantes desafíos políticos, administrativos y financieros, pero la recompensa sería nada menos que la salvación de la humanidad^[55].

Mientras preparaba este discurso, hubo una dramática prueba de la habilidad de un «satélite de acceso público» para proporcionar información de importancia vital para todo el mundo. Tras el accidente del reactor nuclear de Chernobyl, los satélites de recursos terrestres Eosat, norteamericano, y SPOT francés, pudieron calibrar los daños e infundir tranquilidad mientras no existía información oficial. Parte de la cobertura televisiva no fue muy exacta; un comentarista norteamericano mostró una imagen infrarroja del lugar y señaló con solemnidad un «punto caliente» que resultó ser el negro asfalto de un aparcamiento de coches calentado por el verano. Como demostró ampliamente la Segunda Guerra Mundial, el material de reconocimiento es tan bueno como sus intérpretes; pero los expertos se están volviendo muy buenos en la interpretación de las imágenes del espacio después de que hayan sido cribadas por sus ordenadores.

Me gustaría que consideraran el siguiente escenario, que tiene la gran ventaja de que podría ser realizado no sólo sin la cooperación de las potencias nucleares, sino a pesar de su oposición. Un SPOT avanzado con una resolución de 1 m (comparada con los actuales 10 m del SPOT, y el decímetro de un satélite de reconocimiento en situaciones favorables), se lanza por un consorcio de países no alineados, lo que hace que sus resultados estén al alcance de todos (probablemente, aunque no sea necesario, a través de la ONU). La mayoría de las formas de secreto militar se volverían entonces imposibles, y las acusaciones de fraude y mentiras podrían ser valoradas por todo el mundo. Y aunque habría muchas actividades clandestinas que el Pazsat no podría detectar, su impacto psicológico sería enorme. Como el diputado por California George Brown dijo en un informe parlamentario (23 de octubre de 1979), «un sistema de inteligencia compartido podría no hacer pacifistas de los pícaros, pero sí atacar a los pícaros en los foros internacionales con pruebas irrefutables».

Los países que patrocinarían y construirían el Pazsat podrían ser Japón, Canadá (que ya planea un satélite de reconocimiento muy avanzado) y Suecia, con su alta tecnología y su interés en la paz. Podrían hacerlo solos si quisieran, pero el apoyo moral y financiero debería proceder de muchas naciones no alineadas. Incluso los suizos, fanáticamente neutrales, podrían unirse a un proyecto semejante.

Entraríamos en lo que ha sido adecuadamente llamado la «Era de la Transparencia». Como la mayoría de la gente, muchas naciones no querrían vivir en casas de cristal. Tal vez no adviertan el grado en que lo están haciendo. Aparte de los operadores de satélites norteamericanos, rusos y chinos con su clientela restringida, SPOT está allá arriba ahora, emitiendo hermosas imágenes de todas las actividades

terrestres para todo aquel que pueda pagar un dólar por km². A medida que nace la Era de la Transparencia, la sabiduría política y militar se encontrará cooperando con lo inevitable.

Me gustaría terminar con unas palabras que tuve el privilegio de pronunciar en octubre de 1984, en un simposio espacial organizado por la Academia Pontificia de Ciencia. La reunión congregó expertos en ciencias, comunicaciones y armamento. A unos pocos cientos de metros de la *Creación de Adán* de Miguel Ángel, discutimos cómo sus descendientes podríamos salvarnos... o destruirnos.

En la última década ha sucedido algo nuevo en el mundo. Las redes de comunicación bidimensionales están reemplazando las cadenas verticales de mando, donde las órdenes se mueven hacia abajo y sólo los acatamientos iban hacia arriba. Estamos siendo testigos de la ascensión de la Familia Global, o Tribu, si prefieren. Sus miembros, enlazados de forma electrónica, estarán esparcidos sobre la superficie del planeta, y sus lealtades e intereses trascenderán todas las antiguas fronteras. Esas fronteras que están sospechosamente ausentes de las fotos tomadas desde el espacio: esas fronteras que al ser llamadas «sagradas» en la era de las armas termonucleares ya no son patriotismo, sino blasfemia.

Se ha dicho que el estado se ha vuelto demasiado grande para los hombres, pero demasiado pequeño para la humanidad. ¿Es la actual proliferación de naciones (más de 150 en este momento) un cáncer planetario, o una evolución hacia un mundo más sano, donde las estructuras políticas serán construidas a escala más humana? Y continuando con la analogía de la evolución, déjenme recordar algo que ha sucedido en este planeta antes una sola vez. Hubo una época en que estuvo dominado por monstruos que intentaron protegerse con armaduras cada vez más torpes, hasta convertirse en fortalezas ambulantes. Nunca advirtieron, mientras avanzaban por bosques y pantanos, a las pequeñas criaturas que se apartaban de su paso: los primeros mamíferos, nuestros antepasados.

La inteligencia, no las armaduras, iban a heredar la Tierra. Tal vez lo vuelva a hacer^[56].

Este capítulo fue escrito varios meses antes del trágico asesinato del primer ministro Ghandi, así que pienso que es apropiado reproducir el texto íntegro de agradecimiento que dio tras mi conferencia, a pesar de mi embarazo ante sus excesivas alabanzas.

Las siguientes palabras (completamente improvisadas) han sido transcritas directamente del vídeo de la ceremonia. Su ingenio, gracia y concisión son una pequeña muestra de lo que la India (y el mundo) han perdido con la muerte de su orador.

Profesor Clarke, Yashpaljee, Shri B. K. Nehru, damas y caballeros... El profesor Clarke nos ha ofrecido una charla

enormemente reveladora. Su amplitud intelectual, su brillantez, pero aún más la profunda humanidad que ha mostrado, permanecerán con nosotros durante mucho tiempo. Es un profeta de la ciencia moderna.

Hace cuarenta años dijo, como nos ha recordado hoy, que la única defensa contra las armas del futuro es impedir que sean usadas. Tal vez podríamos añadir que deberíamos impedir que fueran construidas.

Hoy sigue sin haber ningún cambio en esta prescripción básica. «Guerra de las Galaxias» o IDE, a la que nosotros mismos nos hemos opuesto, porque sentimos que no es factible, no es práctica, y no debería ser construida. Hoy, el profesor Clarke nos ha dado muchas más razones de por qué no es un arma para la paz o un escudo para la paz, sino tal vez un nuevo «Proyecto Damocles», como la ha llamado. La India y la Iniciativa de las Seis Naciones han trabajado junto con el Movimiento No-Alineado y muchas otras naciones contra el aumento de la carrera espacial, contra este espejismo de escudo y este espejismo de la naturaleza defensiva de la IDE. Como ha dicho el profesor Clarke, láseres que pueden destruir misiles muy rápidos en fracciones de segundo pueden ser utilizados con mucha efectividad contra blancos estacionarios o muy lentos. De hecho, la IDE podría convertirse en una nueva arma de alta tecnología.

Ha aumentado también nuestros temores de un Invierno Nuclear con la lluvia radiactiva de plutonio. Es hora de que todos oigamos su advertencia. La vulnerabilidad del hardware, y el software, de la «Guerra de las Galaxias» nos ha quedado demostrada. Sólo espero que en otras capitales del mundo también estén escuchando.

Por último, déjenme asegurarles que si hay algunas restricciones a que permitamos Playboy en este país, no es por lo que él pueda haber escrito en esa revista. Muchas gracias, profesor Clarke...

A la mañana siguiente al enterarse de que yo deseaba ver el Taj Mahal pero no podía soportar el largo y pesado viaje en el poco tiempo de que disponía, Sri Gandhi encargó muy amablemente a dos pilotos veteranos de Air India para que me llevaran a Agra en su avión personal. El largo paseo por los magníficos jardines fue agotador pero magnífico; el Taj es una de esas maravillas, como el Gran Cañón, que compensa con creces sus expectativas.

Resultó que, debido a problemas médicos, mi lento paseo por los jardines del Taj fue el último paseo de cierta distancia que podré hacer ya. No puedo imaginar un final mejor a mi carrera como peatón, y siempre estaré agradecido a Rajiv Gandhi por su amable gesto, cuando tenía todos los problemas de un continente sobre sus hombros.

V
¡HÁGASE LA LUZ!

El regreso del cable

Tras aventurarse en el espacio, tal vez parezca un anticlímax regresar a las profundidades del océano, y la ahora bien establecida (aunque no del todo anticuada) tecnología de los cables submarinos. Sin embargo, lejos de quedar obsoletos al instante, los cables mostraron una sorprendente capacidad de crecimiento. Y, para el asombro de prácticamente todo el mundo, sólo veinte años después del lanzamiento de Early Bird empezaron a desafiar a los comsats en su propio territorio.

El éxito inmediato del TAT-1, el primer servicio telefónico transatlántico de alta calidad fiable, inició una nueva explosión de tendido de cables por los océanos del mundo. Aunque el transistor ya tenía nueve años de edad en 1956, hasta 1970 los cautelosos ingenieros de AT&T no adquirieron «solidez» con el TAT-5 (ver tabla en página 354).

Un importante avance *mecánico* también entró en escena. En 1957, la British Post Office ejecutó experimentos pioneros con un cable submarino donde se abandonó la coraza que había sido un rasgo estándar durante más de cien años, y toda la fuerza fue proporcionada por un alambre de acero en el centro del cable. La única protección externa era un tubo de plástico duro, que era todo lo que hacía falta en la calma de las profundidades oceánicas.

Este nuevo cable liviano ofrecía mucha menos tensión a la maquinaria expedidora, y era mucho más fácil de manejar y colocar que la variedad acorazada a la que reemplazaba. Aún más importante, no tenía tendencia a retorcerse y enrollarse; a causa de la coraza en espiral, los cables antiguos a menudo giraban cientos de veces en su camino al fondo del mar, con los desafortunados resultados mencionados en el capítulo 8. El cable cubierto de plástico, por otro lado, está totalmente libre de torsiones y desligamientos casi como un trozo de cuerda. Con un cable así, no hay peligro de torceduras desastrosas si el mal tiempo retiene una expedición. El cable ya no necesita ser tendido en una operación continua, de forma que el barco puede ser detenido en alta mar para empalmar y sumergir los gruesos y rígidos repetidores que, a pesar del atractivo de su gran capacidad, no podían ser usados en el segmento oceánico más profundo del TAT-1. Y así un avance puramente *mecánico* (ridiculizado por el brillante profesor Thomson un siglo antes) tuvo consecuencias de largo alcance en las comunicaciones.

Hay que mencionar también un ingeniosísimo aparato electrónico que duplicó la capacidad del TAT-1 poco después de que entrara en servicio, y que desde entonces ha sido aplicado a todos los cables. Es el «Time-Assignment Speech Interpolation» (Interpolación de Asignación de Tiempo de Alocución), abreviado, no hace falta decirlo, a TASI.

TASI depende del hecho de que gran parte (para nuestra sorpresa más del 60 %)

de las conversaciones corrientes constan de silencios. Un aparato suficientemente rápido podría detectar esas pausas, y aprovecharse de ellas cambiando de inmediato a otra conversación.

Una analogía de la vida ordinaria puede ser valiosa. Un cable telefónico es como una autopista de muchos carriles, y las sílabas separadas del habla estarían esparcidas por ella como automóviles individuales. Vistas desde el aire, al menos el 50 % de incluso las autopistas más transitadas es espacio vacío; su capacidad podría ser doblada o triplicada si los vehículos pudieran saltar de manera instantánea de carril para ocupar cualquier espacio libre en cuanto apareciera. Por desgracia, las leyes de la inercia, por no mencionar unas cuantas dificultades más, descartan esa feliz solución a los problemas del tráfico. Pero los impulsos eléctricos, que no tienen inercia y, lo que es igual de importante, viajan todos exactamente a la misma velocidad, pueden realizar este útil truco.

Como resultado, el primer TAT-1 de treinta y seis canales vio incrementada su capacidad casi en cien canales. Más tarde, cables de noventa y seis canales pudieron transmitir a la vez nada menos que 235 conversaciones, que saltaban de circuito a circuito en fracciones de segundo. La mente se aturde ante todos estos saltos múltiples de canales; presumiblemente, si por mala suerte los 235 usuarios hablaran *exactamente* en el mismo momento, los fusibles del TASI se fundirían. Sin embargo, las leyes de la probabilidad indican que esa catástrofe no sucedería ni una sola vez en un universo de vida tan breve como el nuestro.

A finales del primer año de funcionamiento del TAT-1 (1957) el tráfico telefónico entre Estados Unidos e Inglaterra se había duplicado. Un segundo cable, el TAT-2, de idéntico diseño, entró en servicio en 1959; sin embargo, siguió una ruta distinta, enlazando no Newfoundland y Escocia, sino Newfoundland y Francia.

Un cable de Escocia a Canadá, CANTAT-1, empezó a funcionar en 1961, basado en el nuevo cable antitorceduras. Ahora era posible tener ochenta circuitos en un solo cable, en vez de treinta y seis en dos cables. Esto redujo a la mitad el coste del tendido, y el riesgo de daños de inmediato.

TAT-3, en 1963, fue el primer cable directo desde Inglaterra a Estados Unidos: a pesar de la distancia superior, podía transmitir 138 circuitos. TAT-4 (1965) proporcionó un servicio similar entre Francia y Estados Unidos.

En 1970, el TAT-5, todo transistores, representó un verdadero salto cuántico en ejecución: 845 canales comparados con los treinta y seis del TAT-1, sólo catorce años antes. Usaba una nueva ruta por el sur, desde España a Estados Unidos; y cuatro años más tarde fue eclipsado a su vez por CANTAT-2, con 1.840 canales, algo sorprendente (para aquellos días).

El Atlántico, por supuesto, no fue el único océano donde los barcos-cable operaban, en especial los Long Lines de AT&T, la reina de esta flota sumamente especializada. Unos meses después de la inauguración del TAT-1, un proyecto de magnitud casi comparable fue terminado al otro lado de Estados Unidos, cuando el

cable Washington-Alaska entró en funcionamiento. El enlace de 2.000 km desde Seattle a Skagway podría haberse hecho completamente por tierra, pero la fiabilidad de los repetidores sumergidos era tan buena que se prefirió la ruta marítima. Los circuitos tenían que pasar por territorios donde las condiciones submarinas eran a menudo mucho menos desagradables (y más soportables) que las de tierra.

PRINCIPALES CABLES TELEFÓNICOS DEL ATLÁNTICO Y DEL PACÍFICO

<i>Nombre</i>	<i>Año</i>	<i>Terminales</i>	<i>Circuitos</i>
TAT-1	1956	Escocia-Canadá	36
TAT-2	1959	Francia-Canadá	48
CANTAT-1	1961	Escocia-Canadá	80
COMPAC	1963	Canadá-Australia	80
TAT-3	1963	Inglaterra-EE.UU.	138
TRANSPAC	1964	Hawai-Japón	138
TAT-4	1965	Francia-EE.UU.	128
SEACOM	1965	Australia-Singapur	160
TAT-5	1970	España-EE.UU.	845
CANTAT-2	1974	Inglaterra-Canadá	1840
TAT-6	1976	Francia-EE.UU.	4000
TAT-7	1983	Reino Unido-EE.UU.	4200

Apenas comenzó el servicio en Alaska se empezó a trabajar en un proyecto aún más ambicioso que el cable atlántico original: el «Pacific Voiceway», de 3.800 km, entre California y Hawai. Una vez más, *Monarch* representó el papel principal en la operación, pero esta vez fue ayudado por otro barco-cable británico, *Ocean Layer*, de la Submarine Cables Limited. Entre ambos tendieron 114 repetidores sumergidos en aguas de hasta 5.000 m de profundidad, y la investigación llevada a cabo para encontrar la mejor ruta para los cables gemelos ayudó a llenar algunos de los huecos en el más grande océano del mundo. Una montaña no catalogada de 3.000 m sobre el fondo del mar fue descubierta en una etapa de la investigación, y los cables fueron tendidos a través de la cordillera pintorescamente llamada «Montañas sin luna», que corre de norte a sur durante 150 km entre California y Hawai. Cuando este segundo cable oceánico fue inaugurado el 8 de octubre de 1957, fue posible hablar por cable de un extremo a otro de la Tierra.

Cuatro días antes, el Sputnik 1 había iniciado la «carrera espacial». Pero otra carrera se iniciaba ya en silencio en los laboratorios de todo el mundo. Su objetivo, conseguir «luz amplificada por emisión estimulada de radiación», parecía que no

conseguiría los mismos titulares que los satélites rusos; sin embargo, en la década siguiente el acrónimo LÁSER sería reconocido al instante por todas las personas educadas.

En 1960, el primer láser, desarrollado por Theodore Maiman en los Laboratorios de Investigación Hughes, empezó a generar «una luz que nunca existió en la tierra ni en el mar». Aunque era un notable logro científico, durante muchos años pareció remota cualquier aplicación práctica importante. A menudo se citaba el láser como «una solución en busca de un problema».

Ya no. A mediados de los años setenta el láser alcanzó la suficiente madurez para desafiar toda la base de las telecomunicaciones. Después de casi dos siglos, el monopolio en apariencia inexpugnable del cobre y la electricidad estaba a punto de terminar.

Hablando con luz

Cincuenta y cinco años más tarde, no puedo recordar qué impulso me llevó a enviar habla a través de un rayo de luz; desde luego, no tenía ni idea de que Alexander Graham Bell había llevado a cabo esta hazaña mucho antes de que yo naciera. El punto culminante anterior de mi experimentación fue tender circuitos telefónicos alrededor de nuestra granja de Somerset, usando como conductores sus alambradas de hierro galvanizado.

La parte más sofisticada de mi nuevo proyecto era el detector, una célula fotoeléctrica de un proyector de cine (sí, el sonido había llegado a nuestro pueblo, unos diez años antes...). Era, por supuesto, un tubo de vacío, y me lo había regalado mi tío George Grimstone, ingeniero de la institución local para los desequilibrados mentales, cuyos internos eran entretenidos (o pacificados) con películas adecuadas los sábados por la noche. No saqué ninguna conclusión de que hubiera dos de esos establecimientos a 4 km de nuestra casa, pero como mi madre señalaba con frecuencia, tarde o temprano todos nuestros vecinos se volvían locos.

Tengo buenos recuerdos de George, un hombre afable y regordete quien sin duda hizo mucho por animar mi interés en la tecnología. La célula fotoeléctrica que me dio tenía un defecto fácilmente subsanable; la tapa del ánodo en la parte superior de la cobertura se había salido. Simplemente la recubrí de papel de estaño para hacer una conexión, y volví a pegarla. A partir de entonces la célula funcionó bien... o no, hasta que le daba un golpecito. No se pueden hacer ese tipo de reparaciones con microchips (he tecleado sin darme cuenta «microchops»; todos conocemos restaurantes donde los sirven).

El tío George dibujó un diagrama de un amplificador simple, y yo monté los componentes (célula fotoeléctrica, válvula triódica, resistencias y capacitadores) dentro de una caja de cigarrillos, con una ventanita cerrada por una lente convexa para enfocar el rayo recibido. Después de comprobar que el aparato hiciera ruiditos satisfactorios en un par de auriculares cuando le alcanzaba la luz, me centré en el problema más difícil, el transmisor.

Mi primer concepto fue elegante pero impracticable: habría utilizado energía solar pura... si hubiera funcionado. El principio era el del heliógrafo; era obvio que un espejo con tan poca masa que pudiera ponerse a vibrar por medio de ondas de sonido modularía un rayo de luz reflejada (este principio es ahora usado en los sistemas de escucha escondidos láser). Sin embargo, la creación de piezas de óptica tan delicadas estaba más allá de mis habilidades, y rápidamente adopté un plan alternativo. Éste implicaba dos hojas transparentes en estrecho contacto, grabadas con juegos idénticos de líneas negras paralelas, separadas por espacios en blanco de la misma anchura. Normalmente, las zonas claras y opacas coincidirían, así que no podía transmitirse

ninguna luz. Sin embargo, el más leve movimiento (por ejemplo, el producido por las vibraciones de la voz humana), abriría la puerta eléctrica; cuanto más fuerte fuera el sonido, más brillante sería la luz...

Una vez más, mis habilidades mecánicas no estaban a la altura del trabajo, así que con mucha celeridad abandoné la elegancia y me pasé a la fuerza bruta (los programadores informáticos reconocerán el síndrome). De hecho, mi solución fue tan burda que casi me da vergüenza describirla.

Los ingredientes apenas podrían ser de más baja tecnología: una lámpara de bicicleta (eléctrica)^[57]; un micrófono de carbón; una batería de coche de seis voltios; un reostato. Los puse en serie... ¡y la monstruosidad funcionó! Cuando hablaba por el micrófono, la luz fluctuaba según mi voz. Había algunos problemas menores: tenía que meter gránulos de carbón extra en el micrófono para dar suficiente amperaje para la bombilla, y había ominosos ruidos de fritura desde el interior cuando se conectaba. Pero el aparato transmitía perfectamente habla inteligible desde una habitación a otra a través de una ventana de cristal en el Instituto Técnico Taunton, donde los jóvenes caballeros de la Escuela de Gramática Huish imitaban al finado doctor Frankenstein varias veces a la semana bajo el ojo avizor del profesor de física el señor W. G. Pleass (eso fue en 1935, y me siento feliz de decir que *Bobby Pleass* está todavía interesado en la ciencia).

Cuando preparaba el equipo, usaba un metrónomo como fuente de sonido, y todavía recuerdo el destello casi hipnótico de la lámpara de la bici cuando la corriente pasaba a través. Una década más tarde, en las estaciones de radar de la RAF, yo sería responsable de detectar ondas de forma similar a frecuencia mucho más bajas... pero con una energía superior un millón de veces.

Supongo que la distancia máxima a la que mandaba mensajes eran 10 m, pero eso estaba limitado por el espacio de la habitación; estoy seguro de que se podrían haber alcanzado distancias muy superiores con este simple equipo, sobre todo de noche.

En cualquier caso, a mí sólo me interesaba demostrar el principio del «fotófono» (como lo había bautizado Bell), y abandoné los experimentos cuando tuve éxito.

Sin embargo, la idea siguió fascinándome, y regresé a ella una docena de años más tarde cuando entregué un trabajo a la British Interplanetary Society, «Electrónica y viajes espaciales»^[58]. Mientras discutía el problema de la comunicación interplanetaria, llegué a la conclusión de que, aunque la radio era perfectamente adecuada para la mayoría de los casos, «para circuitos de muy larga distancia las ondas ópticas pueden ser más adecuadas, y requerir energías mucho más bajas que las de radio».

Por «distancia muy larga» pensaba en *millones* de kilómetros, no los pocos cientos de miles que harían falta para hablar con la Luna. Así que me quedé levemente cortado cuando el ingeniero en electrónica George O. Smith me rebatió por casualidad, en el Simposio de Vuelos Espaciales de 1952, en el Planetarium Hayden de Nueva York.

Después de calcular que haría falta la energía de una linterna de tres pilas para hablar por radio entre la Tierra y la Luna, George añadió: «En este punto me gustaría acabar con un tópico. Continuamente se sugiere el uso de lámparas parpadeantes o heliógrafos para las comunicaciones interplanetarias. Me gustaría saber hasta dónde podrían llegar con una linterna de tres pilas, haciendo señales a la Tierra desde el cráter Platón.»^[59] Desde luego, George no podía ser acusado de falta de imaginación; como ya indiqué en el capítulo 25, su serie de Venus Equilateral, donde aparece una estación relé equidistante de la Tierra y Venus, tal vez haya contribuido a mis propias ideas sobre satélites geoestacionarios.

Me alegra decir que George vivió para ver la hazaña que consideraba imposible ejecutada con mucha menos energía que la de una linterna de una pila. No pudo prever el láser, que ha revolucionado las comunicaciones ópticas, y muchas otras cosas. En realidad, ¿quién podría haberlo hecho?

Bueno, un hombre que pudo y lo hizo fue nuestro mutuo amigo John Pierce. En una fase menos reputable de su carrera, mucho antes de relacionarse con Echo y Telstar, John escribió artículos ocasionales para *Astounding Stories* bajo el seudónimo «J. J. Coupling». Cuando repasé el ejemplar de mayo de 1945 para escribir mi autobiografía como autor de ciencia ficción, *Astounding Days*, me sorprendí al encontrar un artículo de John sobre «rayos caloríficos». Señalaba que era imposible hacer un rayo tensamente enfocado de radiación termal, porque era «energía desorganizada, es decir, energía de muchas longitudes de onda». Pasaba entonces a hacer esta predicción realmente notable: «Si los rayos caloríficos han de ser efectivos, deben ser rayos de una sola longitud de onda». Décadas antes de que las armas láser fueran practicables, John Pierce advirtió que debían depender de radiación coherente (es decir, láser). No es necesario decir que cuando se lo recalqué décadas más tarde, él había olvidado por completo esta pieza de previsión tecnológica.

Así que George Smith (cuya formación técnica era mucho mejor que la mía) estaba equivocado por las razones adecuadas, y yo tenía razón por las razones equivocadas. Ninguno de los dos concibió el logro en amplificación de luz que harían las comunicaciones ópticas teóricamente posibles no sólo a distancias interplanetarias, sino *interestelares*.

Y sospecho que ni siquiera John Pierce imaginó el avance todavía más sorprendente que esta tecnología trajo, revolucionando las comunicaciones terrestres. Si alguien me hubiera dicho que era posible hacer pasar luz a través de un cristal de un centenar (¡o incluso un millar!) de kilómetros de grosor, me habría reído de él. Para utilizar una frase que un desafortunado astrónomo real nunca pudo comprobar cuando los periodistas le preguntaron su opinión sobre la exploración espacial, tal vez incluso habría dicho que eran completas paparruchas.

El hecho de que las ondas de luz, a causa de que sus frecuencias sean cientos de miles de veces superiores a las de las ondas de radio más cortas, pudieran en teoría transmitir una cantidad superior de información era obvio desde hacía años.

Las aplicaciones prácticas, sin embargo, parecían muy escasas, y enormemente limitadas por el clima. El sistema de comunicaciones ópticas al aire libre más sofisticado podía ser inmovilizado por una buena tormenta. Para ser de alguna utilidad, las ondas de luz tendrían que estar protegidas del entorno.

Una sugerencia fue usar tubos huecos con superficies de espejo internas, «guías de onda ópticas», que pudieran dar alcances de cientos de metros e, igualmente importante, transmitir los rayos de luz a través de las curvas. Sin embargo, esos sistemas no presentaban ninguna ventaja sobre los medios convencionales de transmisión, y desde luego no podrían desafiar a los cables submarinos.

Había, no obstante, otra forma bien conocida de confinar y dirigir la luz, introduciéndola en vainas de plástico o fibras de cristal finas como cabellos (una vez tuve un hermoso adorno llamado «fuente de luz» basado en este principio: ay, las fibras eran frágiles y siempre acababan en la alfombra. Así que tuve que deshacerme de él).

Los físicos estaban también familiarizados con aparatos (endoscopios) basados en este principio; podían ser lo bastante flexibles para explorar el cuerpo y revelar detalles que antes no habían sido vistos nunca por el ojo desnudo, y mucho menos filmados. Las asombrosas películas de embriones humanos en el vientre fueron posibles gracias a esas técnicas. Para estas aplicaciones, no importaba que la mayor parte de la luz se perdiera en la transmisión; todavía había de sobra cuando las distancias eran de sólo unos pocos metros. Más allá de eso, la difuminación era rápida y total.

Esa totalidad puede ser sugerida mirando de nuevo el número superastronómico dado en el capítulo 18 para la pérdida teórica de energía a lo largo de los 3.000 km de cable telefónico transatlántico; era un número con más de 300 ceros. Pero un rayo de luz que intentara viajar a través del cristal disponible en los años sesenta habría experimentando una atenuación similar después de un solo kilómetro.

En 1966 dos científicos (K. C. Kao y G. A. Hockham) de los Laboratorios de Telecomunicaciones Estándar del Reino Unido, sugirieron que mejoras enormes y anteriormente inimaginables en la «transparencia» podían conseguirse con cristal cuidadosamente purificado. En unos pocos años, el objetivo que mencionaron (una pérdida de 20 dB por kilómetro) no sólo se había conseguido, sino superado. La combinación del láser y los hilos de fibra apenas visibles que podían transportar su luz a increíbles distancias dio nacimiento a una nueva industria y una nueva ciencia. La electrónica estaba a punto de ser igualada por la «optrónica», en ciertos aspectos su espejo. Casi todas las tareas que el electrón podía ejecutar también podía hacerlas el fotón, a menudo de forma más barata y eficiente.

En 1975, AT&T hizo la primera demostración pública de la nueva tecnología en Atlanta, Georgia, tendiendo un cable de fibra óptica que podía transmitir 50.000 llamadas telefónicas. Éste fue el disparo de salida en la carrera para volver a cubrir de cables Estados Unidos y el mundo. En 1983, AT&T había enlazado Washington y

Nueva York con un sistema que transmitía no sólo miles de circuitos de voz, sino también imágenes... un sistema que, se creía, sólo las fibras ópticas podían proporcionar de forma económica (Bell System aún se dolía del fracaso de su anunciado «Picturephone» de una generación antes, y estaba decidido a no cometer el mismo error).

La presión de la competencia (sobre todo GTE y MCI en Estados Unidos, y por supuesto las principales corporaciones europeas y japonesas), forzaron rápidos avances en la tecnología. La demostración de Atlanta de 1975 había empleado repetidores separados cada 11 km, pero en 1983 Bell System mostró que podía aumentar esa distancia a más de 100 km, transmitiendo no sólo 50.000 llamadas telefónicas, sino medio millón. Ese sorprendente logro estaba más allá de todo lo posible con circuitos de cobre.

Era el momento adecuado para que la fibra se trasladara bajo el mar, con el Atlántico como primer desafío. TAT-7, con 4.200 circuitos, sería el último cable basado en la vieja tecnología electrónica del cobre y los transistores. Las fibras de vidrio del TAT-8, que empezó a funcionar en 1988, transmitirían 40.000 conversaciones a base de pulsos de luz entre Estados Unidos y Europa, proporcionando mil veces la capacidad del anticuado TAT-1. Y apenas dos años más tarde su sucesor, el TAT-9, doblaría esa capacidad entre Canadá, EE.UU., Francia y el Reino Unido.

Tal vez la forma más dramática (¡y quizá la única!) de apreciar el poder transmisor de información de semejante cable es saber que podría transmitir el contenido de toda la Enciclopedia Británica a través del Atlántico en un solo segundo. Por una vez, la expresión «anonadador» queda plenamente justificada. Uno no puede dejar de preguntarse qué habrían pensado los antiguos operadores de telégrafo de esta hazaña mientras se esforzaban en enviar sus puñados de palabras por minuto.

Mientras los cables de teléfono basados en fibras empezaban a serpentear bajo todos los océanos del mundo, el monopolio de los satélites de comunicaciones que había durado dos décadas se vio amenazado. Se predijo que el TAT-8 costaría a INTELSAT 500 millones de dólares en pérdidas, y COMSAT libró una amarga acción legal intentando retrasarlo. El ganador de esta batalla de megacorporaciones fue, por supuesto, el usuario, y al final se declaró una tregua sobre el sano principio «si no puedes vencer al enemigo, únete a él». Cuando se planeó el TAT-9, COMSAT fue uno de los socios de la empresa, y el presidente Irv Goldstein declaró amablemente que «los satélites de comunicaciones eran más compatibles con la fibra óptica que con el cobre».

De hecho, hay momentos en que ambos tipos de cables necesitan con desesperación a los satélites. Aunque el fondo del mar es un entorno relativamente benigno y estable, no siempre es así. En 1929 un terremoto envió una avalancha de lodo por todo el Atlántico a 50 km/h, rompiendo los cables uno tras otro. Esos

acontecimientos son raros e impredecibles; mucho más frecuentes son las roturas causadas en aguas poco profundas por los dragaminas y las anclas de los barcos. Cuando se dan esas interrupciones, el tráfico se cambia de inmediato a satélite, y las desgracias de las compañías de cables han sido una fuente importante de ingresos para COMSAT, cuyo primer presidente me confesó una vez: «Por supuesto, ya sabes a quién pertenecen realmente esos barcos dragaminas...»^[60]

Aunque, como parece ser el caso, los cables dominen las rutas de tráfico pesado (por ejemplo, Nueva York-Londres, Los Ángeles-Hawai, Tokio-Hong Kong), no hay el menor peligro de que esos satélites sean expulsados de su pequeño nicho ecológico. Sólo ellos pueden proporcionar cobertura económica a grandes regiones (hasta el 30 % del planeta Tierra desde un solo satélite), que nunca serán cubiertas por cables como las zonas densamente pobladas del mundo.

Sólo los VSATs (Very Small Aperture Terminals), con antenas de menos de un metro de diámetro, harán posible para los hombres de negocios, periodistas, organizadores de conferencias, expediciones científicas, agencias de ayuda (la lista es interminable) empezar a trabajar, en cualquier lugar de la Tierra, en un instante.

En el enorme y todavía casi virgen terreno de las comunicaciones móviles es donde los comsats tienen quizá su mayor potencial. Cuando se construían las enormes antenas de 30 m de diámetro y millones de dólares de los años setenta, habría parecido inconcebible para la mayoría de la gente que llegaría un momento en que camiones, automoviles e incluso mochilas y trineos árticos llevarían receptores satélite. INMARSAT, aunque su principal preocupación fue el campo del comercio marítimo, de vital importancia, fue pionera en este campo con el desarrollo de terminales portátiles de bajo coste para ser usados en la tierra y en el mar: millones de personas los vieron en funcionamiento durante la Guerra del Golfo.

Hay suficientes negocios aquí para llenar varias veces la órbita geoestacionaria, dejando que los cables se encarguen de las rutas fijas y de alta densidad para las que son ideales. Hace algunos años sugerí que INMARSAT adoptara el siguiente eslogan: «¿Quién teme a las fibras ópticas?». Me alegra ver que, después del *shock* inicial, COMSAT e INTELSAT parezcan adoptar el mismo punto de vista^[61].

Un uso más benigno (y sofisticado) de la fibra óptica con terminales móviles es para controlar los ROVS (Remotely Operated Vehicles, vehículos por control remoto) ahora empleados intensivamente para la exploración submarina (ver la filmación del Titanic de Robert Ballard), y operaciones petrolíferas en alta mar. De forma apropiada, los ROVS están también jugando un papel importante en el tendido de cables submarinos, enterrándolos a menudo en el fondo del mar para que no sufran ningún daño.

Hasta donde alcanza la visión

Mientras el siglo que vio el nacimiento de la electrónica y la optróica se acerca a su fin, parece que todo lo que deseábamos hacer en el campo de las telecomunicaciones es ahora *técnicamente* posible. Las únicas limitaciones son financieras, legales y políticas.

¿Pero hemos llegado ya a los límites de la tecnología de las comunicaciones? Una y otra vez en el pasado, los hombres (incluso hombres capaces) han proclamado que no queda nada por inventar, y siempre se han equivocado.

La electricidad ha sido nuestra herramienta más valiosa y versátil sólo durante un 1 % de la historia humana, ¡y vean lo que ha hecho en tan poco tiempo! Ahora unimos electrón y fotón para desarrollar la nueva ciencia de la optróica, que creará aparatos cuyos nombres serán tan familiares para nuestros hijos como televisión, vídeo, CD, comsat, láser, *floppy disc* lo son hoy... y tan carentes de significado para nosotros como lo habrían sido para nuestros bisabuelos.

Ya que las ondas de radio habrían sido inconcebibles hace tan sólo unas pocas generaciones, no podemos dejar de preguntarnos qué otras útiles sorpresas guarda la naturaleza en la manga. El espectro electromagnético ha sido explorado a conciencia... por contra el héroe de Edgar Rice Burroughs, John Carter descubrió dos nuevos «colores» en Marte. ¿Pero hay otras radiaciones, campos, o lo que sea, todavía por encontrar, quizá con propiedades que podrían hacerlas aún más valiosas que las ondas de radio?

Deben de haber pasado sesenta años desde que encontré una historia en *Boy's Own Paper* (casi la única fuente de ficción de mi juventud), sobre un telescopio que permitía *ver a través de la tierra sólida*, y observar lo que sucedía al otro lado. (Cómo le habría encantado a la CIA; no obstante, los satélites de reconocimiento son un sustituto muy bueno). Dudo que el autor entrara en detalles técnicos sobre esta radiación que taladraba el planeta; es probable que dijese tonterías sobre rayos X (después de todo, atraviesan la materia sólida, ¿no?) y lo dejaría así.

Sorprendentemente, hay rayos (o más bien partículas, que en la física moderna viene a ser lo mismo) que pueden viajar a través de la Tierra como si no existiera. El fantasmal neutrino reacciona tan rara vez con lo que nos complace llamar materia sólida que podría atravesar una capa de plomo de billones de kilómetros de grosor sin ningún problema.

Nuestros reactores nucleares generan enormes cantidades de neutrinos. Si pudiera modularse una fuente de neutrinos para transmitir una señal, ésta podría ser lanzada a través de la Tierra, viajando de un polo a otro en un séptimo de segundo. No habría esos molestos retrasos de tiempo inevitables con los satélites en órbita estacionaria de 36.000 kilómetros...

Por desgracia, hay algunas dificultades prácticas. La única forma de modular una fuente de neutrinos es encender y desconectar un reactor nuclear, cosa que los reactores nucleares no aprecian demasiado (véase Chernobyl), y aunque se diseñara uno especialmente para este propósito, el promedio de transmisión de datos sería más o menos igual que el primer cable atlántico: unas pocas palabras por hora.

Y ése es el menor de los problemas. Para recibir un mensaje, habría que recoger *algo...* y como la materia es transparente para ellos, los neutrinos son casi imposibles de detectar. Si quieres capturar un neutrino, hay que llenar un depósito con varios cientos de toneladas de líquido, con la esperanza de que una o dos partículas al día de los miles de billones que la atraviesan tenga la suerte de hacer un impacto directo con un núcleo, y produzca una señal que indique su liberación.

Aun a riesgo de que me recuerden de nuevo la Primera Ley de Clarke («Cuando un científico distinguido pero mayor dice que algo es imposible, probablemente se equivoca.»), me aventuraré a hacer una atrevida predicción: nadie pondrá nunca en el mercado un neutrínófono de muñeca.

Si piensan que las comunicaciones con neutrinos son una perspectiva sin esperanza, aquí hay una aún más improbable. Según la Teoría General de Einstein, el universo está cubierto de «ondas gravitatorias» que viajan a la velocidad de la luz. Durante el último cuarto de siglo se han hecho intentos heroicos, hasta ahora sin éxito, para detectarlas, pero pocos científicos dudan de su existencia. El problema es que son increíblemente débiles, pero instrumentos cada vez más sensibles las están buscando, y parece improbable que nos eludan durante mucho más tiempo.

No obstante, la dificultad de detectar ondas gravitatorias no es nada comparada con el problema de generarlas. Para conseguir una energía equivalente a la de una estación de radio de tamaño medio, hace falta coger un par de estrellas de neutrones (de sólo unos pocos kilómetros de diámetro, pero con un peso de varios miles de millones de toneladas por cucharada), y sacudirlas bien.

Alternativamente, produzcan una explosión supernova, colapsando una estrella con un núcleo de neutrones cuya vibración enérgica dura unos pocos segundos. Eso enviará al universo un mensaje que diga, si no «Estoy aquí», al menos «Estuve aquí».

Aunque los rayos de neutrinos y ondas gravitatorias pudieran ser utilizados para las telecomunicaciones, éstas seguirían limitadas por la velocidad de la luz. Mientras nos alejamos del sistema solar, lo que necesitaríamos de verdad sería algo que se moviera mucho más rápido que unos miserables 300.000 km/s. A causa de este límite de velocidad, una conversación en tiempo real con alguien situado más allá de la Luna es imposible. Podrán enviar con facilidad un fax a su oficina de Marte... pero no telefonarle.

Contrariamente a la opinión popular, hay muchas cosas que se mueven más rápido que la luz; depende de lo que quieran decir por «cosas». Déjenme ofrecer un ejemplo familiar a todos los que viajan en avión. Muchos aeropuertos tienen una línea de luces en el centro de la pista en uso, que pueden ser encendidas una tras otra

para dar ayuda visual al piloto que hace un aterrizaje nocturno. La impresión desde el aire es que un rayo de luces se dispara por la pista a enorme velocidad. Es obvio que el intervalo entre los destellos puede ajustarse a cualquier valor deseado; cuanto más corto es, más rápido parecerá moverse por la pista esa especie de fantasma visual. Sería un truco fácil hacer que se moviera más rápido que la luz; de hecho, si los destellos fueran simultáneos, su velocidad sería infinita.

Un poco de reflexión, sin embargo, demostrará que nada se mueve en realidad; ningún mensaje (ninguna *información*) se transmite. Hay muchos ejemplos similares en la física, e incluso en la vida cotidiana. Uno de los más dramáticos se puede ver en las obras de defensa costera durante una tormenta. Cuando una línea de olas avanza hacia un rompiente, la explosión de espuma puede correr por el muro a una velocidad increíble; cuanto más pequeño sea el ángulo de acercamiento, mayor es su velocidad. Cuando el frente de olas es *exactamente* paralelo al rompiente, la espuma explota en toda su longitud simultáneamente, es decir, la velocidad aparente es infinita. Pero nada material se mueve a más de unos pocos kilómetros por hora.

¿No hay, por tanto, manera de que podamos romper la barrera de la luz? Es probable que no, pero hay unas cuantas posibilidades remotas.

Algunos físicos dicen que aunque las ecuaciones de Einstein declaran que ningún objeto puede viajar exactamente a la velocidad de la luz (porque su masa sería entonces infinita), no niegan la existencia de partículas que *nunca puedan viajar más despacio que la luz*. Es cierto que esas partículas (llamadas «taquiones», que significa «rápidos») tendrían algunas propiedades extrañas; ¿pero quién habría creído en los neutrinos hace unas cuantas décadas?

En cualquier caso, nadie ha podido demostrar que los taquiones sean imposibles, y podemos hacer que cobren existencia recurriendo al Principio Totalitario de Feynman, útil en tantas ramas de la física y la astronomía: «Todo lo que no está prohibido es obligatorio». Otra cuestión es que podamos detectarlos, o aún menos usarlos. Mientras tanto, han sido un regalo del cielo para los escritores de ciencia ficción.

Igual que lo ha sido la notable Paradoja Einstein-Podolsky-Rosen (para aquellos que la entiendan, entre los que no se incluye este escritor). Según esto, bajo ciertas condiciones una partícula puede tener una influencia *instantánea* sobre otra, ¡aunque esté a dos años luz de distancia! (Soy consciente de que «instantáneo» es una palabra fea en la Teoría de la Relatividad, pero no se me ocurre otra mejor). Aunque la Paradoja E-R-P parece haber sido confirmada en pruebas de laboratorio exquisitamente sofisticadas, sigue habiendo debates acerca de lo que en realidad significa realmente, y la opinión mayoritaria es que, ni siquiera en teoría, permitiría la transmisión de señales a velocidad supralumínica. Lástima.

Algunos científicos poco ortodoxos han invocado a la E-R-P y otros efectos cuánticos similarmente extraños para explicar un tipo de comunicación que probablemente no existe: la telepatía, o el contacto directo entre dos mentes humanas

sin ninguna conexión física. Hay tantos ejemplos al parecer bien certificados de este fenómeno que dudo en descartarlo por completo; en mi libro y serie de televisión *World of Strange Powers* le di un +2: «Apenas posible, merece la pena investigarlo».

Sin embargo, aunque la telepatía *natural* no exista, no tengo dudas de que la ciencia futura podrá suministrar una variedad artificial. A medida que vayamos comprendiendo más y más del funcionamiento del cerebro y el sistema nervioso central, tal vez aprendamos a leer literalmente los pensamientos. Hasta un grado limitado esto ya se ha hecho, con los miembros biónicos ahora al alcance de los amputados. Una persona que lleva esas prótesis simplemente desea un movimiento, y la electrónica hace el resto. No estoy seguro de que me gustara un microchip acoplable para sustituir al teléfono, pero es una posibilidad interesante, sobre todo para los diversos laboratorios militares que están trabajando en ello en este momento («¡Mira, sin manos!»).

Pero ya basta de estos conceptos terrestres y vulgares. Terminemos con el más especulativo de todos. En *Profiles of the Future: An Enquiry into the Limits of the Possible* (1962), dediqué un capítulo a la «teleportación», la transmisión a larga distancia de objetos materiales, incluyendo personas. Aunque parece fantástico, e improbable, no parece estar completamente prohibido por las leyes de la física. La tecnología necesaria, sin embargo, está tan lejos de nosotros como la televisión lo habría estado de Leonardo, la mente más brillante del Renacimiento.

Descomponer y luego reconstruir a un ser humano (o incluso un objeto sólido inanimado) sería muchísimo más difícil que crear un sistema que sólo llevara imágenes. La cantidad de información requerida sería tan enorme que harían falta períodos astronómicos de tiempo para la transmisión. En *Profiles of the Future* calculé que un circuito con la misma capacidad que uno de los canales de televisión de hoy tardaría unos veinte *billones* de años en transmitir la pauta física de un ser humano, y concluí bastante razonablemente: «Sería más rápido caminar». Incluso la fibra óptica sólo podría quitar unos cuantos millones, así que me temo que pasará mucho tiempo antes de que nadie diga el equivalente de «Transportanos, Scotty».

Tal vez la hazaña se consiga, bajo ciertas circunstancias, no con una técnica de «scanner» sino atajando por los «agujeros de gusano en el espacio» postulados por algunos físicos. Por desgracia, sólo gusanos muy pequeños cabrían por estos agujeros: no parecen ser sólo microscópicos, sino de tamaño subnucleico. Stephen Hawking lo resumió muy bien cuando dijo, en una discusión televisiva con Carl Sagan y conmigo,^[62] que un viajero acabaría parecido a un espagueti o a «un pasajero de algunas líneas aéreas que mi abogado no me dejará mencionar».

Epílogo

Fin de siglo... ¿o amanecer de un Nuevo Milenio?

La respuesta, por supuesto, es ambos. Mientras entramos en la última década del siglo más brillante y bárbaro que la humanidad ha conocido, deberíamos sentir cierta empatía con el dios romano Jano, que miraba hacia delante y hacia atrás simultáneamente. Pero Jano era también el dios de los nuevos principios (de ahí, Enero): si podemos aprender del pasado, hay esperanza para el futuro.

Ese futuro, como nos advirtió H. G. Wells hace mucho tiempo, será una carrera entre educación y catástrofe. La televisión es el medio educativo más potente jamás creado, y los programas hechos con la deliberada intención de instruir son sólo la punta de un enorme iceberg. Cada vez que la cámara muestra una manifestación política, un debate parlamentario, una operación de socorro de la ONU, incluso un acontecimiento deportivo, sirve a la causa de la educación, en el sentido más amplio de la palabra.

Esto quedó demostrado de la forma más convincente en la primavera de 1991, cuando por primera vez en la historia el mundo vio lo que era en realidad la guerra, y aún peor, sus secuelas. Esto no sucedió en Vietnam, ni siquiera en el conflicto de las Malvinas, simplemente porque las imágenes ya eran historia cuando llegaban al televidente. Hay una inmensa diferencia psicológica entre directo y diferido.

Durante la Guerra del Golfo, los comsats se convirtieron en la consciencia del mundo, un papel que ya había sido ensayado en las teleemisiones globales de los conciertos en ayuda de Bangladesh y Etiopía. Existe, por supuesto, el peligro de que la sobreexposición al desastre y la tragedia provoque «fatiga de compasión», pero la alternativa (la indiferencia de la ignorancia) es seguramente peor.

Otro peligro, quizá más serio, es que todos esos nuevos servicios maravillosos sobrecarguen nuestra capacidad de absorberlos. Pues queda mucho (muchísimo) por llegar. Ya han habido demostraciones espectaculares de televisión de alta definición (HDTV), y ahora existe la promesa igualmente excitante de sonido de calidad CD (digital) para las radios baratas, ambos vía emisiones directas desde satélites. Los «radiosats» DB directos puede que hagan que los antiguos servicios de onda corta queden obsoletos al instante, y creen una nueva red global de gran importancia.

Sin embargo, bombardeados con megabytes, tal vez simplemente desconectemos, o no nos molestemos en usar esos maravillosos juguetes cuando su novedad inicial se haya agotado. Ya se han creado y caído imperios satélite, y el dinero perdido en los primeros cables atlánticos ha quedado eclipsado por las fortunas que se han evaporado en fusiones y explosiones de plataformas de lanzamiento.

Pero estoy seguro de que estos retrasos son temporales. El cielo continuará llenándose con nuevas estrellas cuyos nombres sorprenderían a los antiguos astrónomos: Anik, Palapa, Statsionar, Arabsat, Asiasat... Usémoslos bien, recordando siempre que información no es conocimiento, y conocimiento no es

sabiduría.

Este libro comenzó con la «Unificación del mundo» de Toynbee; déjenme terminarlo recordando una vez más uno de los más poderosos mitos del Antiguo Testamento, ya mencionado en el capítulo «Recuerdo Babilonia».

Tal vez sea algo más que un mito; un reciente artículo en *Scientific American*^[63] localiza el «hogar natal» de la mitad de los idiomas de hoy en una zona situada sólo 500 km al norte de Babilonia. Sea como sea, hay un extraño simbolismo en el hecho de que los fabricantes de comsats de hoy están muy ocupados *deconstruyendo* la Torre de Babel... a 36.000 km sobre el ecuador.

Citando de nuevo el Génesis 11, esta vez desde la versión del rey James, «Y dijo el Señor: “He aquí que todos forman un solo pueblo y hablan una misma lengua, y éste es sólo el principio de sus empresas, y nada de lo que se propongan hacer ahora les resultará imposible”».

En aquella primera ocasión, esas palabras fueron una advertencia de desastre. Hoy, deberían ser un mensaje de esperanza: una descripción del futuro que está a nuestro alcance.

Referencias y Agradecimientos

La bibliografía de las telecomunicaciones modernas es ahora tan enorme (y se expande con tanta rapidez), que la mayoría de las referencias están anticuadas antes de haber salido de la imprenta (o incluso del modem). La única forma de seguir la pista es suscribirse a los muchos boletines comerciales y profesionales o revistas de ciencia como *New Scientist*, *Scientific American*, *Discover*.

Las ediciones de 1958 y 1974 de *La voz sobre el mar* dieron las gracias a muchas organizaciones e individuos que me ayudaron; me gustaría repetir mi agradecimiento aquí.

Libros que han demostrado ser particularmente valiosos en la preparación del sucesor de esa obra son:

From Semaphore to Satellite, Anthony R. Michaelis (ITU, Ginebra, 1965).

Never Beyond Reach, Brendan Gallagher (INMARSAT, 1989)

The Rewiring of America, C. David Chaffee (Academic Press, 1988).

Three Degrees Above Zero, Jeremy Bernstein (Charles Scribner's Sons, 1984).

Oliver Heaviside: Sage in Solitude, Paul J. Nahin (IEEE Press, 1988).

The 1991 World Satellite Annual y World Satellite Update (Mensual), Mark Long (PO Box 159, Winter Beach, Fla. 32971).

Space Commerce John L. McLucas (Harvard, 1991).

Satellite Week, Warren Publishing, Inc.

Apéndice 1

Las estaciones espaciales: sus radio-aplicaciones

Lo que sigue es el texto del memorándum preparado para el Consejo de la British Interplanetary Society por Arthur C. Clarke en mayo de 1945. El original de este documento se encuentra ahora en los archivos de la Smithsonian Institution en Washington.

1. La estación espacial fue concebida en origen como un lugar para que las naves repostaran al salir de la Tierra. Como tal puede llenar un papel importante aunque fugaz en la conquista del espacio, durante el período en que se usen combustibles químicos. Otros usos, algunos bastante fantásticos, se han sugerido, sobre todo por Hermann Noordung^[R1]. Sin embargo, hay al menos una finalidad para la cual la estación espacial es ideal y de hecho no tiene ninguna alternativa práctica. Es la provisión de servicios de radio de frecuencia ultra-alta para todo el mundo, incluyendo la televisión.

2. En la siguiente discusión la palabra «televisión» se usará exclusivamente, pero debe comprenderse que cubre todos los servicios que usan el espectro u.h.f. y superiores. Es probable que la televisión esté entre los avances técnicos menos importantes que ocurran. Otros ejemplos son modulación de frecuencia, facsímil (capaz de transmitir 10.000 palabras por hora^[R2]), servicios científicos y comerciales especializados, y ayudas a la navegación.

3. Debido a consideraciones de la anchura de banda la televisión queda restringida al radio de frecuencia superior a 50 Mc/sg y no hay duda de que frecuencias mucho más altas se usarán en el futuro. La American Telephone and Telegraph Company está ya construyendo una red experimental que usará frecuencias de hasta 12.000 Mc^[R3]. Ondas de esas frecuencias transmitidas a lo largo de caminos cuasiópticos y sus subsiguientes emisor y receptor no deben quedar olvidadas. Aunque la refracción aumenta el alcance, es justo decir que el radio de servicio para una estación de televisión es inferior a 80 km (el alcance del servicio de Londres era bastante inferior). Mientras la radio siga siendo utilizada para la comunicación, esta limitación permanecerá, ya que es una restricción fundamental y no técnica.

4. La modulación de frecuencia de banda ancha, uno de los más importantes desarrollos de la radio, entra en la misma categoría. La FM puede dar mucha mejor calidad y libertad de interferencia que la modulación de amplitud normal, y muchos cientos de estaciones se planean para los años de posguerra sólo en Norteamérica.

Los requisitos técnicos de la FM hacen esencial que se use sólo la señal directa, y los reflejos ionosféricos no pueden emplearse. El alcance del servicio queda así limitado por la curvatura de la Tierra, igual que con la televisión.

5. Para proporcionar servicios en una zona grande es necesario construir numerosas estaciones en terreno alto o con radiadores sobre torres de varias decenas de metros de altura. Estas estaciones tienen que estar unidas por tierra o circuitos de radio subsidiarios. Un sistema así es practicable en un país pequeño como Gran Bretaña, pero incluso aquí el gasto será enorme. Es prohibitivo en el caso de un continente grande y por tanto parece probable que sólo comunidades densamente pobladas puedan tener servicios de televisión.

6. Un problema aún más serio surge cuando se intenta enlazar sistemas de televisión en diferentes partes del globo. Estudios teóricos indican^[R4] que para usar un sistema de relés de radio, las estaciones repetidoras serán necesarias a intervalos de menos de 80 km. Éstos tendrán la forma de torres de varias decenas de metros de altura, con receptores, amplificadores y transmisores. Enlazar regiones separadas por varios miles de kilómetros costará así muchos millones de libras, y el problema de los servicios transoceánicos continúa sin resolver.

7. En el futuro cercano, los grandes aviones que recorren grandes rutas circulares sobre océanos y regiones deshabitadas del mundo requerirán la televisión y los servicios aliados y no hay forma conocida en que éstos puedan ser proporcionados.

8. Todos estos problemas pueden ser resueltos por el uso de una cadena de estaciones espaciales con un período orbital de 24 horas, que requeriría que estuviesen a una distancia de 42.000 km del centro de la Tierra (figura 1). Hay varias disposiciones posibles para una cadena semejante, pero la que se muestra es la más simple. Las estaciones se encontrarían en el plano ecuatorial de la Tierra y permanecerían siempre fijas en los mismos puntos del cielo, desde el punto de vista de los observadores terrestres. Al contrario que todos los demás cuerpos celestes, nunca saldrían ni se pondrían. Esto simplificaría enormemente el uso de receptores directivos instalados en la Tierra.

9. Las siguientes longitudes se sugieren provisionalmente para proporcionar el mejor servicio posible a las regiones habitadas del globo, aunque todas las partes del planeta quedarán cubiertas.

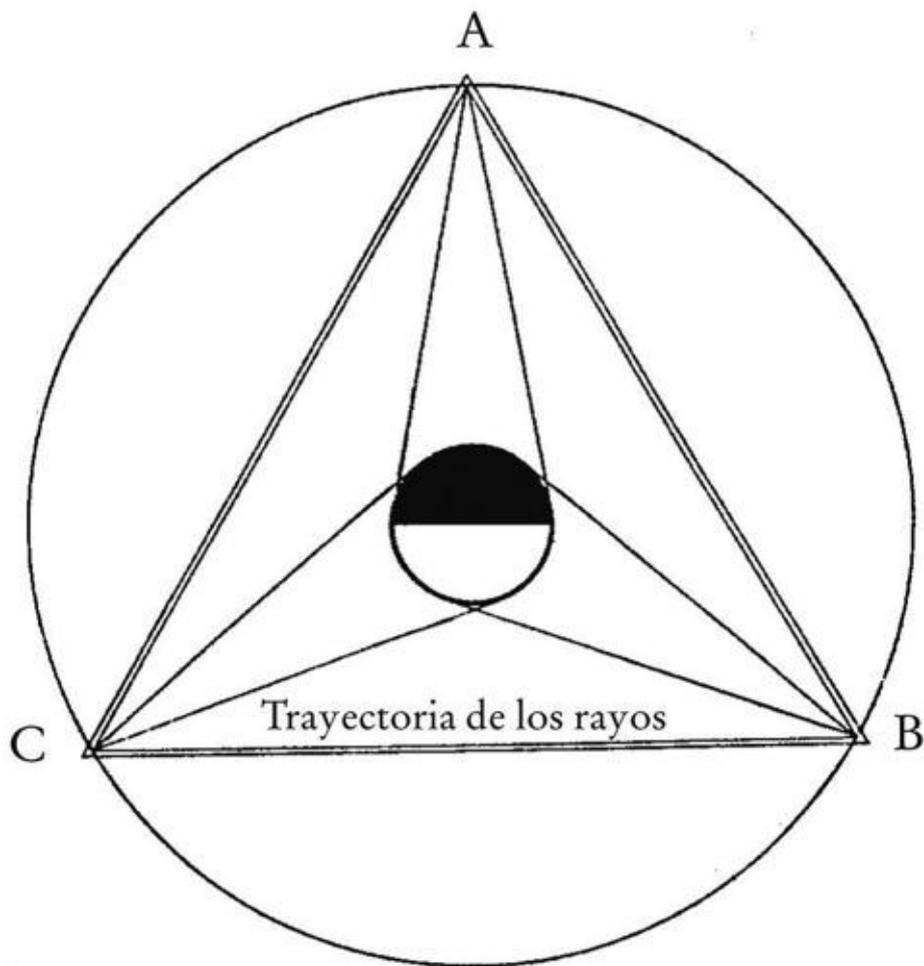


Figura 1

- 30 E – África y Europa.
- 150 >E – China y Oceanía.
- 90 O – Las Américas.

10. Cada estación emitiría programas para un tercio del planeta. Suponiendo que usaran una frecuencia de 3.000 Mc, un reflector de sólo unos pocos metros de diámetro daría un rayo tan ordenado que casi toda la energía se concentraría en la Tierra. Sería de 1 m aproximado de diámetro y podrían ser utilizadas para iluminar países individuales si se requiriera un servicio más restringido.

11. Las estaciones estarían conectadas entre sí por enlaces de rayos muy estrechos, probablemente funcionando en el espectro óptico o cerca de él, de forma que podrían producirse rayos de menos de un grado de grosor.

12. El sistema proporcionaría los siguientes servicios que no pueden conseguirse de ningún otro modo:

- a) Emisiones de televisión simultáneas para todo el globo, incluyendo

servicios para los aviones.

b) Reemisión de programas entre partes distantes del planeta.

13. Además, las estaciones harían redundante la cadena de torres relé que cubren las zonas principales de la civilización y representan inversiones de cientos de millones de libras (el trabajo en la primera de estas redes ya ha comenzado).

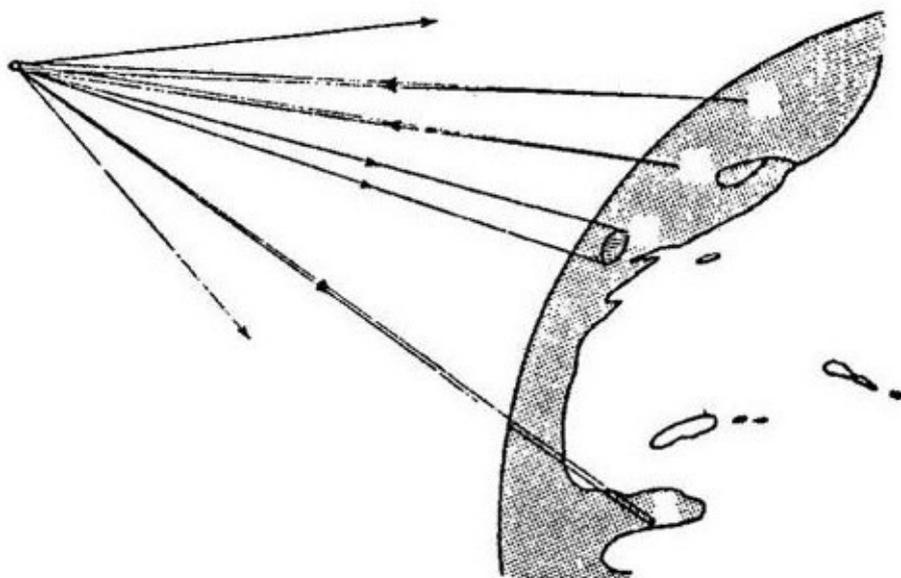


Figura 2. El programa retransmitido desde A al punto B y al área C. El programa retransmitido desde D a todo el hemisferio.

14. La figura 2 muestra el diagrama de algunos de los servicios especializados que podrían proporcionarse por el uso de distintos sistemas de emisión.

15. Los numerosos problemas técnicos inherentes a este sistema de comunicación no pueden ser discutidos aquí pero sí puede declararse que ninguno de ellos representa ninguna dificultad ni siquiera en la actualidad, gracias al desarrollo de la ingeniería de hiperfrecuencias. Se espera poder discutirlos en un trabajo posterior cuando las condiciones de seguridad lo permitan.

16. El equipo receptor en la Tierra consistiría en pequeñas parábolas de 30 cm de diámetro con receptor bipolar. Serían suficientemente ordenados para impedir interferencias en las tres zonas doblemente iluminadas. Apuntarían hacia cada estación con la menor distancia cenital y una vez ajustadas no necesitarían volver a ser tocadas. El equipo móvil requeriría un seguimiento automático que presenta ligeras complicaciones mecánicas (unas cuantas válvulas y un servomotor), pero

ninguna dificultad técnica.

17. La eficacia del sistema sería casi del 100 %, ya que casi toda la energía recaería en la zona de servicio. Una investigación preliminar muestra que la emisión mundial requeriría unos 10 Kw, mientras que los servicios del rayo relé requerirían sólo fracciones de un 1 Kw. Estas energías son muy pequeñas comparadas con las estaciones emisoras actuales, algunas de las cuales radian cientos de kilowatios. Toda la energía necesaria para un gran número de servicios simultáneos podría obtenerse de generadores solares con espejos de unos 10 m de diámetro, asumiendo una eficacia del 40 %. Además, las condiciones del vacío facilitan usar válvulas grandes y fácilmente desmontables.

18. Ningún avance en comunicaciones que pueda imaginarse hará obsoleta la cadena de estaciones, y ya que cumple lo que con el tiempo será una urgente necesidad, su valor económico será enorme.

19. Para completar, otros usos importantes de la estación son:

a) *Investigación*: Astrofísica, Física, Electrónica.

Estas aplicaciones son obvias. La estación espacial estaría justificada tan sólo en estos campos, ya que hay muchos experimentos que sólo pueden ser ejecutados sobre la atmósfera.

b) *Meteorología*.

La estación no tendría precio para las previsiones meteorológicas ya que los movimientos de frentes, etc, serían visibles desde el espacio.

c) *Tráfico*.

Esto queda muy lejos, pero con el tiempo la cadena se utilizará para controlar y comprobar, posiblemente por radar, los movimientos de naves que se acerquen o abandonen la Tierra. También jugará un papel extremadamente importante como el primer enlace en el sistema de comunicaciones solares.

Apéndice 2

Relés extra-terrestres

El siguiente artículo fue publicado por primera vez en Wireless World en octubre de 1945, y fue después reeditado en Electronics World & Wireless World en noviembre de 1991.

Aunque es posible, por medio de una elección adecuada de frecuencias y rutas, proporcionar circuitos telefónicos entre dos puntos cualesquiera o regiones de la Tierra durante bastante tiempo, la comunicación a gran distancia queda lastrada por las peculiaridades de la ionosfera, e incluso hay ocasiones en que pueda ser imposible. Un auténtico servicio emisor que dé un campo de fuerza constante en todo momento a todo el globo sería valiosísimo, por no decir indispensable, en una sociedad mundial.

Por insatisfactoria que sea la posición de la telefonía y el telégrafo, la de la televisión es aún peor, ya que la transmisión ionosférica no puede ser empleada en absoluto. La zona de servicio de una emisora de televisión, incluso en un sitio muy bueno, es sólo de unos 150 km. Cubrir un país tan pequeño como Gran Bretaña requeriría una cadena de transmisores, conectados por líneas coaxiales, guías de onda o enlaces relé VHF. Un reciente estudio teórico^[R1] ha demostrado que un sistema semejante requeriría repetidores a intervalos de 80 km o menos. Un sistema así podría proporcionar cobertura televisiva, a un coste considerable, para todo un país pequeño. Proporcionar a todo un continente un servicio semejante queda fuera de la cuestión, y sólo los principales centros de población podrían incluirse en la red.

El problema es igualmente serio cuando se hace el intento de enlazar los servicios televisivos en distintas partes del globo. Una cadena relé de varios miles de kilómetros costaría millones, y los servicios transoceánicos seguirían siendo imposibles. Consideraciones similares se aplican a la provisión de la modulación de frecuencia de banda ancha y otros servicios, como el facsímil de alta velocidad, que quedan por naturaleza restringidos a las frecuencias ultra-altas.

Muchos pueden considerar la solución propuesta en este artículo demasiado remota para ser tomada en serio. Esa actitud es irracional, ya que todo lo que se explica aquí es una extensión lógica de avances de los últimos diez años, en particular el perfeccionamiento del cohete de largo alcance del cual el V2 fue el prototipo. Mientras escribía este artículo, se anunció que los alemanes consideraban un proyecto similar, que creían posible dentro de cincuenta a cien años.

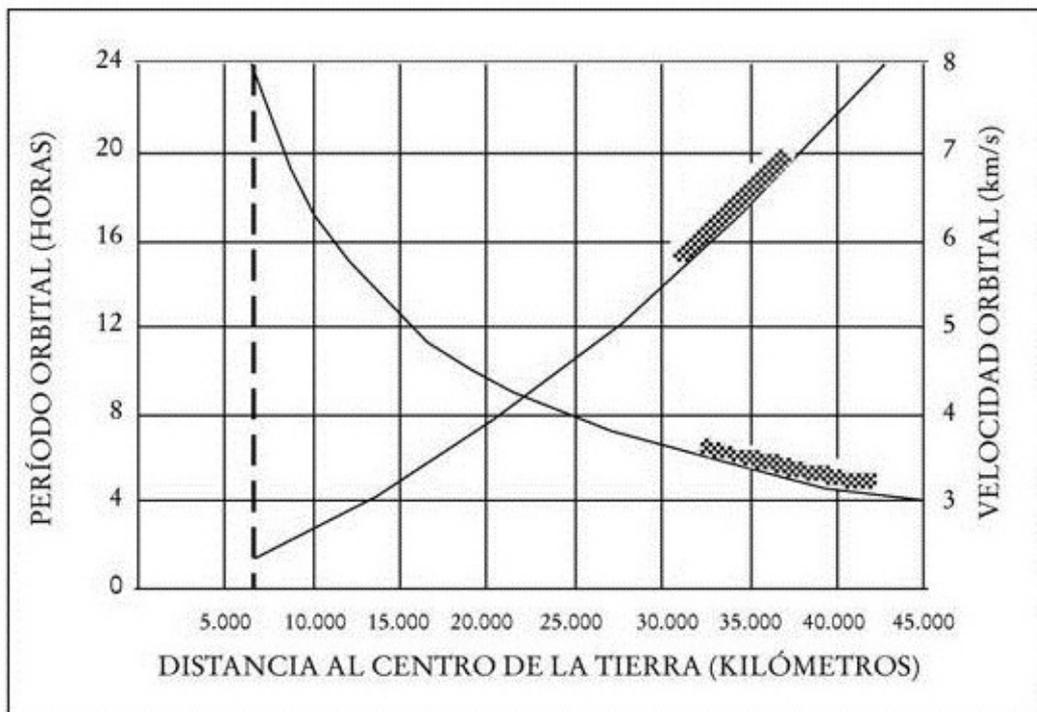


Figura 1. Variación del período y velocidad orbital con respecto a la distancia del centro de la Tierra.

Antes de continuar, es necesario discutir brevemente ciertas leyes fundamentales de la propulsión de cohetes y la «astronáutica». Un cohete que consiga suficiente velocidad en vuelo fuera de la atmósfera de la Tierra nunca regresaría. Esta velocidad «orbital» es de 8 km/s, y un cohete que la consiguiera se convertiría en un satélite artificial, circundando el mundo sin más gasto de energía, una segunda luna, de hecho. El cohete transatlántico alemán A10 habría alcanzado más de la mitad de esta velocidad.

Dentro de unos años será posible construir cohetes controlados por radio que puedan ser colocados en esas órbitas más allá de los límites de la atmósfera y dejados allí para emitir información científica a la Tierra. Un poco después, cohetes tripulados podrán hacer vuelos similares con suficiente energía en exceso para romper la órbita y regresar a la Tierra.

Hay un número infinito de posibles órbitas estables, circulares y elípticas, en las que un cohete permanecería si las condiciones iniciales fueran correctas. La velocidad de 8 km/s se aplica sólo para la órbita más cercana posible, justo ante la atmósfera, y el período de revolución sería de unos 90 min. A medida que el radio de la órbita aumenta la velocidad disminuye, ya que la gravedad disminuye y es necesaria menos fuerza centrífuga para equilibrarla. La figura 1 lo demuestra gráficamente. La Luna, por supuesto, es un caso particular y se encontraría dentro de las curvas de la figura 1 si se produjeran. Las estaciones espaciales propuestas por los

alemanes tendrían un período de cuatro horas y media.

Se observará que una órbita, con un radio de 42.000 km, tiene un período de exactamente 24 horas. Un cuerpo en esa órbita, si su plano coincidiera con el del ecuador de la Tierra, giraría con la Tierra y por tanto sería estacionario sobre el mismo punto del planeta. Permanecería fijo en el cielo de todo un hemisferio, y al contrario de todos los otros cuerpos celestes, no saldría ni se pondría. Un cuerpo en una órbita menor giraría más rápido que la Tierra y por eso saldría por el oeste, como de hecho pasa con la luna interior de Marte.

Usando material suministrado por cohetes, sería posible construir una «estación espacial» en esa órbita. La estación podría ser acondicionada con habitaciones, laboratorios y todo lo necesario para la comodidad de su tripulación, quienes serían relevados y abastecidos por un servicio regular de cohetes. Este proyecto podría ser emprendido por puras razones científicas ya que contribuiría enormemente a nuestro conocimiento de la astronomía, la física y la meteorología. Ya se ha escrito bastante sobre el tema^[R2].

Aunque esta empresa pueda parecer fantástica, requiere para su consecución tan sólo cohetes el doble de rápidos de los que ya están en fase de diseño. Ya que las tensiones gravitatorias implicadas en la estructura son insignificantes, sólo los materiales más livianos serían necesarios y la estación podría ser tan grande como hiciera falta.

Supongamos ahora que una estación así fuera construida en esta órbita. Podría tener equipo receptor y transmisor (el problema de la energía se discutirá más tarde), y podría actuar como repetidor para transmisiones relé entre dos puntos cualquiera del hemisferio de abajo, usando cualquier frecuencia que penetre la ionosfera. Si se usaran equipos direccionales, la energía requerida sería muy pequeña, ya que se usaría línea directa de transmisión visual. Otro detalle importante es que los equipos terrestres, una vez establecidos, podrían permanecer fijos por tiempo.

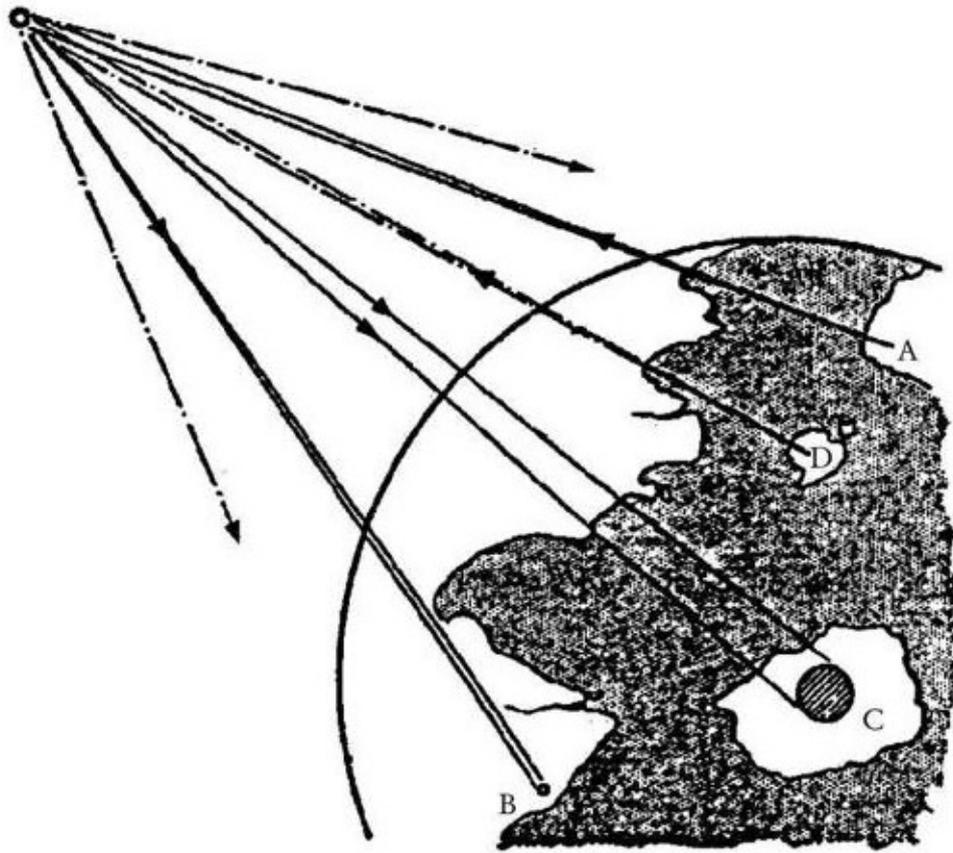


Figura 2. Típico servicio de relés extraterrestres. La transmisión de A es lanzada al punto B y la zona C; la transmisión de D es enviada a todo el hemisferio.

Aún más, una transmisión recibida desde cualquier punto del hemisferio podría ser emitida a toda la cara visible del planeta, y así se cumplirían los requerimientos de todos los servicios posibles. (Fig. 2.)

Podría discutirse que todavía no tenemos ninguna prueba directa de que las ondas de radio pasen entre la superficie de la Tierra y el espacio exterior; todo lo que podemos decir con certeza es que las longitudes de onda más cortas no se reflejan de vuelta a la Tierra. Prueba directa de la fuerza de campo sobre la atmósfera de la Tierra podría obtenerse con la técnica del cohete V2, y es de esperar que alguien haga algo pronto al respecto, ¡ya que debe de haber equipo de sobra en alguna parte! Alternativamente, dada la suficiente energía transmisora, podríamos obtener la evidencia necesaria explorando los ecos de la Luna. Mientras tanto tenemos evidencia visual de que las frecuencias del extremo óptimo del espectro lo atraviesan con poca absorción excepto en ciertas frecuencias donde se dan efectos de resonancia. Las frecuencias medias-altas atraviesan la capa E dos veces para ser reflejadas desde la capa F y se han recibido ecos de meteoros en o sobre la capa F.

Parece seguro que las frecuencias a partir de, por ejemplo, 50 Mc/s a 100.000 Mc/s podrían usarse sin absorción indebida en la atmósfera o la ionosfera.

Una sola estación podría proporcionar sólo cobertura para la mitad del globo, y para un servicio mundial serían necesarias tres, aunque podrían emplearse más. La figura 3 muestra la disposición más simple. Las estaciones estarían colocadas de forma aproximadamente equidistante alrededor de la Tierra, y las siguientes longitudes parecen ser las adecuadas:

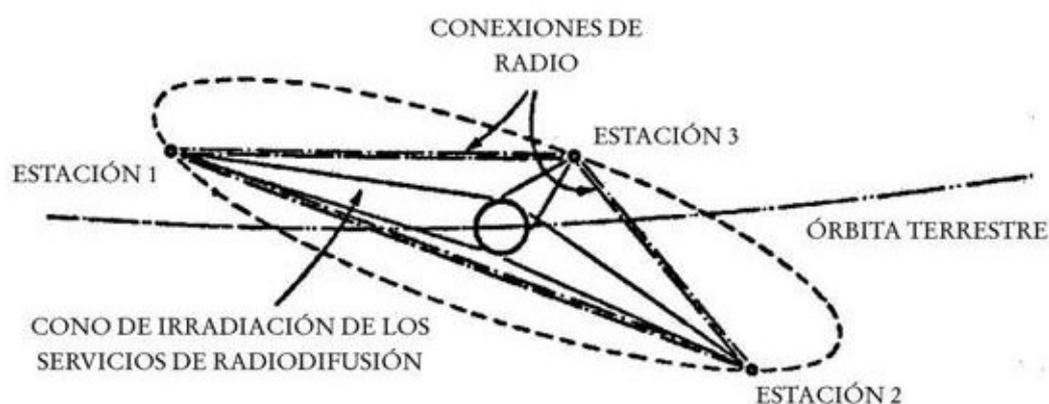


Figura 3. Tres estaciones satélite asegurarán la cobertura completa del globo.

- 30 E – África y Europa.
- 150 E – China y Oceanía.
- 90 O – Las Américas.

Las estaciones en la cadena quedarían enlazadas por rayos ópticos o de radio, y así podría ser proporcionado cualquier rayo o servicio de emisión concebible.

Los problemas técnicos del diseño de tales estaciones son enormemente interesantes^[R3], pero sólo se citan unos cuantos. Se proporcionarían baterías de reflectores parabólicos, cuya apertura dependería de las frecuencias empleadas. Asumiendo el uso de ondas de 3.000 Mc/sg, espejos de 1 m de diámetro devolverían casi toda la energía a la Tierra. Podrían usarse reflectores más grandes para iluminar países o regiones individuales para los servicios más restringidos, con el consecuente ahorro de energía. En las frecuencias más altas no es difícil producir rayos de menos de un grado de anchura, y como se mencionó antes, no habría limitaciones físicas para el tamaño de los espejos (desde la estación espacial, el disco de la Tierra tendría un poco más de 17° de diámetro). Los mismos espejos podrían ser empleados para muchas transmisiones diferentes si se toman precauciones para evitar el cruce de modulaciones.

Está claro, dada la naturaleza del sistema, que la energía necesaria sería mucho

menor que la requerida para cualquier otra disposición, ya que toda la energía radiada puede ser distribuida uniformemente sobre la zona de servicio, sin que se pierda nada. Un cálculo aproximado de la energía requerida para el servicio de emisión desde una sola estación puede hacerse de la siguiente forma:

La fuerza de campo en el plano ecuatorial de un $\lambda/2$ dipolo en el espacio libre a la distancia de d metros es^[R4]

$$e = 6.85 \frac{\sqrt{P}}{d} \text{ voltios/metros}$$

donde P es la energía radiada en vatios

Tomando d como 42.000 km (en realidad sería menos) tenemos

$$P = 37,6e^2 \text{ vatios}$$

(e ahora en $\mu\text{V/m}$).

Si asumimos que e sea de 50 mV/m, que es el estándar de la FCC para la modulación de frecuencias, P será de 94 kW. Ésta es la energía requerida para un solo dipolo, y no una disposición que concentraría toda la energía en la Tierra. Esa disposición tendría una ganancia sobre un simple dipolo de unos 80. La energía requerida para el servicio de emisión sería entonces de 1,2 kW.

Aunque parece ridículamente pequeña, esta cifra es probablemente demasiado generosa. Pequeñas parábolas de treinta centímetros de diámetro se usarían como receptores en tierra y darían una proporción señal/ruido muy satisfactoria. Habría muy poca interferencia, en parte por la frecuencia usada y en parte porque los espejos apuntarían hacia el cielo que no contendría ninguna otra fuente de señal. Una fuerza de campo de 10 mV/m podría ser amplia, y requeriría una emisión de sólo 50 W.

Si se recuerda que estas cifras se refieren al servicio de emisión, se advertirá la eficacia del sistema. Las transmisiones de punto a punto necesitarían energías de sólo 10 W. Estas cifras, por supuesto, necesitarían corrección para la absorción ionosférica y atmosférica, pero esta absorción sería muy pequeña durante la mayor parte de la banda. La leve difusión de la fuerza del campo debido a esta causa hacia el borde de la zona de servicio podría ser corregida con rapidez con un radiador no-uniforme.

La eficacia del sistema queda revelada cuando consideramos que el servicio de televisión en Londres requería una media de energía de unos 3 kW para una zona de menos de 80 km de radio^[R5].

Un segundo problema fundamental es la provisión de energía eléctrica para dirigir el gran número de transmisores requeridos para los diferentes servicios. En el espacio

tras la atmósfera, un metro cuadrado normal a la radiación solar intercepta 1,35 kW de energía^[R6]. Ya se han planeado motores solares para uso terrestre y son una propuesta económica en los países tropicales. Emplean espejos para concentrar la luz solar en la caldera de un motor de vapor de baja presión. Aunque esto no es muy eficaz, podría serlo en el espacio donde los componentes están en el vacío, la radiación es intensa y continua, y la más baja temperatura del ciclo no podría estar lejos del cero absoluto. Los avances termoeléctricos y fotoeléctricos podrían hacer posible el uso más directo de la energía solar.

Aunque no hay límite al tamaño de los espejos que podrían construirse, uno de cincuenta metros de radio interceptaría más de 10.000 kW y al menos una cuarta parte de esta energía podría ser empleada.

La estación estaría en continua luz solar excepto durante algunas semanas alrededor de los equinoccios, cuando entraría en la sombra de la Tierra durante unos pocos minutos cada día. La figura 4 muestra la situación durante el período de eclipse. Para este cálculo, es legítimo considerar la Tierra como un punto fijo y que el Sol se mueve a su alrededor. La estación se encontraría a la sombra de la Tierra en A, el último día de febrero.

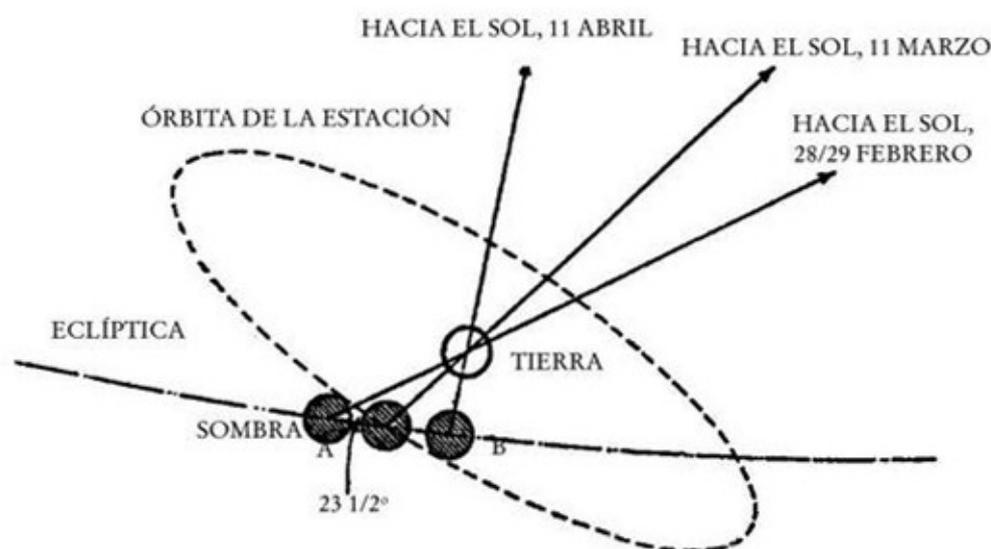


Figura 4. La radiación solar sería interrumpida durante un breve período cada día en los equinoccios.

Cada día, al hacer su revolución diurna, se internaría con más profundidad en la sombra, hasta alcanzar su período de eclipse máximo el 21 de marzo. Ese día sólo estaría en la oscuridad durante una hora y nueve minutos. A partir de entonces el período de eclipse se acortaría, y después del 11 de abril (B) la estación estaría en luz continua hasta que suceda lo mismo seis meses más tarde en el equinoccio de otoño,

entre el 12 de septiembre y el 14 de octubre. El período total de oscuridad sería de unos dos días por año, y como el período más largo del eclipse sería de poco más de una hora, no habría ninguna dificultad para almacenar suficiente energía para un servicio ininterrumpido.

CONCLUSIÓN:

Brevemente resumidas, las ventajas de la estación espacial son las siguientes:

1. Es la única forma en que puede darse auténtica cobertura mundial a todos los tipos posibles de servicio.
2. Permite el uso sin restricciones de una banda de al menos 100.000 Mc/s de ancho, y con el uso de rayos quedarían disponibles un número casi ilimitado de canales.
3. Los requerimientos de energía son en extremo pequeños, ya que la eficacia de la «iluminación» sería de casi el 100 %. Aún más, el coste de la energía sería muy bajo.
4. Por grande que sea el coste inicial, sólo sería una fracción del requerido para las cadenas mundiales sustituidas, y el coste de mantenimiento sería incomparablemente menor.

NOTA: DISEÑO DE COHETES

El desarrollo de cohetes suficientemente poderosos para alcanzar velocidad «orbital» e incluso «de escape» es ya sólo cuestión de años. Las siguientes cifras pueden ser interesantes en conexión con ello.

El cohete tiene que adquirir una velocidad final de 8 km/s. Permitiendo 2 km/s para correcciones de navegación y pérdida por resistencia del aire (esto es legítimo, ya que todos los cohetes espaciales serán lanzados desde zonas muy altas), obtenemos una velocidad total necesaria de 10 km/s. La ecuación fundamental del movimiento de un cohete es

$$V = v \log_e R$$

donde V es la velocidad final del cohete, v la velocidad de escape y R la ratio de masa inicial con la masa final (carga útil más estructura). Hasta ahora v ha sido de 2 a 2,5 km/s para los cohetes de combustible líquido, pero nuevos diseños y combustibles permitirán cifras considerablemente más altas. (El combustible de oxihidrógeno tiene una velocidad de escape teórica de 5,2 km/s y se conocen combinaciones más poderosas). Si asumimos que v es de 3,3 km/s, R será de 20 a 1. Sin embargo,

debido a su aceleración finita, el cohete pierde velocidad como resultado de la retardación gravitatoria. Si su aceleración (constante) es α m/s², entonces la ratio R_g necesaria aumenta a

$$R_g = R \frac{\alpha + g}{g}$$

Para un cohete controlado automáticamente a sería de unos 5g y por tanto la R necesaria sería de 37 a 1. Esas ratios no pueden ser conseguidas con un solo cohete, pero sí con «cohetes de etapas», mientras que ratios mucho más altas (hasta de 1.000 a 1) pueden conseguirse con el principio de «construcción celular».

EPÍLOGO: ENERGÍA ATÓMICA

La llegada de la energía atómica ha adelantado los viajes espaciales casi en medio siglo. Parece improbable que tengamos que esperar veinte años antes de que se desarrollen cohetes con energía atómica, y esos cohetes podrían alcanzar incluso los planetas más remotos con una ratio combustible/masa fantásticamente pequeña, sólo un pequeño porcentaje. Las ecuaciones desarrolladas en el apéndice todavía son aplicables, pero v aumentará en un factor de un millar.

A la vista de estos hechos, no parece que merezca la pena emplear muchos esfuerzos en la construcción de cadenas de relés de larga distancia. Incluso las emisoras locales que pronto se construirán tal vez tengan sólo una vida activa de veinte o treinta años.



ARTHUR C. CLARKE nació en Minehead, Somerset, Inglaterra, en 1917 y se graduó en King's College, Londres, donde obtuvo Matrícula de Honor en Física y Matemáticas, y falleció en Colombo, capital de Sri Lanka.

Fue director de la Sociedad Interplanetaria Británica, miembro de la Academia de Astronáutica de la Real Sociedad de Astronomía, y muchas otras organizaciones científicas. Durante la Segunda Guerra Mundial, como oficial de la RAF, estuvo a cargo del primer equipo de radar en su fase experimental. Su única novela que no es de ciencia ficción, *Glide Path*, está basada en este trabajo.

Autor de cincuenta libros, de los cuales unos veinte millones de ejemplares se han editado en más de treinta idiomas, sus numerosos premios incluyen el Premio Kallinga en 1961, el premio a los escritos científicos AAAS WESTINGHOUSE, el premio Bradford Washburn y los premios Hugo, Nebula y J. Campbell, los cuales ganó con su novela *Cita con Rama*.

En 1968 compartió la nominación al Oscar con S. Kubrick por *2001: Una Odisea del Espacio*, y su serie de TV *El mundo misterioso de Arthur C. Clarke* se ha proyectado en muchos países. Trabajó con Walter Cronkite en las transmisiones de la CBS de las misiones Apolo.

Su invención del satélite de comunicaciones en 1945 le ha proporcionado numerosos honores, entre ellos el premio 1982 de la Asociación Internacional Marconi, una medalla de oro del Instituto Franklin, la Cátedra Vikram Sarabhai del Laboratorio de Investigaciones Físicas, y una cátedra del King's College, Londres. El Presidente de

Sri Lanka le nombró Decano de la Universidad de Moratuwa, cerca de Colombo.

Clarke falleció la madrugada del miércoles 19 de marzo de 2008 a las 01:30 hora local en Colombo (capital de Sri Lanka), debido a un paro cardiorrespiratorio.

Notas

[1] El título original de este libro, How the world was one («Cómo el mundo fue uno»), suena en inglés igual que How the world was won («Cómo se ganó el mundo»); de ahí el juego de palabras al que se refiere el autor. (N. del T.) <<

[2] Un título que se aplicó más tarde, con cierta justicia, a su protegido Calouste Gulbenkian, quien consiguió la mitad del petróleo del mundo después de renunciar a la física. (N. del A.) <<

[3] La pérdida del primer jet comercial era todavía noticia cuando se escribió Voice across the sea. Su impacto en la época fue similar al desastre del Challenger treinta años más tarde. (N. del A.) <<

[4] La inmunidad de los británicos al mareo es, por supuesto, proverbial. (N. del A.)

<<

[5] Pero aquí, como en el caso de la edad de la Tierra, el profesor se equivocaba. La propuesta se adelantó un siglo a su tiempo: algunos cables modernos se hacen exactamente de esta forma. (N. del A.) <<

[6] Vean el consejo de Hilaire Belloc a los jóvenes retoños de la aristocracia británica: «Cuando todo lo demás falle, id a gobernar Nueva Gales del Sur.» Y es así exactamente cómo los lores del Almirantazgo se libraron de otro colega dificultoso, el capitán Bligh. El resultado (sorpresa, sorpresa) fue su tercer motín. (N. del A.) <<

[7] Wester Union (véase capítulo 11) perdió otra aún mayor. (N. del A.) <<

[8] El libro de James Dugan *The Great Iron Ship* es una historia valiosa y enormemente entretenida sobre este maravilloso navío, pero por desgracia repite la leyenda de que el esqueleto de un remachador se encontró en su doble quilla cuando fue desguazado. Esta historia es demasiado buena para ser cierta, y no lo es. (N. del A.) <<

[9] El sorprendente descubrimiento, en los años ochenta, de biosistemas nutridos a partir de los vertidos químicos arrojados a través de aberturas termales en el fondo del océano demostró una vez más que la naturaleza tiene más imaginación que la mayoría de los científicos. (N. del A.) <<

[10] A. H. Compton, que cuenta esta historia en su libro *Atomic Quest*, dice que el subsecretario del Tesoro no se perturbó cuando le pidieron quinientos millones de dólares en plata, pero sí cuando la marina usó la frase «15.000 toneladas». «Joven — reprendió al coronel que hizo la petición—, cuando hablamos de plata el término que empleamos es onzas.» (N. del A.) <<

[11] Ahora que vuelvo a leer este párrafo, más de treinta años después de que fuera escrito, el olvidado «cable telefónico» aparece casi como una parodia acústica de la última tecnología, la fibra óptica (capítulo 42). (N. del A.) <<

[12] El 10 de marzo de 1976 AT&T organizó dos días de celebración en el MIT, y me pidieron que diera la conferencia de clausura, «El segundo siglo del teléfono». Puede encontrarse en *The View from Serendip* (Victor Gollancz; Random House, 1978). (N. del A.) <<

[13] Todavía sonrío ante un dibujo que vi hace muchos años donde aparecía Watson acercándose a la oreja el primitivo receptor y diciendo: «Lo siento, señor Bell. Sigue dando la señal de comunicando.» (N. del A.) <<

[14] Encontrarán diversas variantes de esta historia: estoy en deuda con el libro de Paul Nahin sobre Heaviside (véase siguiente capítulo), por su cita definitiva. Sir William también se distinguió por demostrar a través de las matemáticas que la luz eléctrica era completamente imposible. (N. del A.) <<

[15] Después de que este capítulo fuera escrito, ha aparecido una apasionante biografía de este hombre notable: *Oliver Heaviside: Sage in Solitude*, de Paul J. Nahin (IEEE Press, 1968). La guerra declarada entre Heaviside y el testarudo ingeniero jefe del servicio de correos británico, William Preece, es un ejemplo perfecto, y tragicómico, del eterno conflicto entre el «hombre práctico» y el genio teórico. (N. del A.) <<

[16] Poco imaginaba yo que, unos treinta años después de que estas palabras fueran escritas, este oscuro fragmento de electroquímica aparecería en los titulares de todo el mundo gracias al «agujero de la capa de ozono». (N. del A.) <<

[17] Las ediciones de 1958 y 1974 de este libro dedicaron cinco capítulos al diseño, manufactura y tendido del TAT-1. A pesar de tres décadas de avances tecnológicos, muchos de estos detalles siguen siendo de interés, así que he condensado algunos de los puntos importantes en este capítulo. Para la historia completa, vean la serie de artículos que aparecieron simultáneamente en el Bell System Technical Journal y el Journal of the Institution of Electrical Engineers de enero de 1957. (N. del A.) <<

[18] Cables con miles de pares de conexiones se usan todavía en zonas urbanas donde hay una gran cantidad de usuarios muy cercanos; los sistemas de frecuencia transportada son esencialmente para larga distancia. (N. del A.) <<

[19] La cifra es de 1974. En 1989, cinco años después de la división de Bell System, era de unos 50.000.000.000 de dólares. <<

[20] El tubo de vacío está todavía omnipresente, por supuesto, en la forma de los tubos de imagen de televisión y UVD. Pero incluso aquí lo amenazan los aparatos sólidos. Dénle otros diez años. (N. del A.) <<

[21] Los británicos nunca se molestaron, pero para hacer constancia: en 1884 Oliver Lodge envió señales por radio, y perfeccionó el detector usado hasta final de siglo. Tras decidir que no había futuro en aquello, volvió su atención a algo de valor más práctico: la investigación psíquica. (N. del A.) <<

[22] En realidad, 261,63. Pero el clásico Science and Music de sir James Jeans también da 256, y me parece imposible resistir un número tan bonito y redondo como 28, o el binario 100000000. (N. del A.) <<

[23] Alusión a la película How the West was Won, conocida entre nosotros por La conquista del Oeste. (N. del T.) <<

[24] Sistemas de onda larga se emplean todavía al menos para una aplicación especial: contactar con submarinos nucleares a profundidades moderadas. (N. del A.) <<

[25] A partir de ahora, utilizaremos comsats para referirnos a los satélites de comunicaciones, y COMSAT para la Communications Satellite Corporation. (N. del A.) <<

[26] La versión completa de «Estás en rumbo de planeo», mi conferencia en la ceremonia del premio Marconi y mucho material técnico sólo tocado de pasada en este volumen puede encontrarse en *Ascent to Orbit: A Scientific Autobiography* (John Wiley, 1984). (N. del A.) <<

[27] Creí que nunca volvería a ser testigo de una escena similar, pero los campos petrolíferos en llamas de Kuwait me la recordaron con viveza. (N. del A.) <<

[28] Pido disculpas por este título sensacionalista, que usé originalmente hace casi treinta años. Aunque no me lo tomo muy en serio, es demasiado bueno para dejarlo pasar. (N. del A.) <<

[29] En realidad, Theodore L. Thomas, autor de algunos excelentes relatos de ciencia ficción, cuya hospitalidad disfruté a menudo durante mis días como conferenciante en los cincuenta. (N. del A.) <<

[30] Este dato pone más en evidencia el relato que los detalles técnicos. ¿Recuerdan el dólar de 1957? (N. del A.) <<

[31] Casi treinta años más tarde (21 de julio de 1990), su sucesor fijaría una expedición tripulada a Marte como un objetivo norteamericano. Me pregunto qué habría pensado Ike de eso. (N. del A.) <<

[32] Para confirmación, los escépticos pueden consultar la foto en el ejemplar de Playboy de mayo de 1969. (N. del A.) <<

[33] En mi relato corto de 1956 «Watch this Space», Coca-Cola hacía exactamente eso. Me pareció conveniente no mencionar el asunto cuando, en su centenario unos treinta años más tarde, hice un anuncio de televisión para el mismo producto. (N. del A.) <<

[34] Aunque el Telstar original se quemó hace mucho tiempo, el nombre era demasiado bueno para perderlo: AT&T lo ha revivido para una nueva serie de comsats geoestacionarios. (N. del A.) <<

[35] Otro problema que a veces influye en todos los circuitos a larga distancia (satélites y terrestres) es el «eco». Pocas cosas son más molestas para el libre fluir de una conversación que oír tus propias palabras una fracción de segundo después, cuando rebotan al otro lado de la línea (como las compañías de seguros han descubierto, esto es un buen test para la gente que finge sordera). Por fortuna, esta molestia puede ser eliminada por completo por los circuitos «canceladores de eco»; aunque como todo el mundo que haya hecho muchas llamadas internacionales reconocerá, no siempre parecen funcionar muy bien. (N. del A.) <<

[36] ¡Ahora ya son noventa! (N. del A.) <<

[37] No es una sugerencia completamente descabellada. En *Imperial Earth* (1976) señalé que las ondas de radio ultralargas son bloqueadas desde el sistema solar interno por la propia «ionosfera» del Sol (usando esa palabra en un sentido muy amplio). Las lunas de Saturno tal vez sean el lugar más conveniente para estudiarlas. (N. del A.) <<

[38] «Space Enough for All», conferencia pronunciada al recibir el segundo premio Arthur C. Clarke, Colombo, 16 de diciembre de 1987. (N. del A.) <<

[39] Departamento de Coincidencias Desafortunadas. La pérdida del satélite japonés DBS (Emisión Directa) apareció en la televisión local sólo una hora antes de que escribiera estas palabras (20 de abril de 1991). Las pólizas de seguro subirán de nuevo. (N. del A.) <<

[40] Nunca perdonaré a Bill Anders su falta de valor el día de Navidad de 1968. Se sintió tentado, según me dijo más tarde, de comunicar que la tripulación del Apolo 8 había divisado un gran monolito negro en la cara oculta de la Luna. (N. del A.) <<

[41] Pero también muy testarudo. Vean el capítulo 15. Me temo que volverán a encontrarlo una vez más en este libro. (N. del A.) <<

[42] Dirigida y producida por mi desaparecido amigo Thomas Craven, fundador de Craven Film Corporation, Nueva York. (N. del A.) <<

[43] Ésta es, lo prometo, la última aparición del señor Preece. (N. del A.) <<

[44] Me saqué este ejemplo de la manga... y sin embargo ahora es lo que con orgullo proclama el último sistema de fibra óptica (capítulo 42). (N. del A.) <<

[45] No es una mala predicción. Motorola espera tener su sistema de Iridio en funcionamiento para 1996... (N. del A.) <<

[46] Ésta transmite ahora noticias para cuarenta países, las veinticuatro horas del día, para todas las Américas, y está negociando con Intersputnik para cubrir Eurasia. El padre Lubbers asegura a los que se preocupan por su filiación que el servicio es por completo aconfesional, y desde luego lo ha demostrado. Me divierte decir que la última guía de programas que me ha enviado comienza con una cita del Corán. (N. del A.) <<

[47] Durante el experimento SITE (capítulo 33), Steve Birkill sorprendió a todos al recibir, en el corazón de Inglaterra, los programas pretendidos para las aldeas indias. (N. del A.) <<

[48] La creencia de Bruno en la pluralidad de mundos no fue la única ni la principal razón por la que fue quemado en la hoguera en 1600; entre otras herejías, le interesaba el ocultismo. Considerando la basura que ahora inunda nuestras librerías, estoy a favor de volver a instalar esta pena. (N. del A.) <<

[49] Coste (unidades arbitrarias, ¿digamos una semana de salario?). <<

[50] Longitud de banda, hertzio (ciclos/segundo). <<

[51] Estoy haciendo una lista corta de las armas que deberían ser permitidas en un mundo civilizado. Incluye porras, esprays en aerosol, «gas de paz» (véase El mundo que viene); bombas acústicas, actínicas y de humo; y (sólo cuando sean autorizados al más alto nivel), rifles telescópicos de un solo disparo, preferiblemente con tranquilizantes. Estoy abierto a nuevas sugerencias, pero no consideraré ningún sistema de transporte más sofisticado que las bicicletas. (N. del A.) <<

[52] Durante más de tres décadas, a costa de un gran sacrificio personal, Howards ha estado haciendo público el concepto por medio de incontables cartas a congresistas, representantes de los medios de comunicación, jefes del Pentágono, etc. Le estoy muy agradecido por la información que me ha suministrado a lo largo de los años. (N. del A.) <<

[53] Como solía decir el presidente Reagan: «Confía... pero comprueba.» (N. del A.)

<<

[54] Muestras interesantes (aunque probablemente no de gran calidad) aparecieron en el número de enero de 1991 de Scientific American (ver «The Future of Space Reconnaissance», de Jeffrey T. Richelson). (N. del A.) <<

[55] Ver el informe de la ONU A/AC 206/14 del 6 de agosto de 1981: «Estudio de las implicaciones del establecimiento de una “Agencia Internacional de Satélites Observadores”.» También «Guerra y paz en la Era espacial» en 1984: Primavera. (N. del A.) <<

[56] Di una versión posterior de esta conferencia, «Star Peace», en la ceremonia del premio Lindbergh en París, en el sesenta aniversario del histórico vuelo del Spirit of St Louis, el 20 de mayo de 1987. (N. del A.) <<

[57] ¿Pueden creer que todavía recuerdo el olor acre de acetileno y carbonato cálcico?
(N. del A.) <<

[58] Journal of the British Interplanetary Society, vol. 7, nº 2, marzo de 1948. Reeditado en *Ascent to Orbit: A Scientific Autobiography* (John Wiley, 1984). (N. del A.) <<

[59] «Radio Communications across Space» (Journal of the British Interplanetary Society, vol. 12, nº 1, enero de 1953). (N. del A.) <<

[60] Desafiando las estadísticas, cinco roturas de cable se dieron simultáneamente en 1990. De inmediato mandé un fax al director general de INTELSAT Dean Burch: «Una vez es accidente, dos coincidencia, tres conspiración. ¿Pero cinco veces?» (N. del A.) <<

[61] Sorprendentemente, la fibra óptica puede ser utilizada, y de forma muy efectiva, con una clase bastante restringida de «clientes» móviles: tanques y helicópteros enemigos. El FOG-M (Fibre-Optic Guided Missile) lleva una lanzadera que prolonga quince kilómetros de red. A través de este enlace (imposible de interceptar), el controlador puede observar su blanco y abatirlo con mortal precisión. Para más información, consulten al Pentágono. (N. del A.) <<

[62] Dios, el Universo y todo lo demás. (N. del A.) <<

[63] «The Early History of Indo-European Languages», por Thomas V. Gamkrelidze y V. V. Ivanov, marzo de 1990. (N. del A.) <<

Referencias Apéndice 1

[R1] Noordung, Hermann, «Das Problem der Befahrung des Weltraums». <<

[R2] Hansell. C.W. «Radio-Relay-Systems Development» (Proceedings of the Institute of Radio Engineers, marzo de 1945, pp. 156-168). <<

[R3] Guy, Raymond F, Apelación al I.R.E., Philadelphia, 7 de diciembre de 1944. <<

[R4] Hansell. C.W. «Radio-Relay-Systems Development» (Proceedings of the Institute of Radio Engineers, marzo de 1945, pp. 156-168). <<

Referencias Apéndice 2

[R1] «Radio-Relay Systems», C. W. Hansell, Proc IRE, vol. 33, marzo 1945. <<

[R2] Rockets, Willy Ley (Viking Press, N.Y.). <<

[R3] Das Problem der Befahrung der Weltraums, Hermann Noordung. <<

[R4] Frecuency Modulation, A. Hund (McGraw-Hill). <<

[R5] «London Television Service», MacNamara and Birkenshaw, JIEE, diciembre, 1938. <<

[R6] The Sun, C. G. Abbot (Appleton-Century Co.). <<