

Historia de los medios de comunicación*

Friedrich Kittler

Introducción

Lo que sigue es un intento de discutir la historia de las tecnologías de comunicación en términos generales —en la medida en que esto sea humanamente posible. El objetivo es en definitiva bocetar una historia científica de los medios—un boceto por la simple razón de que la ciencia de los medios es un nuevo campo de investigación que no existiría si no hubiese sido por el avance triunfal de las tecnologías de información modernas. Es por esta razón que tal historia se enfrenta a problemas metodológicos y prácticos.

Un problema práctico es que las tecnologías de comunicación mismas están mucho menos documentadas o son mucho menos accesibles que sus contenidos, basta observar cómo los servicios de inteligencia han sido tratados (por citar al último responsable del servicio de inteligencia de la Wehrmacht) como “la Cenicienta de la investigación en historia militar”, a pesar de su rol decisivo en las guerras.¹

También existe el problema metodológico que plantea el enigma de si el término “comunicación”, tan obvio ahora, puede usarse con propiedad en conexión con épocas y lugares que manifiestamente estaban caracterizados por otra terminología (tomada de la mitología o la religión). De cualquier forma, su entronización en la filosofía se basó, en el *Ensayo sobre el entendimiento humano*, de John Locke, en el supuesto escasamente generalizable de que comunicación quiere decir traducir en palabras las ideas percibidas y consecuentemente vincular individuos aislados mediante “lazos de lenguaje”.² El único problema es que la filosofía omite, para empezar, preguntarse de qué manera se supone que la gente ha llegado a sus ideas y concepciones sin el lenguaje. Sólo fue posible liberarse de esta confusión insondable con un concepto técnico de la información que, desde la *Teoría Matemática de la Comunicación* de Shannon, evita cualquier referencia a las ideas o los significados y, por lo tanto, a la gente.

Es cierto que, en el sentido más estricto del término, los sistemas de información se aprovechan para el almacenamiento, el procesamiento y la transmisión de mensajes. Por otra parte, los sistemas de comunicación, por el hecho de que además del envío de mensajes se utilizan para controlar el tráfico de personas y bienes,³ comprenden todo tipo de medios (como analiza McLuhan), desde los sistemas de caminos hasta el lenguaje.⁴ Existe, no obstante, una buena razón para analizar los sistemas de comunicación como sistemas de información. En última instancia la comunicación también depende de señales de control, más depende mientras más complejo es su funcionamiento: incluso la tríada de las “cosas comunicadas”—información, personas, bienes—puede reformularse desde el punto de vista de la teoría de la información:

- Primero, los mensajes son fundamentalmente órdenes a las cuales se espera que las personas respondan.”

* Traducido del alemán al inglés por Robert Adrian (disponible en www.ctheory.net/articles.aspx?id=45). Originalmente publicado en Huber et al. (comp.), *Raum und Verfahren*, Basilea y Frankfurt: Stroemfeld/Roter Stern, 1993. Traducido del inglés al castellano por Sebastián Touza.

1. Praun (1970), p. 137.

2. Peters (1989).

3. Knies (1857), p. 6.

4. McLuhan (1968).

** Esta definición está basada, en el texto original en alemán, en la etimología de la palabra “Nachrichten” (nota del traductor del alemán al inglés).

- Segundo, como enseña la teoría de sistemas, las personas no son objetos sino direcciones que “hacen posible la evaluación de nuevas comunicaciones”.⁵
- Tercero, como la etnología ha enseñado desde Mauss y Levi-Strauss, los bienes representan datos en un orden de intercambio entre dichas personas.

Sin embargo, si los datos hacen posible la operación de almacenamiento, las direcciones la transmisión y las órdenes el procesamiento de datos, entonces cada sistema de comunicación, en tanto alianza de estas tres operaciones, es un sistema de información. Que un sistema de tales características se convierta en una tecnología de comunicación depende solamente de que estas tres operaciones se implementen en la realidad física. En otras palabras, la historia de estas tecnologías llega a su fin cuando las máquinas no sólo se encargan de la transmisión de direcciones y el almacenamiento de datos, sino que también son capaces, por medio de algoritmos matemáticos, de controlar el procesamiento de órdenes. Por lo tanto no es una coincidencia que recién al inicio de la era de las computadoras, es decir, cuando todas las operaciones de los sistemas de comunicación habían sido mecanizadas, Shannon pudo describir un modelo formal de información. Este modelo comprende, como sabemos, cinco etapas conectadas⁶:

- Primero, hay una fuente de información que selecciona un mensaje por unidad de tiempo a partir de una cantidad enumerable-discreta o innumerable-continua de mensajes posibles.
- Segundo, esta fuente suministra uno o más transmisores que procesan el mensaje por medio de un código apropiado para convertirlo en una señal técnica (algo bastante imposible de hacer, en el caso discreto, sin almacenamiento intermedio de datos).
- Tercero, estos transmisores alimentan un canal que protege la transmisión de la señal en el espacio y/o en el tiempo del ruido físico y/o de la interferencia hostil.
- Cuarto, estos canales conducen a uno o más receptores que reconstituyen el mensaje de la señal al sujetarlo a un algoritmo decodificador inverso al del transmisor, de tal manera que, finalmente,
- Quinto, el mensaje retraducido llega a la dirección de un desagüe de información.⁷

Este elegante modelo no puede, sin embargo, aplicarse a la historia fáctica de la tecnología de comunicación, particularmente porque no pretende de ninguna manera la historicidad. En lugar de simplemente aceptar las cinco cajas negras de Shannon, como se ha hecho costumbre en lingüística y también en las humanidades, parece más importante y reconfortante, para empezar, recorrer la historia de cómo la evolución de estas cajas puede haber sucedido. Tomando la premisa de Luhmann de que las tecnologías de la comunicación proveen una “excelente demarcación de las épocas que magnetiza todo lo demás”,⁸ es razonable concluir que la transición histórica de la oralidad a la palabra escrita equivale a una escisión de la interacción y la comunicación, y la transición desde la escritura a los medios técnicos, efectivamente, a una escisión de la comunicación y la información. Lo que tenemos, entonces, es un proceso de evolución que ha concluido sólo en la teoría y la práctica de una información que corresponde al opuesto exacto del concepto energético de entropía.⁹

5. Luhmann (1988), p. 901.

6. Véase Hagemeyer (1979), p. 422-39.

7. Shannon (1949a), p. 10.

8. Luhmann (1985), p. 21.

9. Bell (1955), p. 35.

Este proceso evolutivo nos da la posibilidad de dividir la historia de los medios de comunicación en dos bloques principales. El primero trata sobre la historia de la palabra escrita y se divide en una sección sobre la escritura y una sobre la imprenta. El segundo bloque sobre los medios técnicos nos llevará desde la fundamental invención de la telegrafía, pasando por los medios analógicos, hasta, finalmente, el medio digital de la computadora.

A. La palabra escrita

1. Escritura

La historia de las culturas alfabetizadas, cuyo “medio” normalmente divide a la historia de la prehistoria,¹⁰ está determinada por dos series de variables. La primera serie se relaciona con lo que la filosofía, desde los estoicos, ha reconocido, o no ha logrado reconocer, como una referencia: En la medida en que el contenido de un medio es siempre otro medio¹¹ y el de la escritura (incluso para Aristóteles¹²) es el discurso, la escritura puede ser clasificada de acuerdo a si procesa los lenguajes cotidianos en signos pictográficos o silábicos o fonémicos.¹³ Sin embargo, en la medida en que la escritura como medio también reúne, probablemente por primera vez, el almacenamiento y la transmisión, la inscripción y el correo, las variables físicas relacionadas a los implementos para escribir y las superficies de escritura deciden el marco espacial y temporal de la comunicación. Estas variables dictan el tiempo necesario para transmitir y recibir, la permanencia o borrabilidad de lo escrito e, incluso, si la información es o no transportable.

La primera serie de variables controla las diferenciaciones entre el habla y la escritura: grados de rendimiento de la memoria, grados de analizabilidad gramatical, posibilidades de acoplar el habla con otros medios. Como campo independiente de investigación antropológica de los medios puede, para nuestro propósito, ser dejada de lado.

La segunda serie de variables ha recibido considerablemente menos atención, posiblemente porque su naturaleza es tan material. Y sin embargo son cosas tan simples como los implementos y las superficies de escritura lo que determinan el aumento de poder que siempre resulta de la introducción de la letra escrita. Puesto que los sacerdotes estaban interesados en el almacenamiento de discursos, ya sea de los dioses o de los muertos, por un máximo período de tiempo; los mercaderes estaban interesados en almacenar bienes por un máximo período de tiempo y en transportar los bienes a grandes distancias y, finalmente, los guerreros estaban interesados en la transmisión de órdenes a grandes distancias en el tiempo más corto posible, los escritos más viejos que se produjeron alrededor de 3000 años antes de la era cristiana en Sumeria y Egipto tuvieron funciones económicas y religiosas. En los círculos de guerreros, sin embargo, lo que los historiadores militares llaman la “edad de piedra [oral] del flujo de órdenes” finalizó recién con Napoleón.¹⁴ Además de las órdenes que pasaban de la boca al oído existían sólo el uso semiótico del fuego con fines de señalización y los veloces, pero igualmente orales, mensajeros, cuyo récord posiblemente perteneció a Gengis Kan.¹⁵

Las primeras manifestaciones de la escritura son, por supuesto, inscripciones sin una superficie de escritura en el sentido que hoy aceptamos. Los rollos bidimensionales de sellos o estampas en el medio arcilla permitieron dar a los bienes direcciones que indicaban sus dueños o sus contenidos. Inscripciones en piedra

10. Schiller (1904), p. XIII, 17.

11. McLuhan (1968).

12. Aristoteles, Herm. p. 16, 3-7.

13. Derrida (1974).

14. Van Creveld (1985).

15. Voigt (1965-73), p. 11/2, 830ss.

nombraban a los muertos ocupantes de tumbas.¹⁶ Como señales en ausencia de la fuente de información, es decir, a través del desacoplamiento de la comunicación y la interacción, las inscripciones abrieron en principio, según Jan Assmann, la posibilidad de la literatura.¹⁷

En contraste, la administración de estos grandes sistemas de irrigación fluvial en los cuales las ciudades y la alta cultura florecieron presupuso la transición desde las tabletas inscriptas hacia superficies de escrituras hábilmente confeccionadas y optimizadas: el bambú y la morera en China, arcilla sin cocer o cocida para su almacenamiento en la Mesopotamia, el papiro como monopolio del delta del Nilo. Por consiguiente, los mismos ríos por los que fluían el tráfico de trabajo esclavo y el de bienes llevaban simultáneamente (ya sea en un calendario o en la matemática goniométrica) las órdenes de asignación de agua y los productos de la cosecha.¹⁸ Las mismas ciudades que tradujeron los diagramas antropológicos de la cabeza, la mano y el torso en diagramas arquitectónicos de lugares, calles y almacenes¹⁹ necesitaban la escritura para procesar la transmisión y el almacenamiento de sus datos. Este establecimiento de un área unificada se refleja en los textos mismos como una espacialización del habla: desde sus mismos comienzos la escritura ha producido listas sin contexto que no contienen huellas de redes de comunicación oral o escrita, pero por esta misma razón no tienen ya ningún equivalente en las situaciones cotidianas.²⁰

En cambio, los puestos de avanzada más allá del área unificada—en otras palabras, la fundación de los imperios—sólo se hicieron posibles cuando los estados, tanto en el mundo antiguo como en el moderno, tomaron el control de los guerreros portadores de mensajes y cuando, además, tras cruzar dos razas de caballos en el mundo antiguo, alrededor de 1200 AC, los mensajeros y los guerreros adquirieron mayor movilidad.²¹ En la época clásica, “no había”, según las palabras inmortales de Herodoto, “nada más veloz sobre la tierra” que la alianza de medios que, bajo los Acaménidas, combinaba el Camino Real persa con un servicio de mensajeros y postas para llevar “mensajes urgentes al trote ligero, a pesar de cualquier adversidad natural, de jinete a jinete, de posta a posta”.²² Angareión, el nombre persa de este correo militar, es la raíz de la palabra griega que significa mensajero y, por consiguiente, de todos los ángeles cristianos.

La polis griega no tenía más que la escritura para contraponer a un imperio de las comunicaciones como el Persa, pero, a diferencia de las burocracias orientales, era completamente propensa a la oralidad. En primer lugar, el alfabeto griego (a partir de necesidades indo-europeas y porque se desarrolló en el curso del intercambio comercial y de la traducción con la escritura consonante semítica) convirtió a las consonantes redundantes en vocales, desarrollando así el primer análisis total de una lengua hablada—y, en principio, de todas.²³ El hecho de que los signos de las vocales codificaron por primera vez elementos músico-prosódicos del habla permitió una notación musical y, en la escuela pitagórica, por la simple razón de que las letras griegas también tenían valores numéricos,²⁴ una matematización de la música en la medida en que esta siguió siendo una cuestión de intervalos.

En segundo lugar, el progreso triunfal del alfabeto vocálico parece ser menos el resultado de un sobrestimado grado de innovación que de la falta de ambigüedad en la asignación de los fonemas. Esto minimizó el esfuerzo requerido para lograr la alfabetización y por lo tanto transfirió los secretos del palacio y

16. Schenkel (1983), p. 53-59.

17. Assmann (1983), p. 80-88.

18. Wittfagel (1962).

19. Leroi-Gourhon (1980), p. 228.

20. Gaady (1977), p. 86ss.

21. Innis (1950), p. 71.

22. Herodoto, Hist. VIII, p. 98.

23. Lohmann (1980), p. 168-74.

24. Dornseiff (1922), p. 13.

del templo al dominio público.²⁵ Para la literatura fue posible incorporar, en primer lugar, la mnemotecnia oral (como las melodías y las rapsodias) y, más tarde, también la prosa.²⁶ Los tiranos atenienses fundaron la primera biblioteca pública; el ratón de biblioteca Eurípides se convirtió en el “primer gran lector” entre los escritores.²⁷

Estos rollos antiguos tomaron su nombre bíblico de una ciudad exportadora de papiro en Fenicia cuyo lugar pasó a ser ocupado alrededor de 500 AC por el delta del Nilo. También el imperio romano, después de conquistar Egipto, basó su red de mando—pues eso era el imperio—en una combinación de mensajeros a caballo, carreteras militares fortificadas y papiro fácilmente transportable. El imperio, en otras palabras, combinaba los mecanismos de transmisión despóticos con un alfabeto democrático. El *cursus publicus* establecido por Augusto, con estaciones de alojamiento a cada 40 kilómetros y postas de relevo a cada 12 kilómetros exclusivas para oficiales y legiones,²⁸ se convirtió, a pesar de esto, o precisamente por esta razón, en el punto de cristalización para las ciudades europeas. Combinado con la telegrafía a señales en las fronteras susceptibles, un servicio postal, que era más veloz que los barcos más veloces y no sería sobrepasado hasta la época de Napoleón, transmitía el poder imperial como tal: “Caesarum est per orbem terrae litteras missitare”,²⁹ como quiere un escritor romano tardío—“La función del emperador es enviar órdenes escritas alrededor del mundo”. En comparación con este medio de transmisión perfecta para ese mundo y la distribución de la hoja informativa del César en la ciudad de Roma, el almacenamiento de datos —aún cuando había un *officium sacrae memoriae* imperial desde Adriano—se mantuvo técnicamente retrasado.

Si bien el papiro es liviano, también es frágil y temporario. Sólo podía ser almacenado en rollos y leído con las dos manos. En la opinión de Alan Turing, el primer teórico de la computación, “debe haber tomado cierto tiempo buscar referencias en esos volúmenes”.³⁰ No fue sino hasta la llegada del código en pergamino, usado por primera vez por la biblioteca de Pérgamo para sortear el monopolio egipcio del papiro, y por los cristianos a partir 140 AD, que la indexación por ubicación, hojas y finalmente páginas se hizo posible. Los libros, que eran duraderos, podían borrarse (como en el palimpsesto) y eran direccionables con páginas especiales (los índices) justificaban el mayor peso y costo. Desacoplaron la lectura cada vez más rápida de la laboriosidad y lentitud de la oralidad. Cuando el obispo Ambrosio de Milán (según el testimonio de su discípulo más conocido) leía un código “sus ojos barrían las páginas extrayendo la esencia del significado mientras que él permanecía en silencio”.³¹ En el código, la escritura transportable, direccionable e interpretable de los antiguos nómadas, los judíos y los árabes derrotaron la inmovilidad de las estatuas y los templos de los dioses.

La decadencia del *cursus publicus* y la incorporación de Egipto al islam, que también condujo a la destrucción de la gran biblioteca antigua, desconectó a Europa occidental de las importaciones de papiro. Lo que quedó fue el pergamino, un producto agrícola sobre el cual los monjes estaban limitados a copiar la censurada versión cristiana de lo que estaba contenido en los papiros, mientras que en el imperio bizantino el flujo de órdenes escritas de todos los emperadores pasados cuajó en el Código de Justiniano. Por medio de esos acercamientos o compresiones del tiempo se hizo posible que tuviera lugar un *translatio studii*; pero el *translatio imperii* suponía nuevos órdenes de distancia y por lo tanto superficies de escritura más accesibles.

25. Vernant (1962), p. 1-3.

26. Havelack (1962), p. 32.

27. Nietzsche (1922-28), V 218.

28. Sueton, Augustus, p. 49.

29. Fronio, cit. en Riepl (1913), p. 241.

30. Turing (1987), p. 187.

31. Augushn, Conf. VI 3.

En el siglo XIII, el papel, importado de China a través de Bagdad, llegó a Europa, donde siguió su desarrollo hasta convertirse en papel entelado en las ciudades en las que se comerciaban géneros y en los nuevos molinos de viento y de agua. Esta superficie de escritura fue fundamental para el surgimiento de las universidades que, con sus departamentos de copia de libros y redes postales, rompió el monopolio de almacenamiento de los monasterios. Y a mismo tiempo fue fundamental, en combinación con el sistema numérico indio importado a través de Arabia, para el surgimiento de las ciudades comerciales.³² Lo importante en este contexto no fue simplemente la bien conocida invención de la contabilidad de doble entrada sino, sobre todo, una notación matemática que por primera vez permitió la independencia de una cantidad de lenguajes ordinarios.

Cuando los griegos sumaban dos números decían *kai* y los romanos *et*; pero, desde el siglo XV tenemos el más y el menos, tan mudos como internacionales, como signos para las operaciones matemáticas.

2. Impresión

La invención de Gutenberg de la imprenta de tipos móviles se desarrolló a partir de los sellos para los lomos de los libros que, en contraste con sus antecesores en China y Corea, funcionaban tanto alfabéticamente como (después de la desaparición de las ligaduras) discretamente, no fue tal vez una revolución de la magnitud del código, pero satisfizo la demanda despertada por el papel. Como “primera línea de montaje en la historia de la tecnología”,³³ la imprenta potenció la capacidad de procesamiento de datos de los libros. Puesto que, en contraste con las copias manuales, todas las copias de una edición tenían los mismos textos, xilografías y grabados en los mismos lugares, podía accederse a ellos por medio de índices unificados y, por primera vez, alfabéticos. Este direccionamiento que utiliza números de páginas, títulos y, desde Leibniz, catálogos de biblioteca alfabéticos,³⁴ puso a la ciencia, en tanto sistema de comunicación, como base de referencia, mientras que las ilustraciones de libros sin errores de copiado constituyeron la base de la ingeniería.³⁵ No sin razón pudo Vasari jactarse de que Italia había descubierto la perspectiva, ya que esto permitió la producción de dibujos técnicamente precisos en el mismo año en que Gutenberg inventó la tipografía.

Los nuevos medios no convierten en obsoletos a los medios anteriores; les asignan otro lugar en el sistema. De este modo, puesto que la imprenta ahora reproducía como literatura y ficciones de los autores las actuaciones retórico-musicales en los torneos, las técnicas físicas de estos torneos parecen haberse transmutado (según la tesis de Gumbrecht) en disciplinas silenciosas y mensurables.³⁶ Igualmente, fue sólo gracias a un desarrollo dentro de la tipografía que afloró el valor intrínseco de la escritura manuscrita, la individualidad de la mano tomó el lugar de los sellos en las cartas y documentos, que pasaron al campo del sistema estatal de correos y la policía. Siguiendo la configuración del sistema imperial romano, el primer sistema estatal de correos de la modernidad temprana estaba todavía reservado para las redes militares y diplomáticas y una criptografía que surgió con la codificación algebraica de números y signos alfabéticos realizada por Vieta lo protegía de la interceptación.³⁷ Por otra parte, los estados territoriales, controlados en gran parte por el correo y las armas, abrieron sus redes a un tráfico privado que también monopolizaron por medio de su derecho soberano de correos. Cuando, después del año 1600, fueron incluidos en la red postal pública quienes enviaban correspondencia comercial, nacieron los diarios y periódicos; en 1650, cuando el transporte de personas fue también incluido, se establecieron las redes de carruajes postales como un

32 Innis (1950), p. 126-140.

33. Ong (1987), 1 19.

34. Vorstius/Joost (1977), p. 30-46.

35. Eisenstein (1979), p. 153.

36. Gumbrecht (1988), p. 42ss.

37. Kahn (1967).

servicio programado.³⁸ Sin embargo, la frecuentemente citada transformación estructural de la esfera pública, de la aristocrática a la de clase media, cuyos viajes y cartas, panfletos impresos y críticas en periódicos supuestamente debilitaron el viejo sistema poder de Europa, nunca tuvo lugar.³⁹ Incluso cuando no era constantemente controlada por medio de los gabinetes secretos y la censura de lo impreso, la esfera pública de clase media siguió siendo un artefacto de los estados mercantiles, cuya nueva oficina postal proveía la mitad del presupuesto y la mitad de las arcas para la guerra.⁴⁰ Sólo en la intimidad de los círculos familiares la “adicción a la lectura” del así llamado público⁴¹ promovió un aumento récord de la producción literaria en idioma nacional que compensó la “pérdida de la sensualidad”⁴² con los efectos virtuales sobre los sentidos de los lectores, presagiando así a las futuras tecnologías de medios.⁴³

Esta mediatización de la palabra impresa se fundaba presumiblemente en una lectura ligera rutinaria que ya no era un privilegio de la élite, como en la época de San Ambrosio, sino que allanó el camino para la democracia por medio de la escolarización compulsiva y la alfabetización general. Pero precisamente esta lectura sin esfuerzo disparó un nuevo problema sistémico. Puesto que, a diferencia de los códigos de pergamino, los libros impresos son dispositivos de almacenamiento que no tienen posibilidades de ser borrados, no había, alrededor del año 1800 (por citar a Fichte), “ninguna rama del conocimiento para la cual no estuviese disponible un exceso de libros”.⁴⁴ En consecuencia, la literatura y la ciencia tuvieron que poner al día sus técnicas de transmisión y recepción: se alejaron de la literalidad de las citas de la élite académica y la mnemotecnica retórica, para aproximarse a una perspectiva interpretativa que redujo la cantidad de datos impresos a su esencia, en otras palabras, a una cantidad menor de datos. Las consecuencias para el sistema de comunicación en que consiste la ciencia fueron, a partir de la reforma de Humboldt, las conferencias sin libros de texto, los seminarios como ejercicios de interpretación y el surgimiento de universidades de una filosofía cuyo “espíritu” absoluto preservó sólo la “remembranza” de todas las formas anteriores de conocimiento y de sus propios libro de textos, convirtiéndose así en la “silueta” hermenéutica de la totalidad de los libros.⁴⁵

En el mundo real esta mediatización de la escritura llegó a ser su revolución industrial. En lugar de las combinaciones enumerables de Gutenberg llegó, también en términos prácticos, un cálculo de infinitos: un sinnúmero de máquinas de papel reemplazaron, hacia 1800, los formatos discretos y las páginas moldeadas; la pulpa de papel de los aparentemente interminables bosques de América, esta base material de todos los materiales impresos desde 1850, fue convertida en folletines. Y finalmente la máquina de escribir y la linotipia nivelaron, desde 1880, la diferencia entre escritura e imprenta,⁴⁶ abriendo así las compuertas de la literatura moderna.⁴⁷ Fue Mallarmé quien por primera vez ofreció la solución de reducir la literatura a su significado léxico, las veintisiete letras, y de esta manera no competir de ninguna manera con los otros medios.

B. Medios Técnicos

A diferencia de la escritura, los medios técnicos no utilizan un código del lenguaje de todos los días. Hacen uso de procesos físicos que son más veloces que la percepción humana y que sólo pueden formularse en el

38. Beyrer (1985), p. 54.

39. Habermas (1971), p. 28-61.

40. Voigt (1965-73), 11/848.

41. Schenda (1970).

42. Schon (1987).

43. Kittler (1987).

44. Fichte (1845), VIII 98.

45. Hegel (1952), p. 564 y 27.

46. McLuhan (1968), p. 283.

47. Kenner (1987).

código de la matemática moderna.

1. Telegrafía y tecnología analógica

Es de por sí evidente que siempre debe haber habido medios técnicos puesto que cualquier envío de señales utilizando medios acústicos o visuales es en sí mismo técnico. Sin embargo, en la época pre-industrial canales como las señales de humo o la telegrafía basada en fuego, que explotaban la velocidad de la luz, o los telégrafos de la selva y las cadenas de llamados que usaban la velocidad del sonido sólo eran subsistemas de un lenguaje cotidiano. La señal del faro de Troya a Micenas con la que Esquilo presenta el género literario de la tragedia anunció en un solo bit la caída de la fortaleza sitiada, aunque esto dependió de un acuerdo previo.⁴⁸ Por otra parte, sigue siendo dudoso que una forma de telegrafía que, según Polibio, era capaz de codificar el alfabeto griego en cinco por cinco señales de luces y de este modo transmitir conjuntos aleatorios, haya sido puesta en servicio.⁴⁹

Velocidades de la información que excedían el máximo potencial de la escritura se consiguieron por primera vez como resultado de la necesidad del flujo de mandos en los ejércitos resultantes de la conscripción masiva y las guerras que se peleaban con armas estandarizadas. Lo mismo ocurrió a Lakanal, el político que otorgó a la Francia revolucionaria de 1793 un sistema de educación primaria y una ley de derecho de autor para la literatura, persuadió, un año más tarde, a la asamblea nacional para que construyera líneas de telegrafía óptica. Como razón oficial para esta revolución se utilizó el argumento de que, en los estados-nación extensos, sólo el telégrafo óptico de Chappe podría hacer posible ese proceso de elección democrática que, como sabemos, Rousseau había tomado de la ciudad-estado de Ginebra. Sin embargo, con Napoleón un uso menos público pero exclusivo de la red de telégrafo óptico dio origen a una estrategia que finalmente hizo que las guerras salieran de la edad de piedra en el flujo de mandos. Divisiones que operaban independientemente fueron capaces de luchar en varios frentes al mismo tiempo gracias a que los recientemente creados estados mayores usaron el telégrafo para imponer su conocimiento cartográfico sobre el terreno real.⁵⁰

La telegrafía separó de este modo el público literario y el secreto militar en el mismo momento histórico, ya que la esfera de lo público fue transferida de las élites a poblaciones enteras. Una nueva élite de las escuelas de ingeniería y los estados mayores finalmente descubrió, en la guerra de 1809, el nuevo (desde el punto de vista de sus propósitos e intenciones) medio secreto de la electricidad. Al desplazarse la telegrafía desde la óptica a la corriente continua no sólo desaparecieron las estaciones de relevo humanas, y por lo tanto poco fiables, sino también desapareció la suma total de 98 signos de Claude Chappe. El código Morse, con sus puntos, líneas y pausas, puso en práctica una economía de signos que previamente se le había ocurrido a Leibniz en la teoría expresamente tipográfica bajo la forma del código binario.⁵¹ El telégrafo eléctrico, optimizado a partir de la frecuencia de letras y cobrado por cantidad de palabras, fue el primer paso en el camino hacia la tecnología de la información.

También desde el punto de vista de la organización y la tecnología, la telegrafía tuvo repercusiones a nivel mundial. Por primerísima vez, la información se desacopló, bajo la forma de flujo sin masa de ondas electromagnéticas, de la comunicación. El control telegráfico remoto a través de la línea terrestre hizo posible una red de ferrocarril sistemática.⁵² Los ferrocarriles hicieron posible un tráfico acelerado de bienes y personas⁵³ que, desde la Guerra Civil estadounidense en adelante, estuvo sujeto también, para fines

48. Aischylos, Agamemnon, V p. 281-316.

49. Riepl (1913), p. 91-106.

50. Oberliesen (1982), p. 44-62.

51. Cajori, (1928-29), II p. 182-85.

52. Schivelbusch (1977), p. 32-34.

53. Knies (1857), p. 16 19.

militares, al comando telegráfico.⁵⁴ Sin embargo, bajo la forma de tráfico de bienes y personas, el correo perdió dos de sus funciones tradicionales. Fue forzado a convertirse en tecnología de la información pura, basada en los principios de los números de casas y buzones, el pago anticipado con estampillas y la unión postal mundial.⁵⁵

Esta separación del terreno, cuyas distancias están (como en la topología matemática) en contraste con todos los sistemas postales premodernos, ya no se calculan porque sólo cuenta la velocidad absoluta, trajo la internacionalización: desde los reportes de la bolsa sobre el comercio mundial y las agencias telegráficas de la prensa mundial, a los imperios coloniales que, como el Imperio Británico, se basaban en una “flota de disuasión” y por consiguiente en un monopolio global de los cables submarinos.⁵⁶

Las repercusiones técnicas de la telegrafía como tiempo de información convertido en discreto fueron invenciones significativas que paradójicamente también procesaban con precisión las fuentes continuas de señales. De ellas pasará por alto el medio analógico de la fotografía, que requiere un tratamiento aparte, y mencionaré sólo el teléfono, el disco de gramófono y el cine.

El teléfono de Bell, la patente más lucrativa de todos los tiempos, nació en 1876, no en su función más conocida, sino durante un intento de transmitir varios mensajes a través de un mismo cable de telégrafo al mismo tiempo. Exactamente de la misma manera, un año más tarde el fonógrafo de Edison surgió como un derivado de un intento de aumentar el rendimiento de los cables de telégrafo. Y, por último, las fotografías científicas en serie de Muybridge que, en 1895, después de la invención de la cruz de Malta y el celuloide, allanaron el camino para el cine, fueron motivadas por relés de telégrafo eléctrico.

Las películas y el gramófono, esos competidores de los fonógrafos de Edison reproducibles en masa, hicieron posible el almacenamiento de datos ópticos y acústicos. Puesto que los medios analógicos excedieron, primero mecánicamente y después eléctricamente, los umbrales perceptivos determinados por Fechner, pueden reconocer en los fonemas del habla y en los intervalos musicales—que es donde se había detenido el análisis Griego de los últimos elementos alfabéticos—complejas mezclas de frecuencias que están abiertas a nuevos análisis, incluyendo el análisis matemático a partir de Fourier. El fundamental concepto moderno de frecuencia,⁵⁷ que desde Euler gobierna el cálculo probabilidades, tanto la música como la óptica, ha sustituido al arte por los medios técnicos.

Esta física en el proceso de simulación de lo real ya no toma como modelo el proceso de recepción de una mnemónica o de una pedagogía basada en el lenguaje, sino una fisiología sensorial que ha garantizado a los medios su éxito mundial y, gracias a la medida de la información de Shannon, el cálculo de su éxito.⁵⁸ Al mismo tiempo, ha surgido una brecha de conocimiento entre, por un lado, los efectos inconscientes de los medios y, por otro, los impulsos innovadores (que desde el primer laboratorio de Edison son también predecibles) que, no obstante la participación de las mujeres en la operación del telégrafo, el teléfono y la máquina de escribir,⁵⁹ es perjudicial para el desarrollo general de la alfabetización y descarta absolutamente la comunicación acerca de la comunicación.

Las ecuaciones del campo electromagnético de Maxwell y su comprobación experimental por Heinrich Hertz ocuparon un papel prominente en este punto de inflexión, cuyo significado probablemente sólo puede

54. Blum (1939), p. 73.

55. Véase Derrida (1982).

56. Kennedy (1979), p. 75-97.

57. Hacking (1975).

58. Beck (1974), p. 37ss.

59. Faulstich-Wieland/Horstkemper (1987).

igualar a la invención de la escritura.⁶⁰ Los canales no materiales existen desde la navidad de 1906, cuando el radiotransmisor de Fessenden transmitió a medida que ocurrían eventos aleatorios de baja frecuencia como modulación de amplitud o de frecuencia de una frecuencia alta. Desde 1906, cuando de Forest desarrolló, a partir de la bombilla de luz de Edison, la válvula controlable, la información ha estado abierta a todo tipo de amplificación y manipulación. La radio a válvulas, desarrollada como telefonía inalámbrica para romper el monopolio imperial del cable, llegó primero que nada a los sistemas de armamentos de la Primera Guerra Mundial, el aeroplano y el tanque, a la vez móviles y manejables por control remoto⁶¹, y, después del fin de la guerra, se extendió a las poblaciones civiles.⁶²

Bajo la apariencia de una “segunda oralidad”,⁶³ puenteando la palabra escrita, la radio tuvo el efecto de estandarizar los lenguajes no escritos, principalmente por medio de la transmisión de onda corta de alcance mundial,⁶⁴ lo que permitió transformar a asociaciones tribales colonizadas en naciones independientes.⁶⁵ De la misma manera, el teléfono, en su progreso del sistema de discado directo desde los multiplexores de frecuencia hasta los enlaces satelitales, ha hecho posible las redes no-jerárquicas, primero en las ciudades y finalmente en la “aldea global”.⁶⁶ Sin embargo las longitudes de onda de acceso público, a pesar de su crítico hacinamiento,⁶⁷ siguen siendo sólo una pequeña parte de un espectro de frecuencias que va desde la radiodifusión en onda larga hasta las ondas de radar del orden del decímetro, sobre el cual los gobiernos y los militares ejercen funciones de control y los servicios secretos pinchan bandas de frecuencia.⁶⁸

La electrificación del ingreso de datos sensoriales por medio de transductores y sensores permitió a la industria del entretenimiento acoplar los datos de almacenamiento analógicos, primero entre sí y luego con los medios de transmisión. Las películas sonoras combinaban memorias ópticas y acústicas; la radio, antes de la introducción de la grabadora a cinta, transmitía principalmente discos de gramófono; los primeros sistemas de televisión, antes del desarrollo de las cámaras electrónicas, escaneaban largometrajes. Así, el contenido de los medios de entretenimiento siempre es otro medio que, de esta manera, ayudan a promover.

Pero todos estos acoplamientos de tecnologías que ya están individualmente estandarizadas, aún cuando han dado origen a formas estéticas, desde el radioteatro y la música electrónica hasta el videoclip, tienen una deficiencia decisiva: no existe un estándar general que regule su control y su traducción recíproca. Este es precisamente el punto en el cual los héroes y las heroínas de la teoría de los medios de Benjamin vinieron al rescate en la forma de editores de estudios cinematográficos e ingenieros de sonido, con sus técnicas de montaje famosas pero estrictamente manuales.⁶⁹ La obsolescencia de esta intervención humana y la automatización de un estándar general quedó reservada para la tecnología digital.

2. Tecnología digital

La tecnología digital funciona como un abecedario pero se basa en números. Reemplaza las funciones continuas en las que los medios analógicos transforman los datos ingresados, que también son por lo

60. Leroi-Gourhan (1980), p. 265-70.

61. Virilio (1986).

62. Lerg (1970).

63. Ong (1987), p. 136.

64. Schwipps (1971), p. 29.

65. Innis (1950), p. 169.

66. McLuhan (1968).

67. Beck (1974), p. 38-42.

68. Bamford (1986).

69. Benjamin (1972-85), 1/2 p. 495ss.

general continuos, por muestreos discretos a intervalos de tiempo tan equidistantes como sea posible, de la misma manera que las 24 exposiciones por segundo del cine, o que la pantalla de televisión de Nipkow hacía antes a una frecuencia mucho más alta. Esta medición, seguida del análisis en el sistema de numeración binario, es el requisito previo para un estándar general de los medios.

Según el teorema de muestreo de Nyquist y Shannon, cualquier y todas las formas de señal provistas en su rango de frecuencias, limitadas intrínsecamente o por medio de filtros, puede ser reconstruida biunívocamente a partir de valores de muestreo de una frecuencia al menos dos veces superior.⁷⁰ El ruido de cuantificación que necesariamente aparece en el proceso puede también, a diferencia del ruido determinado físicamente de los sistemas analógicos, minimizarse tanto como se desee simplemente porque obedece las leyes de un sistema digital.⁷¹

Fue en 1936 que la máquina discreta universal de Turing enunció el principio de toda la tecnología digital. Extrapolando o reduciendo la igualmente discreta máquina de escribir,⁷² consistía simplemente en una cinta de papel continua, basada en una idea que se remonta al año 1800. En esta "máquina de papel" para almacenar datos, un cabezal que escribe/lee/borra para el procesamiento de datos podía escribir los signos binarios 0 y 1 mientras que un aparato para transportar datos hacía posible acceder a los signos contiguos a derecha e izquierda. Turing demostró, sin embargo, que esta máquina elemental, pues en contraste con el ruidoso universo de Laplace conoce una cantidad finita de estados, no sólo es igual a cualquier matemático sino que resuelve todos los problemas matemáticos decidibles (en el sentido de Hilbert) a partir de simular cualquier otra máquina correctamente programada.⁷³

De esta manera, la máquina de Turing, en su universalidad, llevó a su conclusión todos los desarrollos para el almacenamiento, la indexación y el procesamiento tanto de datos alfabéticos como numéricos. En el campo alfabético esta novedad había llevado de las listas y catálogos, pasando por la intexación por medio de tarjetas de la cual habían surgido hacia el año 1800 la literatura de Jean Paul y la filosofía de Hegel,⁷⁴ hasta la máquina de Hollerith del censo estadounidense de 1890.⁷⁵ En el campo numérico un desarrollo paralelo había llevado de la calculadora de Schickard para los cuatro tipos básicos de cálculo, pasando por el telar programable de Jacquard,⁷⁶ hasta las computadoras pioneras de Babbage, cuyo motor diferencial de 1822 redujo la pérdida de tiempo del desarrollo de series en trigonometría y balística a ecuaciones diferenciales recurrentes, mientras que el motor analítico que planeó más adelante tenía como propósito hacer calculable todo el análisis con órdenes de salto condicionales.⁷⁷ Sin embargo, para lograr la universalidad alfanumérica de las máquinas de Turing, las computadoras alias, las dos líneas de desarrollo debían ser reunidas por el álgebra lógica de Boole y el teorema de la incompletud de Goedel, que hicieron a los enunciados y los axiomas tan manipulables como los números.

La máquina de Turing de 1936 era infinitamente lenta, su cinta de papel infinitamente larga y por lo tanto inexistente. Por el contrario, la computadora, su sucesora técnica, es un milagro de la economía del tiempo y el espacio requeridos por las exigencias de la Segunda Guerra Mundial. Al mismo tiempo que Shannon demostraba que relés simples conectados en serie o en paralelo pueden automatizar todas las operaciones del álgebra de Boole,⁷⁸ Zuse construía las primeras computadoras experimentales para la Luftwaffe a partir

70. Shannon (1949a), p. 11ss.

71. von Neumann (1967), p. 146ss.

72. Hodges (1983), p. 96.

73. Turing (1987), p. 17-60 y 157ss.

74. Rosenkranz (1844), p. 15.

75. Oberliesen (1982), p. 212-48.

76. Coy (1985), p. 43-48.

77. Hyman (1986), p. 191-279.

78. Shannan (1938), p. 713-23.

de relés de telégrafo, mientras que el departamento de criptografía de la Wehrmacht rechazaba sus ofertas de automatización.⁷⁹ En cambio, a fines de 1947 el servicio secreto británico inventó computadoras basadas en tubos sobremodulados para el decisivo criptoanálisis creado por Turing para analizar el mismo tráfico secreto de radio VHF que había hecho posible la guerra relámpago alemana.⁸⁰ Finalmente, en 1945, John von Neumann diseñó la arquitectura, ahora común, de computadoras secuenciales pero capaces de velocidades de microsegundos para la planeada bomba estadounidense de uranio cuya velocidad de explosión estableció nuevos estándares en la medición del tiempo.⁸¹

El diseño de von Neumann postulaba los siguientes tres elementos del sistema:

- Primero, una unidad central de procesamiento para procesar mediante una orden-control los datos alfanuméricos ya sea por medio de reglas matemáticas o lógicas;
- Segundo, una memoria de lectura-escritura para los datos variables y una memoria de sólo lectura para las órdenes programadas;
- Tercero, un sistema de bus para la transmisión secuencial de todos estos datos y órdenes, biunívocamente indicados a través de direcciones binarias por medio de páginas y columnas.

Con estas tres partes las máquinas de von Neumann articulaban la estructura fundamental de la tecnología de la información como una interrelación fundamental de elementos de hardware. Aún cuando su entorno suministre datos alfabéticos o numéricos, es decir, valores escritos o generados por medios, todas las órdenes, datos y direcciones se representan internamente por medio de números binarios. La distinción clásica entre funciones y argumentos, operadores y valores numéricos se ha hecho permeable. Sin embargo, es precisamente esta ruptura del alfabeto lo que también permite que las operaciones sean aplicadas a operaciones y que las ramificaciones sean automatizadas. Por lo cual las computadoras comprenden, en principio, a todos los otros medios y pueden subordinar los datos de estos a los procedimientos matemáticos de procesamiento de señales.⁸²

El volumen del flujo de datos y el tiempo de acceso dependen solamente de parámetros físicos. Desde 1948, cuando el transistor reemplazó a las válvulas y los circuitos impresos de la Segunda Guerra Mundial, y desde 1968, cuando los circuitos integrados reemplazaron al transistor individual, reduciendo en cada caso diez veces los requerimientos de tiempo y espacio, los análisis en tiempo real y las síntesis de flujos de datos unidimensionales (por ejemplo, del habla o la música) dejaron de ser un problema.⁸³ De este modo, el ingeniero en sonidos puede irse a su casa. Sin embargo, para el procesamiento multidimensional de señales en tiempo real, como se requiere en las imágenes de televisión o en las animaciones de computadora, la arquitectura de von Neumann se convierte en un cuello de botella. Por esta razón, ahora se utilizan grandes cantidades de computadoras en paralelo y ya están desarrollándose circuitos biológicos y ópticos, que son necesarios especialmente para la simulación de las funciones cerebrales. No falta mucho para que llegue el día en que el procesamiento de señales alcance los límites viabilidad física.⁸⁴

Este límite absoluto es donde la historia de las tecnologías de comunicación llegará literalmente a su fin. Desde el punto de vista teórico queda la pregunta sobre qué lógica habrá obedecido esta conclusión. De

79. Zuse (1984), p. 51ss.

80. Hades (1983), p. 267-88.

81. Hagen (1989).

82. Rabiner/Gold (1975).

83. Sickert (1983), p. 117-220.

84. Cambers (1985).

Freud⁸⁵ a McLuhan, la respuesta clásica a esto era un sujeto genérico—la humanidad, que ante un mundo indiferente o interferente habría exteriorizado en prótesis técnicas, primero, su interfaz motriz y sensorial y, finalmente, su inteligencia. Sin embargo, si la matematización de la información de Shannon se apoya en su “idea fundamental” de inferir, por medio de una transferencia conceptual, la “eficiencia de la información en una transmisión congestionada” de su eficiencia criptoanalítica,⁸⁶ la interferencia sólo sería comprensible como las intervenciones de una inteligencia hostil, y la historia de las tecnologías de la comunicación como una serie de escalamientos estratégicos. Sin la referencia al individuo o a la humanidad, las tecnologías de comunicación se habrán superado entre sí hasta que finalmente una inteligencia artificial proceda a interceptar posibles inteligencias en el espacio.⁸⁷

Bibliografía

- Assmann, Jan, Schrift Tod und Identität. Das Grab als Vorschule der Literatur im alten Ägypten. En: Assmann, Aleida und Jan/Hardmeier, Christof (Hrsg.) Schrift und Gedächtnis. Beiträge zur Archäologie der literarischen Kommunikation 1. München, 1983, 64-93.
- Bamford, James. NSA. Amerikas geheimster Nachrichtendienst Zürich/Wiesbaden, 1986.
- Beck Arnod H. Worte und Welen. Geschichte und Technik der Nachrichtenubermittlung Frankfurt/M, 1974.
- Bell, D.A. Information theory and its engineering applications 3 Aufl. New York/Toronto/London, 1955.
- Benjamin, Walter Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit Zweite Fassung. En: Gesammelte Schriften hrsg. v. Tiedemann Rolf/Schwepphauer Hermann. Frankfurt/M. 1972-85 Bd 1 2 471-508.
- Beyrer, Klaus, Die Postkutschenreise. Tübingen, 1985. (Untersuchungen des Ludwig-Uhland-Instituts der Universität Tübingen im Auftrag der Tübinger Vereinigung für Volkskunde hrsg. v Hermann Bausinbert Bd 66).
- Blake, George G., History of radio telegraphy and telephony. London 1928.
- Blum, Prof. Dr. Ing. e.h., Das neuzeitliche Verkehrswesen im Dienste der Kriegsführung. En: Jahrbuch für Wehrpolitik und Wehrwissenschaften, 1939, 73-92.
- Cajori, Florian, A History of mathematica notations. I. Chicago 1928 II. Chicago, 1929.
- Chambers, William G., Basics of communication and coding. Oxford, 1985.
- Coy, Wolfgang, Industrieroboter. Zur Archäologie der zweiten Schöpfung. Berlin, 1985.
- Derrida, Jacques, Die Postkarte von Sokrates bis an Freud und jenseits. I. Berlin, 1982.
- Dornseiff, Franz, Das Alphabet in Mystik und Magie. 1. Aufl. Leipzig 1922.
- Eisenstein, Elizabeth, The printing press as an agent of change. Communications and cultural transformations in early-modern Europe 2 Bde. New York 1979.
- Foulstich-Wieland, Hannelore/Horstkemper, Marianne, Der Weg zur modernen Buerokommunikation. Historische Aspekte des Verhältnisses von Frauen und neuen Technologien Bielefeld 1987. (Materialien zur Frauenforschung Bd.4).
- Fichte, Johann Gottlieb, Deducierter Plan einer zu Berlin zu errichtenden höheren Lehranstalt. (1817) En: Samtliche Werke hrsg. v. Immanuel Hermann Fichte. Berlin, 1845 Bd VIII 97-203.
- Freud, Sigmund, Das Unbehagen in der Kultur. En: Gesammelte Werke chronologisch geordnet. London/Frankfurt/M. 1940/68 Bd. XIV 419-506.
- Goody, Jack, The domestication of the savage mind. Cambridge 1977.
- Gumbrecht, Hans Ulrich, Beginn von 'Literatur'/Abschied vom Körper? En: Smolka-Koerdt Giesela/Spangenberg, Peter M /Tillmann- Barylla, Dagmar (Hrsg), Der Ursprung von Literatur Medien Rollen und Kommunikationssituationen zwischen 1450 und 1650. München, 1988, 15-50.
- Habermas, Juergen, Strukturwandel der Öffentlichkeit. Untersuchungen zu einer Kategorie der bürgerlichen Gesellschaft 5. Aufl. Neuwied/Berlin, 1971.

85. Freud (1940-68), p. XIV-449ss.

86. Hagemeyer (1979), p. 434.

87. Posner (1984), p. 198-202.

- Hacking, Ian, The emergence of probability. A philosophical study of early ideas about probability induction and statistical inference Cambridge/London/New York/New Rochelle/Melbourne/Sidney, 1975.
- Hagemeyer, Friedrich-Wilhelm, Die Entstehung von Informationskonzepten in der Nachrichtentechnik. Eine Fallstudie zur Theoriebildung in der Technik in Industrie- und Kriegsforschung. Diss. (mosch.) FU Berlin, 1979.
- Hagen, Wolfgang, Die verlorene Schrift. Ueber digitales Schreiben an Computern. Erscheint in: Kittler, Friedrich A./Tholen, Georg Christoph (Hrsg. Arsenal der Seele. Literatur und Medienanalyse seit 1870 Muenchen, 1989.
- Havelock, Eric A., The literate revolution in Greece and its cultural consequences. Princeton 1982. Hegel, Georg Wilhelm Friedrich, Phänomenologie des Geistes (1807) hrsg. v. Johannes Hoffmeister 6 Aufl. Hamburg, 1952.
- Hodges, Andrew, Allan Turing. The enigma. New York, 1983.
- Holmberg, Erik J., Zur Geschichte des cursus publicus Diss. Uppsala, 1933.
- Hyman, Anthony, Charles Babbage, 1791-1871 Philosoph Mathematiker Computerpionier. Stuttgart, 1987.
- Innis, Harold Adams, Empire and Communications. Oxford, 1950.
- Kahn, David, The codebreakers. The story of secret writing. London, 1967.
- Kennedy, Paul M., Imperial Cable Communications and Strategy 1870 1914. En: Kennedy, Paul M. (Hrsg.) The war plans of the great powers 1880-1914. London, 1979, 75-79.
- Kenner, Hugh, The mechanic muse. New York/Oxford, 1987.
- Kittler, Friedrich A., Grammophon Film Typewriter. Berlin, 1986.
- Kittler, Friedrich A., Aufschreibesysteme 1800/1900 2 Aufl Muenchen, 1987.
- Knies, Karl, Der Telegraph als Verkehrsmittel. Tübingen, 1857.
- Lerg, Winfried B., Die Entstehung des Rundfunks in Deutschland. Herkunft und Entwicklung eines publizistischen Mittels. 2. Aufl. Frankfurt/M, 1970 (Beiträge zur Geschichte des deutschen Rundfunks Bd.1).
- Lerau-Gourhan, André, Hand und Wort. Die Evolution von Technik, Sprache und Kunst. Frankfurt/M, 1980.
- Lohmann, Johannes, Die Geburt der Tragödie aus dem Geiste der Musik En: Archiv für Musikwissenschaft 37, 1980, 167-186.
- Luhmann, Niklas, Das Problem der Epochenbildung und die Evolutionstheorie. En: Gumbrecht, Hans Ulrich/Link-Heer, Ursula (Hrsg.) Epochen-schwellen und Epochenstrukturen im Diskurs der Literatur- und Sprachgeschichte. Frankfurt/M, 1985, 11-33.
- Luhmann, Niklas, Wie ist Bewusstsein an Kommunikation beteiligt? En: Gumbrecht, Hans Ulrich/Pfeifer, K. Ludwig (Hrsg.) Materialität der Kommunikation. Frankfurt/M, 1988, 884-905.
- McLuhan, Marshall, Die magischen Kanäle, Understanding Media. Düsseldorf/Wien, 1968.
- Metropolis, Nicholas Constantine/Howlet, Jack/Rota, Gian Carlo (Hrsg.) A history of computing in the twentieth century, A collection of essays. New York/London/Toronto/Sydney/San Francisco, 1980.
- Neumann, John von, Allgemeine und logische Theorie der Automaten. En: Kursbuch 8, 1967, 139-175.
- Nietzsche, Friedrich, Geschichte der griechischen Literatur. (Vorlesung Basel 1874-76) En: Sämtliche Werke. München, 1922-29 Bd V 67, 284.
- Oberliesen, Rolf, Information Boten und Signale. Geschichte technischer Informationsverarbeitung Reinbeck, 1982.
- Ong, Walter J., Oralität und Literalität. Die Technologisierung des Wortes Oploden, 1987.
- Peters, John Durham, "John Locke: the individual and the origin of communication". En: Quarterly journal of speech, August, 1989.
- Posner, Roland, Mitteilungen an die ferne Zukunft. Hintergrund Anlass Problemstellung und Resultate einer Umfrage. En: Zeitschrift für Semiotik 6 1984 195-227.
- Praun, Albert, Vernachlässigte Faktoren in der Kriegsgeschichtsschreibung. Das Nachrichtenverbindungswesen im 2. Weltkrieg ein Stiefkind der militärischen Forschung. Wehrwissenschaftliche Rundschau H.3, 1970, 137-145.
- Rabiner, Lawrence R./Gold, Bernhard, Theory and application of digital signal processing Englewood Cliffs,

1975.

- Riep, Wolfgang, Das Nachrichtenwesen des Altertums Mit besonderer Rücksicht auf die Römer
Leipzig/Berlin, 1913.
- Rasenkronz Kar Georg Wilhelm Friedrich Hegels Leben. Berlin, 1844.
- Schenda, Rudolf. Volk ohne Buch. Studien zur Sozialgeschichte der populären Lesestoffe 1770-1910.
Frankfurt/M, 1970.
- Schenkel, Wolfgang, Wozu die Ägypter eine Schrift brauchten. En: Assmann, Aleida und Jan/Hardmeier,
Christof (Hrsg.) Schrift und Gedächtnis. Zur Archäologie der literarischen Kommunikation 1.
München, 1983, 45-63.
- Schiller, Friedrich, Was heißt und zu welchem Ende studiert man Universalgeschichte? Eine akademische
Antrittsrede (Jena 1789) En: Sämtliche Werke hrsg v. Eduard von der Hellen Stuttgart/Berlin, 1904, Bd.
XIII, 3-24.
- Schivelbusch, Wolfgang, Geschichte der Eisenbahnreise. Zur Industrialisierung von Raum und Zeit im 19.
Jahrhundert München, 1977.
- Schoen, Erich, Der Verlust der Sinnlichkeit oder die Verwandlung des Lesers. Stuttgart, 1987.
- Schwiipp, Werner, Wortschlacht im Äther En: Deutsche Welle (Hrsg.) Wortschlacht im Äther Der
deutsche Auslandsrundfunk im Zweiten Weltkrieg Berlin, 1971, 11-97.
- Shannon, Claude Elwood, A symbolic analysis of relay and switching circuits. En: Transactions of the
American institute of electrical engineers 57, 1938, 713-723.
- Shannon, Claude Elwood, Communication in the presence of noise. En: Proceedings of the institute of radio
engineers, 37, 1949a, 10-21
- Shannon, Claude Elwood, Communication theory of secrecy systems. En: Bell system technical journal
1949b, 656-715.
- Sickert, Klaus (Hrsg.), Automatische Spracheingabe und Sprachausgabe. Analyse, Synthese und Erkennung
menschlicher Sprache mit digitalen Systemen. Haar, 1983.
- Stephan, Heinrich von Sater, Karl, Geschichte der deutschen Post. I. Berlin 1928 II. Berlin III. 1935. 111
Frankfurt/M, 1951.
- Turing, Allan M, Intelligence Service. Ausgewählte Schriften, hrsg v. Datzler, Bernhard/Kittler, Friedrich. Berlin,
1987.
- Von Clausewitz, Martin L., Command in War Cambridge Mass./London, 1985.
- Vernani, Jean-Pierre, Les origines de la pensée grecque. Paris, 1962.
- Virilio, Paul, Krieg und Kino Logik der Wahrnehmung. München, 1986.
- Voigt, Fritz, Verkehr. I Berlin 1973 II. Berlin, 1965.
- Vorstius, Joris/Joost, Siegfried, Grundzüge der Bibliotheksgeschichte. 7 Aufl. Wiesbaden, 1977.
- Wittfogel, Karl, Die Orientalische Despotie. Eine vergleichende Untersuchung totaler Macht. Köln/Berlin,
1962.
- Yates, Frances A., The Art of Memory. London, 1966.
- Zglinicki, Friedrich von, Der Weg des Films. Die Geschichte der Kinematographie und ihrer Vorläufer, Berlin,
1956.
- Zuse, Konrad, Der Computer. Mein Lebenswerk. 2 Aufl. Berlin/Heidelberg/New York/Tokyo, 1984.