

ES

Pensar activamente la ruptura
A/D - arqueologico-medial y
tecnoculturalmente

EN

Actively thinking the A/D fracture in
an archeological-medial and techno-
cultural way

ITA

Pensare attivamente la rottura A/D
da una prospettiva tecno-culturale e
archeologico-mediale

FRA

Penser activement la rupture A/N,
depuis une perspective archéologico-
médiale et technoculturelle

POR

Pensar ativamente a quebra A/D - do
ponto de vista da arqueologia das
mídias e tecno-cultural

Wolfgang Ernst

Traducción: Adrián Muñoz

Pensar activamente la ruptura A/D – arqueologíacomedial y tecnoculturalmente

WOLFGANG ERNST¹

Profesor titular de teoría de medios en el Instituto de Ciencia Musical y Ciencia de Medios en la Universidad Humboldt de Berlín. E-mail: sekretariat-ernst@hu-berlin.de

TRADUCTOR: ADRIÁN MUÑOZ(ARTÍCULO ORIGINAL EN ALEMÁN)²

Docente universitario. Estudios en psicología en la Universidad Nacional de Colombia y en comunicación y cultura en Weimar y Berlin, Alemania. E-mail: akefiros@riseup.net

RESUMEN (ESP)

Wolfgang Ernst define aquí lo digital por su diferencia frente a lo analógico a nivel conceptual y técnico. La arqueología medial, como método de tal deslinde, rompe con líneas de continuidad propias de la historia conceptual de la técnica y esboza un campo de análisis que lleva como hilo conductor la materialidad técnica del número, antes que la del relato; el escenario de esta historia no es el espacio de la representación, sino un intersticio de reacoplamientos permanentes entre dispositivos materiales o simbólicos que, más que representar el mundo, generan universos de realidad. Entre los hitos de este devenir cuentan la aparición del alfabeto vocalico griego, la binarización de lo discreto, su implementación como cálculo en la lógica booleana y su electrificabilidad. La producción de tiempo discreto aparece como criterio de demarcación frente a lo analógico. La digitalización de lo real se plantea no solo como el problema de la diferencia entre información y materia o energía, sino que toca con la

fundamentación de lo maquinico en lo mecánico y con la materialidad de las operaciones respectivas: diferentes concepciones de lo matemático entran en juego. Finalmente, también el campo de la producción estética se confronta con la aparición de técnicas de producción digital, tanto a nivel de la práctica y la reflexión de la experiencia estética, como respecto a la reflexión histórica de una cultura sobre la materialidad de los medios que dan forma a su presente y su pasado estéticos y la discontinuidad entre ellos.

PALABRAS CLAVE: Medialidad, digital, binario, discreto, computación, german media studies.

ABSTRACT (ENG)

Wolfgang Ernst defines digital in contraposition to analogical at the conceptual and technical level. Medial archeology, as a method for such divide, breaks the continuity of the conceptual history of technique, outlining a field of analysis whose unifying thread is the technical materiality of

- 1 Wolfgang Ernst (1959) es profesor de Teorías de Medios en la Universidad Humboldt de Berlín desde 2003 y entre 2015 y 2017 fue director del Instituto de Ciencias Musicales y de Medios en la misma universidad. Se formó en historia, arqueología y estudios clásicos en Colonia, Londres y Bochum. Actualmente es uno de los exponentes más destacados de los denominados German Media Studies. Se doctoró con una tesis sobre la historia estética de las colecciones antiguas; su tesis de habilitación se publicó con el título: *Im Namen der Geschichte: Sammeln - Speichern - (Er)Zählen. Infrastrukturelle Konfigurationen des deutschen Gedächtnisses (1806 bis an die Grenzen zur mechanischen Datenverarbeitung)* [En el nombre de la historia: reunir-almacenar-contar(narrar). Configuraciones estructurales de la memoria alemana (desde 1806 hasta los límites del procesamiento mecánico de datos)]. Entre sus publicaciones cuentan: *Das Rumoren der Archive. Ordnung aus Unordnung* [El rumor de los archivos. Orden a partir del desorden] Merve, Berlín 2002; *Das Gesetz des Gedächtnisses. Medien und Archive am Ende (des 20. Jahrhunderts)* [La ley de la memoria. Medios y archivos al final (del siglo XX)] Kadmos, Berlín 2007; *Chronopoetik. Zeitweisen und Zeitgaben technischer Medien* [Cronopoética. Intermitencias y dones de tiempo de los medios técnicos], Kadmos, Berlín, 2013; *Signale aus der Vergangenheit. Eine kleine Geschichtskritik* [Señales del pasado. Una pequeña crítica de la historia], Wilhelm Fink, Berlín 2013; *Im Medium erklingt die Zeit. Technologische Tempor(e)alitäten und das Sonische als ihre privilegierte Erkenntnisform* [En el medio resuena el tiempo. Las Tempor(e)alidades tecnológicas y lo sónico como su forma privilegiada de conocimiento], Kadmos, Berlín 2015
- 2 Artículo original: Böhne, A. y Schröter, K. (Eds.) (2004). *Analog/Digital- Opposition oder Kontinuum? Zur Theorie und Geschichte einer Unterscheidung* [Oposición o continuo análogo/digital? Sobre la teoría y la historia de una diferenciación], Bielefeld, Alemania: Transcript.

number, rather than that of the narrative; the scenario for this history is not the space of representation, but an interstice of permanent readjustments among material or symbolic devices which, rather than representing the world, generate universes of realities. Among the landmarks of this becoming are the emergence of the Greek vocalic alphabet, the binary transformation of the discrete, its implementation as calculus in the Boolean logic and its electrifiability. The production of discrete time emerges as a criterion of demarcation regarding the analogical. The digitalization of reality is conceived not only as the problem of the difference between information and matter or energy, but is related to the grounding of the machine-like and the materiality of their respective operations: different conceptions of the mathematical are at stake. Finally, also the field of aesthetic production is confronted with the emergence of techniques for digital production, both at the practical level and the reflection on aesthetic experience, and regarding the historical reflection of a culture on the materiality of the resources that shape its aesthetic present and past and the discontinuity between them.

KEYWORDS: *Mediality, digital, binary, discrete, computation, german media studies.*

RIASSUNTI (ITA)

Wolfgang Ernst definisce il *digitale* per la sua differenza in confronto all'*analogo*, sia al livello concettuale che tecnico. L'archeologia mediale, come metodo per definire i limiti, spunta con delle linee di continuità proprie della storia concettuale della tecnica, abbozzando così un ambito d'analisi che ha da filo conduttore la materialità tecnica del numero, e non del racconto; il palco scenico di questa storia non è lo spazio della ripresentazione bensì lo interstizio dei riadattamenti costanti fra dispositivi materiali oppure simbolici che, non solo rappresentano il mondo ma generano degli universi di realtà.

Le pietre miliari di questa storia, fra altre, sono l'apparizione dell'alfabeto greco, la binarizzazione del discreto, la sua implementazione come calcolo nella logica booleana e la sua elettrizzazione. La produzione di tempo discreto appare come criterio di limitazione in rapporto a l'analogico. La digitalizzazione della realtà si solleva non solo come il problema della differenza fra informazione e materia oppure energia, bensì riguarda il carattere fondamentale della natura "machinabile" della meccanica e anche la materialità delle operazioni rispettive, quindi diverse concezioni matematiche entrano qui in gioco.

Finalmente, anche l'ambito della produzione estetica si confronta con l'apparizione di tecniche della produzione digitale, sia al livello della pratica e la riflessione dell'esperienza estetica, che nell'ambito

della riflessione storica di una cultura riguardo la materialità dei beni che conformano il suo presente e il passato estetici e la non continuità fra di essi.

PAROLE CHIAVE: *Mediale, digitale, binario, discreto, computazione, German media studies.*

RÉSUMÉ (FRA)

Wolfgang Ernst définit *digital* (ou *numérique*) par sa différence avec *l'analogique* au niveau conceptuel et technique. L'archéologie des media (ou *médiale*), comme méthode pour cette délimitation, rompt avec les lignes de continuité propres de l'histoire conceptuelle de la théorie et ébauche un champ d'analyse ayant comme fil conducteur la matérialité technique du nombre, avant celle du récit ; le cadre de cette histoire n'est pas l'espace de la représentation, mais un interstice de réaccouplements permanents entre des dispositifs matériels ou symboliques qui, plus que représenter le monde, génèrent des univers de réalité. Parmi les jalons de ce devenir on a l'alphabet vocalique grec, la binarisation du discret, sa mise en œuvre comme calcul dans la logique boolienne et son électrifiabilité. La production de temps discret apparaît comme critère de démarcation avec l'analogique. La digitalisation (ou numérisation) du réel ne se pose pas seulement comme le problème de la différence entre information et matière ou énergie, elle concerne également le fondement du machinique dans le mécanique et la matérialité des opérations respectives : différentes conceptions du mathématique entrent en jeu. Enfin, dans le domaine de la production esthétique également on se voit confronté à l'apparition de techniques de production digitale, tant au niveau de la pratique et la réflexion de l'expérience esthétique que concernant la réflexion historique d'une culture sur la matérialité des media qui donnent forme à son présent et son passé esthétiques, et la discontinuité entre eux.

MOTS-CLÉS: *Médialité, digital (numérique), binaire, discret, informatique, German media studies.*

RESUMO (POR)

Wolfgang Ernst define aqui o *digital* segundo sua diferença em relação com o *analógico* no nível conceitual e técnico. A arqueología da mídia, como método para tal resolução, quebra as linhas de continuidade próprias da história conceitual da técnica, delineando um campo de análise cujo fio condutor é a materialidade técnica do número, em lugar do relato; o cenário dessa história não é espaço da representação, senão um espaço de re-acoplamentos permanentes entre dispositivos materiais ou simbólicos que, além de representar o mundo, geram universos de realidade. Entre os destaques desse processo ressaltam o surgimento do alfabeto vocálico grego, a binarização do discreto, sua implementação como cálculo na lógica booleana bem como sua eletrificabilidade. A produção de tempo discreto aparece como critério de demarcação em relação com o analógico. A digitalização do real coloca-se não apenas como o problema da diferencia entre informação e matéria ou energia, mas tem a ver com a fundamentação do maquínico no mecânico e com a materialidade das operações respectivas: diferentes concepções do matemático são consideradas. Finalmente, o campo da produção estética é confrontado com o surgimento de técnicas de produção digital, tanto no nível da prática e a reflexão da experiência estética, quanto a respeito da reflexão histórica de uma cultura sobre a materialidade dos médios que modelam seu presente e passado estéticos bem como a descontinuidade entre eles.

PALAVRAS-CHAVE: *Medialidade, digital, binário, discreto, computação, german media studies.*

como vertical desde un tubo de rayos catódicos (como el bloc de dibujo de Ivan Sutherland en el MIT, en 1963), se diferencia de sistemas de punto con pixeles que están en condiciones de representar en el computador imágenes almacenadas en una consola de visualización. El dibujo digital «sabe», a diferencia del grafo analógico, que trivialmente solo transpone lo que la física y la mecánica demarcen.

El riesgo consiste en desdibujar intensas diferencias mediante gestos histórico-culturales conciliatorios. Pues lo que escala es la digitalidad a la que se refiere la matemática y que ya no es concebible solo en términos de diferencias entre texto e imagen. De ahí la pregunta del millón de la arqueología de medios: ¿se trata la diferencia analógico/digital como esencial (o como la pregunta de la esencia [Wesensfrage]) para una ruptura epistemológica? La arqueología de medios muestra discontinuidades entre sistemas mediales pasados y presentes para acentuar su escalamiento (umbrales, cortes, mutaciones, trasformaciones) (Foucault, 1981, p. 13). La diferencia analógico/digital es un criterio tal. «El pasaje de lo analógico a lo numérico instaura una ruptura equivalente, en su principio, al arma atómica en la historia de los armamentos o a la manipulación genética en la biología» (Debray, 1992, p. 300). Abordemos ofensivamente esta discontinuidad diagnosticada en la cultura medial (Wenzel, Seipel y Wunberg, 2001). Walter Benjamin formuló alguna vez: «solo puntos de ruptura son puntos de hallazgo», mucho antes de que Michel Foucault indicara en su *Arqueología del saber* que una cultura se sensibiliza para el «*a priori* histórico» de una época apenas cuando esta termina. ¿Vale también para los medios afirmar que teórica y descriptivamente la ley de su decibilidad se deje asir apenas con posteridad? Nosotros experimentamos actualmente que el primado tecnocultural de la imprenta de Gutenberg llega a su final; toda una serie de artistas mediales, literatos y teóricos están reflexionando en este momento, más intensamente que nunca, la medialidad, la interfaz y la materialidad del libro como formato, como medio de almacenamiento, como interfaz humano-saber. Este devenir autoconsciente de un medio de forma arqueologicomedia en el momento de su culminación es llamado muy apropiadamente por pensadores como Jay Bolter y Katherine Hayles *remediación* (o sea, un concepto alternativo para *arqueología medial*). Es bien sabido que el búho de Minerva levanta el vuelo apenas en el crepúsculo, y lo que se hace visible en la penumbra es el familiar mundo (medial) de lo analógico a la sombra de lo digital. La función de las teorías de medios no es solo reflexionar este cambio pasivamente,

INTRODUCCIÓN

ILa teoría de medios es el lugar para pensar rigurosamente la diferencia analógico/digital, es decir, para distinguir críticamente entre empleos discursivos, metafóricos y bien definidos de este concepto. ¿Captaríamos, de lo contrario, la terquedad, la esencia, la estética de aquello que se hace desaparecer tras conceptos como *multimedia*, es decir, «computadora y redes; algoritmos, códigos, lo digital» (Schüssler, 2003)? La arqueología de medios, como método de la teoría de medios, busca escribir contra la seducción que es insinuada por la historia conceptual de lo digital. En realidad, no se trata simplemente de lo digital: los romanos ya contaban con los dedos; el siglo XIX no solo representaba, sino que ya analizaba la realidad medialmente con aparatos discretos de medición. En el ínterin: el reloj de sol, que avanza analógicamente con sombras, cuenta, sin embargo, el tiempo de forma discreta por conversión analógico/digital. La discretización va acompañada del conteo: ¿infinitesimalmente tras las huellas de lo analógico? Sin embargo, a lo que alude el discurso actual sobre lo digital es más bien a lo binario y al computador como modelo de formación, pero no para procesos narrables [*erzählbar*], sino contables [*zählbar*].

El discurso actual sobre lo digital – porque él se volvió la condición epistémica del presente – induce a recordar formas digitales de modo tecnocultural. En su ensayo sobre el conteo con los dedos («digital»), Horst Wenzel recuerda la utilización del ábaco desde la antigüedad, en el cual se movían con los dedos (o sea, digitalmente) cuentas discretas o piedras (Wenzel, 1999, p. 37). «El predominio de los medios audiovisuales de la actualidad nos sensibiliza [...] nuevamente sobre los medios audiovisuales del pasado» (Wenzel, 1999, p. 57), pero con ello también nos hace olvidar las diferencias. A su vez, Walter Seitter afirma empecinadamente: «la pintura siempre fue digital»; la pintura opera discretamente, «trazo a trazo», con el pincel (Seitter, 2003, p. 31). Pinceladas: ¿converge aquí lo que de modo tecnopictórico se descompone? La gráfica vectorial, que traza líneas con rayos de electrones en desviación tanto horizontal

sino pensarlo activamente: como entrenamiento [trainig] medial y cultural en una columna epistémica angular de nuestra cultura.

Tratemos pues inicialmente de evitar un error discursivo: aquello a lo que digital alude —desde que la época de la arquitectura del computador secuencial temporalmente crítico de von Neumann planteó esta pregunta— es, efectivamente, a lo binario: lo digital acoplado a lo binario produce al computador. Así definió Novalis el concepto de *actividad*: «es el medio, el vehículo de todo cambio» (Mähł y Samuel, 1999, p. 205). Preguntamos, entonces, sin pretensión de ontologizar, qué es lo digital a diferencia de lo analógico. Ya este planteamiento [*Frage-Stellung*] (en el sentido de Heidegger) es por sí mismo digital, discreto, pone en diferencia. Alternativamente, se podría preguntar *per analogiam*. La pregunta es más bien: ¿desde cuándo se habla enfáticamente de lo digital?. Esto es así desde los tiempos del computador, porque este se basa en la lógica booleana. El computador mismo es entonces, para el planteamiento [*Fragestellung*], formador de modelos. En este lugar ya no ayuda la teoría digital de Nelson Goodman, precisamente porque no es una teoría de medios y señales, sino una teoría de símbolos de lo estético. Una medición nunca produce el signo de un objeto, sino literalmente su medida: un valor de señal, un número (Hagen, 2002). «El binarismo (es) el gran desconocido de la semiología» (Barthes, 1983, p. 69). Los lenguajes del arte piensan lo digital a partir de la lógica filosófica, pero con ello no queda descrito el trabajo de las calculadoras implementadas de hecho en hardware; la lógica pura no puede calcular el mundo.

LA CONDICIÓN ALFANUMÉRICA DE LO DIGITAL

Desde que el medio del espíritu —la lengua— es memorizado en símbolos discretos, estos esperan ser implementados maquinalmente. Según una tesis lúdica, el alfabeto vocálico griego, en su ejercitación de lo discreto, va a parar a la época digital; en cambio, el egipcio, al neoplatonismo³. La culminación —por tanto, también superación— del paradigma tecnocultural del alfabeto vocálico griego antiguo estriba, por una parte, en que el carácter discreto de las letras es computado, de hecho, digitalmente: en el código binario, el cual no solo reduce al alfabeto (o al teclado de la máquina de escribir) a dos símbolos o estados de conmutación, sino que también realiza con ello un salto cualitativo: su implementabilidad como cálculo, como mecanización del alfabeto en acoplamiento con la lógica de enunciación

³ Jan Assmann en el panel de discusión «Erinnerung zwischen Kulturwissenschaft und Medienarchäologie» [Memoria entre ciencia cultural y arqueología de medios], Einstein-Forum, Staatsbibliothek Berlín, 15 de mayo 2003.

booleana. A. Markov calculó estadísticamente, en 1913, la probabilidad de secuencias de vocales sobre consonantes en la literatura, porque la digitalidad binaria se encuentra oculta en el alfabeto vocalico mismo. Sin el alfabeto vocalico habría sido inútil el análisis de *Eugenio Onegin* de Pushkin por parte de Markov. Solo se puede calcular un alfabeto que sea capaz de diferenciar las unidades sonoras más pequeñas hasta la falta de sentido. Fritz Heider describió en su ensayo *Cosa y medio* (de 1921) las 24 letras del alfabeto como acoplamiento débil: un *medio* a partir del cual, a través de articulación fija, se gesta una forma de nombre literatura. Fue una operación griega basal la utilización de letras elementales como numerales y, al mismo tiempo, para hacer practicable lo digital. Un primer paso hacia la telegrafía consistió en el intento de expresar las letras individuales del alfabeto a través del número del signo óptico (alpha = 1; beta = 2; omega = 24) correspondiente a su posición en la serie alfabetica y así escribir en el sistema numérico binario, «mediante oscilaciones combinadas por pares»⁴ (Riepl, 1972, p. 100). Los griegos presocráticos practicaron una convergencia originaria de medios en el elemento del alfabeto vocalico, aun cuando, en la historia cultural subsiguiente, escritura y número son abordados separadamente. Pero lo digital de la actualidad funge en su carácter de unificador simbólico como la *stoicheia* griega. Heinz von Foerster distingue ciencia (*science*) de pensar sistémico, para pensarlos complementariamente:

La palabra science viene de ‘schi’, es la raíz indoeuropea y significa dividir [...], y todos estos schis son todos asuntos de separación —lo grandioso de la ciencia es precisamente que se separa. Taxonomía, cosas aisladas, observar, qué es esta partícula y aquella otra. (Jahrmann, Moswitzer y Rakuschán, 2003, p. 20)⁵

Aquí se produce un efecto del alfabeto vocalico griego, su operar con elementos discretos. Y bien, ¿cuáles son los lugares de lo digital, el lugar donde sucede? El cero, largo tiempo ausente en el cálculo de Occidente y no previsto en el alfabeto griego antiguo, vuelve (prescindiendo de su aplicación matemática) como variable pura del hardware: en forma de tarjeta perforada, desde que Jacquard la desarrolló para modelos web al final del siglo XVIII. Alcanzamos ya los discos perforados de las sirenas técnicas, tal como los fabricados por Hermann von Helmholtz para la generación neumática de sonidos y su análisis con mecánica de precisión. Por otra parte, se escribe, de hecho, una vocalización en la corriente de

⁴ Wolfgang Riepl refiriéndose al sistema de Kleoxenos y Demóclito descrito por Polibio.

⁵ «I would call it Cybernetics. Heinz von Foerster im Gespräch mit Gerhard Grössing» [Yo llamaría a esto cibernética. Heinz von Foerster en diálogo con Gerhard Grössing].

aire a través de este filtro acústico —entre la cifra cero y la letra o. De manera similar, a las oclusivas lingüísticas (las consonantes) corresponden las respectivas superficies cerradas de la sirena de Helmholtz. Sin embargo, los discos perforados de la sirena doble de Helmholtz ya no producen ningún sonido cuando se tocan uno contra otro, porque las frecuencias se cancelan mutuamente; el paradigma tecnocultural del alfabeto vocálico griego se enmudece. Las relaciones musicales armónicas son descriptibles matemáticamente desde Pitágoras y, así, en el medio de la notación alfabética. Aunque desde la Antigüedad tardía y en Bizancio se desligó la notación musical del paradigma alfábético vocálico (los neuma), retornan los *stoicheia* en la forma más elemental, como bits y bytes digitales de grabación y reproducción digital de sonido: el *reingreso* [re-entry] del alfabeto griego antiguo como figura histórica de la técnica cultural occidental. Finalmente, todos los parámetros de la música pueden ser abordados con ecuaciones matemáticas en el espacio digital.

Gottlieb Wilhelm Leibniz optimizó (digitalmente, de hecho) el conjunto de caracteres del alfabeto vocálico griego a través de la reducción a dos valores que, por cierto, no se desligan del todo de un rastro metafísico (*presencia* y *ausencia*), pero definitivamente del lenguaje. Carl Friedrich Gauß puso, luego, en sus experimentos telegráficos alrededor de 1830, en lugar de 0 y 1 los signos «+» y «-», y con ello le señaló al código digital su electrificabilidad (Wolfgang Coy). Apenas con este acoplamiento se vuelve calculable lo discreto como lógica booleana y se acrecienta en el computador. El programa *SEIT* (Search for Extra Terrestrial Intelligence), dirigido por Carl Sagan, de la Sociedad Planetaria en Pasadena (California), es el intento de «comunicar la diversidad de culturas y vida de nuestro planeta a otras especies inteligentes a través de mensajes de sonido almacenados digitalmente en un disco de fonógrafo dorado y enviado a bordo de las naves espaciales Voyager 1 y 2» (Heckl, 1994). Pero la transmisión [*Übertragung*] analógica es menos abstracta que la digital. Mediante el software *speech-to-text*, *via voice*, de IBM —a diferencia del teclado literal del computador— son reconvertidas en letras las vibraciones de la voz, una suerte de variante acústica del reconocimiento óptico de caracteres, tal como nos resulta familiar desde los escáneres. ¿Cuál es la relación entre vibraciones y letras? La transmisión digital de mensajes está obligada a hacer de nuevo esa operación que también ejecutó aquel escritor anónimo que, para hacerlos almacenables y transmisibles, tradujo en letras discretas los cantos de Homero (Powell, 1991). Pues, para adaptar un mensaje de capacidad de canal físicamente limitada, primero debe ser desintegrado antes de la transmisión en elementos aislados de un mismo tipo (o sea, un alfabeto): en letras, cuando se trata de la transmisión del habla, o en números enteros cuando se

trata de datos computables [*verrechenbare*] de computador. Estos elementos solo pueden asumir determinados valores medibles escalonadamente, las letras no pueden reproducir la multiplicidad de los sonidos posibles de las herramientas humanas de lenguaje. El precio de lo digital es la reducción y la reticulación de la complejidad física. Lo analógico recuerda al mundo de la física que lo digital filtra; lo digital es siempre solo un modelo del mundo. El paradigma renacentista de la perspectiva era el cálculo matemático de la imagen como refracción de la realidad. Hoy lo hace manifiesto la diferencia entre *zoom óptico* y *digital* en las cámaras digitales: digitalmente se computa algo que solo se puede obtener mediante la física de lentes ópticos (Kittler, 2002).

UN CRITERIO DE DIFERENCIA ENTRE ANALÓGICO Y DIGITAL: EL TIEMPO

El concepto de señal analógica pone en juego al tiempo como parámetro de procesos de transmisión. Sin embargo, el redescubrimiento del tiempo como parámetro crítico en la teoría de la información se lo debemos especialmente a la cibernetica de Norbert Wiener: la distribución de la probabilidad como función del tiempo, a diferencia de la física clásica de Newton en la que los puntos temporales (por ejemplo, en la repetición de experimentos) siguen siendo irrelevantes. La naturaleza del impulso en sí es temporalmente crítica [*zeitkritisch*]; lo que aquí cuenta literalmente es la frecuencia (el análisis que hace Fourier de procesos basados en el tiempo como conversión a sus frecuencias). El procesamiento de señales —según una hermosa palabra de Martin Carles— instrumentaliza el tiempo. La cibernetica temprana era consciente de la dimensión crítica del tiempo; tanto para Wiener como para McCulloch era cierto que «el pensar conlleva tiempo de conmutación» [*“thinking takes switching time”*]. Más tarde la cibernetica abrevió este aspecto al del *feedback*. Contra la dependencia temporal de las señales, la teoría de Ergoden⁶ afirma una invarianza de medida en referencia al tiempo, por medio de la cual pueden ser hechas enunciaciones sobre el futuro operativamente. La reflexión de la práctica crítico-temporal de medios pasa a tematizarse cuando se trata de la programación del enhebramiento de flujos de datos [*datenstreams*], en donde para cada punto en el tiempo se entrega un nuevo valor. «Ciertamente podemos definir la dirección

⁶ Nota del editor alemán: El tema principal de los trabajos matemáticos reunidos como «Teoría de Ergoden» es la investigación de propiedades estadísticas de operaciones de grupos o semigrupos. Allí es central el intento de entender las propiedades de transformaciones dimensionales de espacios de medida, de lo cual resulta que una de las más importantes invariantes de tal transformación es la entropía. Y entropía es igualmente —aquí hay que asentar la idea de Ernst— una dimensión central de la teoría de la información de Shannon.

del tiempo» como «distribución de probabilidad para eventos de este tiempo» (Wiener, 1948, p. 200). En lugar de la serie [Ordinarität] secuencial entra con ello el tiempo mismo como criterio de orden dinámico. ¿Es válida la oposición analógico-continuo-sincrónico versus digital-discreto-secuencial? Alan Turing formuló claramente que el reloj maestro le permite al computador «introducir discreción en el tiempo, de tal modo que el tiempo pueda ser observado para determinados fines como una sucesión de instantes y no como un flujo continuo» (Turing, 1987, p. 192). La arquitectura de von Neumann, con su estricta implementación de la afirmación de Turing, de procesar siempre solo un bit por unidad de tiempo, es la condición que plantea lo binario-digital en su implementación técnica: camino desde el sistema combinado de procesamiento analógico de datos mediante procesamiento paralelo [Parallelität] y procesamiento en serie [Sukzessivität] de los signos hasta la pura sucesión en el procesamiento.

Los procedimientos habituales de síntesis de sonido se basan en un principio unidimensional derivado de Fourier, de una imagen instantánea vertical atemporal de un espectro de sonido pensado como estático espacialmente, el cual es representable mediante un número finito de sinusoides. Este procedimiento físico-técnico está completamente enraizado en el pensamiento analógico del siglo XIX y es la base para técnicas en serie en el nivel material. En lo digital, por el contrario, domina un paradigma fundamentalmente distinto: el de la rasterización temporalmente discreta de valores individuales de un procedimiento de muestreo en lo binario. Con ello el sonido se vuelve información luego de la conversión de analógico a digital. El concepto de bit se considera desde Shannon como el de su unidad de medida, pero la información, según Wiener, no es ni materia ni energía. Para eso está el muestreo como principio tecnológico básico de transformación de sonidos analógicos en información discreta (Harenberg, 2003, p. 81), realmente el gram@fono⁷ en la transformación del trabajo de los sistemas técnicos de escritura a finales del siglo XIX. El medio analógico gramófono hizo posible en su momento que ya no se debieran analizar sonidos, ruidos y lenguas en elementos de un conjunto contable de signos (un alfabeto como letras, cifras, notas) para hacerlos almacenables, sino que permitió que cada secuencia de números reales se inscriba como tal (Kittler, 1995, p. 289). El resultado es el acceso privilegiado a lo real como objeto de referencia, atribuido a estos medios desde el propio mundo.

⁷ Nota del traductor: gramm(at)ophon, at: arroba en alemán.

UN POCO DE REFERENCIA A LA REALIDAD

Incluso lo digital no abandona el rastro de su anclaje en el mundo, pues siempre debe ser pensado como insertado [embedded]. No es menos puro y abstracto que el pensamiento (como Derrida le critica a Husserl). Para alcanzar la abstracción digital siempre es necesario un considerable esfuerzo negentrópico. Aun cuando esa baja energética literalmente *no cuenta* [*nicht zählt*], continúa operando, en términos mecánico-cuánticos. Wolfgang Hagen lo describe en el ejemplo de la llamada fotografía digital:

Lo digital ocurre en el borde del chip, allí donde el mecanismo cuántico entero ya se ha ejecutado. No es la digitalización, cuya matemática se remonta a principios del siglo XIX, la revolución del siglo XX, sino la mecánica cuántica, la que primero universalizó su implementación técnica. (Hagen, 2002, p. 222)

Un ejemplo de ello es el tubo de electrones, el elemento interruptor central de los primeros computadores, en el sentido de que aquel ya no intensificó sus señales de entrada sencillamente de modo analógico, como solía hacerlo, sino más bien para contar, comenzó así a emitir señales digitales. Como también es cierto para una neurona en el sistema nervioso, la excitación eléctrica debe aquí sobrepasar un valor umbral para que devenga un impulso. Con este valor umbral la tensión ingresa desde el reino de lo físicamente analógico hacia el reino ideal de lo digital. Su retraso se llama histéresis, o sea el efecto posterior tras el cese de la fuerza actuante. La informática usa la histéresis para conferir más estabilidad a las decisiones sobre la base de variables de entrada escalares en el límite⁸. De hecho, el bit conserva una relación análoga mínimamente pensable con la realidad, en el sentido de que representa sus impulsos y los transforma en señales eléctricas, inevitablemente. Únicamente el efecto paralelo, la compatibilidad de estos impulsos, diferencia el reino de lo digital de aquel de lo que es (solo) analógico. También en la teoría constructivista de la percepción se encuentra el bit de la estimulación nerviosa en una relación no arbitraria con el impulso. Para von Helmholtz las sensaciones no solo son signos de algo que acontece, sino que podemos representarnos [abbilden] la ley de este acontecer.

Pues si nuestras sensaciones en su calidad son también sólo signos, cuyo tipo particular depende completamente de nuestra organización, entonces no

⁸ Ver el texto de O. Stoll, titulado *Der Gedanken-Macher. Das kleine Blatt zum Nachdenken*.

se deben rechazar como apariencia vacía, sino que son siempre signos de algo, ya sea de algo que esté existiendo o sucediendo [...]. (Helmholtz, 1996, p. 154)

¿Información diferente de materia diferente de energía (Norbert Wiener)? «La característica particular de todos los canales es que caen sin excepción en el campo de la física» (Titze, 1971, p. 104). Por ello, toda información está sometida a las materialidades en las cuales los códigos son trasmítidos (o distorsionados). Por el contrario, plantea Anton Zeilinger una aproximación físico-cuántica que parte del entrecruzamiento de dos partículas alejadas y, con ello, de la superfluidad de una teoría medial del canal⁹. Y donde ya no solo un estado predefinido domina, sino la superposición de varios estados simultáneamente, se produce primeramente la binariedad como diferencia mediante observación: la falta de nitidez de Heisenberg, que aquí converge con la concepción de la teoría de sistemas (Bateson/Luhmann).

¿HAY UN ESTAR-EN-EL-MUNDO DIGITAL?

Un ejemplo de la vida diaria: actualmente con la mudanza a otros lugares de la ciudad se trasladan también, según se deseé, los números telefónicos. Así pues, en el mejor de los casos es legible en ellos una procedencia, pero ya no necesariamente la ubicación actual. Al mismo tiempo, ya en el siglo XIX se separaron los catálogos en las bibliotecas del orden de los libros en el depósito real de almacenamiento. Los proveedores de Internet ponen a disposición solo el acceso a Internet, pero las líneas en Alemania suelen ser aún las de Telekom. Hay entonces hardware; aquí la medialidad material se encuentra con la metarealidad digital (*canal versus código*). ¿Estriba aquí la diferencia entre el «espacio» digital y el mundo (de la física)? ¿Está conectada la máquina digital con el mundo analógico (antes que con la matemática) a través de la corriente, o sea, a través de energía, como huella inmemorial [*unvordenklich*]? La arqueología medial del computador –aunque, en el fondo, incluso la del alfabeto y de la geometría (Platón versus Arquitas de Tarento)– está marcada por la asimetría o incluso el conflicto entre matemáticos e ingenieros (Trogemann, 2001). En Arquitas, la analogía se aloja

⁹ Nota del editor alemán: Ernst se refiere a los trabajos de Anton Zeilinger que llevó a cabo investigaciones en conexión con el denominado experimento Einstein-Podolsky-Rosen –un fenómeno al menos potencialmente contradictorio de cualquier teoría del canal de comunicación–: bajo determinadas condiciones, partículas que se alejan unas de otras parecen «saber» unas de otras (con la fijación del estado de una de las partículas mediante medición cambia, o mejor, se determina el estado correlativo de otra), si bien ninguna información puede ser transmitida porque cada señal debe ser más rápida que la luz (Zeilinger, 2003, pp. 65-73).

en el dominio matemático y sirve a la construcción de relaciones de orden. Por ejemplo, la distancia entre 8 y 2 está unida por la formación de un medio (8:4 = 4:2) (Kluxens, 1971). Realmente digital significa, por una parte, ‘mecanizado’ y, por otra, ‘matematizado’. Aquí yace la fundamentación de lo maquinico en lo mecánico. Szilard consideró insignificante la participación de la entropía en lo mecánico; a una tasa de cuantificación más alta (codificación digital) es más pequeña la pérdida de calidad de la transmisión de información que en el procedimiento analógico. La máquina de Turing (como proyecto sobre el papel en 1936) es abstracta y temporalmente acrítica [*zeitunkritisch*]; sin embargo, en el momento de la implementación material entran en juego señales (valores de medida) que deben ser traducidas a números para ser calculables digitalmente. En el punto de inflexión entre lo analógico y lo digital, los medios de representación del mundo devienen órganos productores del mundo (más calculadores de lo que era capaz el telescopio). Síntoma de ello son las llamadas técnicas de imagen en la medicina (*imaging science*). El espacio digital es el espacio del cómputo que hace de un subconjunto del espacio físico un universo cibernetico digital (Rakuschan, 1969, p. 35; Zuse, 1969) y está así en una suerte de relación con la realidad física como lo digital con la imagen «clásica». Pero si los conceptos de la teoría matemática de la información entran en lugar de la termodinámica, hay un cortocircuito para la filosofía de Pitágoras, según el cual todo mundo es número. La fotografía analógica opera tecnofísicamente todavía de modo referencial. Por el contrario, Kasimir Malevich, con el punto de partida de su pintura abstracta (Cuadrado Negro), lleva la referencialidad al punto cero. Esto despeja el camino para las técnicas de la imagen: pero que solo son posibles como cómputo, o sea, matemáticamente (el interés de Pavel Florenskijs en los íconos). Las imágenes digitales ya no son pinturas sobre tabla, sino modelos de programas de computador: pura teoría (Glüher, 1998, p. 25). ¿Regresan aquí los cuerpos platónicos, es decir, el supuesto de un mundo ideal de objetos que trasciende la realidad de la experiencia, un mundo que, por su parte, solo se puede entender matemáticamente? Platón declara en el *Timeo* a las formas geométricas como últimos elementos del mundo. En concepto de Pitágoras, el mundo está compuesto de números –un mundo de cálculos que David Hilbert considera justificado con nada más que consistencia y clausura (la ley de lo decible mediante la máquina de Turing).

En la transmisión analógica de datos conocida desde el gramófono, el micrófono, la radio y la televisión, la señal generada por el emisor corresponde al mensaje gracias a la proporcionalidad, es decir, la señal sigue todas sus transformaciones en el espacio y/o en el tiempo. La diferencia de lo digital con lo analógico estriba en el concepto de tiempo y en el algoritmo (o sea,

en lo operativo): «entre 0 y 1 no hay tiempo. Por eso existe el mundo de lo simbólico. Es por la sustracción de lo real que lo simbólico existe» (Siegert, 2003, p. 9). ¿De hecho? También el código simbólico está remitido a superficies de inscripción material, irreductiblemente. Para la señal opera técnicamente el transcurso temporal determinado de una tensión con una duración dada. Digital alude, por el contrario, a la manipulación del signo en lugar del soporte. Los sistemas analógicos operan sincrónicamente, es decir, sin diferencia de tiempo (de cálculo) en «tiempo real»; en este sentido se diferencia aún la imagen de televisión transmitida analógicamente («en vivo») de la transmitida digitalmente (instruida temporalmente, dilatable). Sin embargo, el tocadiscos necesita aún un tiempo mínimo para la conversión física del muestreo: es decir, no hay aquí tiempo «cero» que deba ser producido primero mediante cálculo digital – como reingreso [re-entry] de tiempo sincrónico analógico (véase SuperCollider). La telegrafía de imágenes, como transmisión de imágenes, fue desde sus orígenes una pregunta crítico-temporal por la sincronización del emisor y el receptor para minimizar la distorsión. Una solución fue la codificación digital de procesos de transmisión analógicos: «a la pregunta por el tiempo en la imagen sigue la pregunta por lo digital y, por cierto, como conflicto con la interferencia» (Kassung, 2003, p. 164). Una ventaja de la digitalización estriba en la opción de la compresión de datos y la corrección de errores, ambas de gran importancia para el transporte de información a través de un canal costoso y susceptible de daños. Lo que queda suprimido es la nieve televisiva.

Los sistemas analógicos se caracterizan por la falta de diferencialidad. Un esquema digital, por el contrario, es completamente discontinuo – sistema de notación disyunto. La función del computador analógico es «registrar una posición absoluta en un continuo» (Goodman, 1998, p. 155), a lo cual apuntaba (o detrás de lo que iba) la calculadora diferencial de Leibniz. La función del computador digital es, por el contrario, «contar». Computadores en el sentido mecánico matemático, máquinas con *mathesis*. Goodman ilustra la diferencia con el ejemplo de los aparatos de relojería y los contadores. La medición analógica se encuentra, por cierto, más cerca de la física, pero es inexacta. La inexactitud de la medición analógica es un déficit sólo en el contexto funcional; el computador digital en la arquitectura de von Neumann, que nos es familiar, fue una máquina altamente desarrollada para tareas de cómputo, para el dominio de la bomba de hidrógeno en Los Álamos, donde los errores de conteo eran fatales.

ANESTÉTICA DE LO DIGITAL Y RE-ENTRY DE LO DIGITAL EN LO ESTÉTICO

Lo digital se tiene que pensar de modo crítico-temporal. La oposición analógico/digital se socava en cuanto los cómputos digitales sean capaces de computar las oscilaciones analógicas mismas (teorema de Nyquist sobre el doble nivel de frecuencia). Una señal es digitalizada en tanto se la explora [abtastet] en diferentes puntos; si los puntos explorados se encuentran suficientemente juntos entre sí, se puede crear una copia aparentemente perfecta, de modo que nuestro oído, por ejemplo, ya no percibe una yuxtaposición de sonidos separados, sino un sonido continuo (Negroponte, 1995, p. 23) –comparable a como se elude el umbral humano de percepción de 24 fotogramas por segundo en una película y tonos de gris en imágenes en blanco y negro con valores entre el cero para el negro y el 255 para el blanco. Pero quizás percibe nuestro subconsciente aquí lo discreto y genera así una disonancia cognitiva – ¿Las «pequeñas percepciones» de Leibniz? En la agitación de las ondas Leibniz escucha que el mundo se calcula.

Cada alma reconoce lo infinito, reconoce todo, pero de modo confuso; así como yo, cuando en un paseo a la orilla del mar escucho el poderoso murmullo del mar, incluso también escucho los sonidos particulares de cada hora, de los cuales se compone el sonido total, sin que, sin embargo, se puedan diferenciar uno de otro. (Leibniz, 1904, p. 78)

La aparición de un todo continuo de «imagen» a partir de pixeles individuales se comporta de manera análoga a este fenómeno del mundo material. La materia se compone de átomos discretos, pero nosotros la experimentamos como un lugar analógico. Desde nuestra perspectiva macroscópica nada se desarrolla digitalmente, todo es continuo. La diferencia enfática entre lo analógico y lo digital tiene sentido solo desde una perspectiva antropológico-medial, sin embargo, la microelectrónica anula la separación de los sentidos entre sí. El computador ya no tiene en cuenta los sentidos como canales separados. Lo digital es lo que se sustraer a la perceptibilidad:

La información es [...], justamente como lo digital, una descripción que abstrae para un medio, medio de cuya forma pueden aparecer sonidos. Por eso no existe música digital, ningún sonido digital en sí. Lo que nosotros percibimos tras la conversión digital-analógico son sonidos que representan digitalmente los datos en cuestión. (Harenberg, 2003, p. 78)

Solo en forma aistética [aisthetischer], es decir, fenomenológicamente es aprehensible la operación del computador para los sentidos humanos; pero el conocimiento [Einsicht] (teoría) del medio está más allá del monitor. Entre tanto, los ruidos propios de los discos clásicos se leen digitalmente y se introducen de nuevo como una cualidad sonora propia para la autentificación de lo medial. Esta estetización de sonidos analógicos es característica del paso hacia tecnologías digitales (Rolf Grossman). Esta sigue un modelo que Marshall McLuhan definió como ley de la historia de medios: el mensaje de una época medial es la que la precede. La cualidad técnica de un medio se puede experimentar en el momento arqueologicomedia en el que aún no, o ya no, está absorbido por su función de transportar contenidos, es decir, al principio y al final de su trayecto. Así también la pintura reflexionó forzosamente sobre su estructura y su materialidad justo en el momento en que sus funciones representativas fueron superadas y relevadas por la fotografía emergente. Del mismo modo, son tematizadas actualmente, como reacción a la técnica digital, las particularidades acústicas de los medios analógicos. «Así, se idealiza el viejo sonido en el que la aguja de grabación parecía garantizar la fidelidad y el calor de la reproducción musical» (Bernays, 2003).

LO ARCHIVÍSTICO DE LO DIGITAL

La representación más antigua de una librería de 1499 muestra una danza de la muerte con linotipista, impresora y librero (Wittmann, 1991, p. 33), la discretización tipográfica corresponde aquí a esqueletos, a la estética discontinua del archivo, a diferencia de la incalculabilidad del continuo llamado vida. Hasta ahora el archivo había sido un transformador de procesos continuos analógicos (el presente, en su metafórica como vida) en señales discretas, respectivos conjuntos de signos que esperaban la recombinabilidad. Allí encuentra lugar en la naturaleza y la cultura una traducción digital completa del mundo, ya no analógica. La teoría de la comunicación de Shannon reconoce la clasificación sistemática de mensajes en sistemas discretos, continuos y mixtos. Las letras son parte, claramente, del sistema discreto de comunicación; también como señales, que se fijan en el proceso de transmisión, se componen de una sucesión de símbolos discretos. Como señal codificada, cada mensaje es ya parte del archivo sincrónico del presente. La información surge en lugares donde la materialidad de las cosas se sustrae, en tanto se archiva [zwischenarchivisch], a la circularidad cultural.

Sin embargo, historiadores del arte y archivistas llegan solo al nivel iconológico con los llamados datos digitalizados (como escáneres de seguridad de manuscritos históricos) y no conservan la información

que se halla en la física del material. Los libros como hardware de tradición cultural requieren la conservación en forma de un original: «por tanto, el microcopiado, particularmente de periódicos, no puede ser considerado como una justificación para la destrucción de los originales» (Unesco, 1960). Los libros no se agotan en la información que proporcionan, sino que en su configuración original de papel, impresión y volumen tienen un valor intrínseco. Incluso ejemplares del mismo libro tienen formas externas diferentes como rastros de sus propias historias. Aquí hablan las huellas del uso en su física pura: huellas analógicas del mundo de lo real, antes de todos los caracteres de imprenta reproductibles simbólicamente. Así, por ejemplo, se pierden involuntariamente en la «biblioteca digital» lo museístico y lo archivístico, a saber: lo material y lo oculto. Las fuerzas del cuerpo dual de los artefactos materiales estriban en otro dominio. El Proyecto de la Librería Digital Cuneiforme (en el Instituto Max Planck para Historia de la Ciencia, en Berlín) permite, por ejemplo, el ensamblaje a nivel de www de fragmentos cuneiformes antiguos que se encuentran repartidos y dispersos en todo el mundo en bibliotecas y museos. Con ello cae pronto bajo la mesa la catalogación clásica de datos a nivel de contenidos, pero la catalogación ocurre no solo a través de humanos, sino también en el espacio digital por la máquina. El ensamblaje estadístico de imágenes de esos fragmentos mediante reconocimiento automatizado de bordes puede ser avistada, en tales cantidades, solo en la mirada del computador.

¿DIGITAL VERSUS NARRATIVO? EL CONTAR ANALÓGICO, EL CONTEO DIGITAL

Lo digital nos pone en el camino de una cultura temporal distinta: del tiempo como medio de la narración (Paul Ricoeur, *Temps et récit*) hacia el tiempo discreto. La etimología de tiempo (del hindú antiguo *da-ti*, en nórdico *tina*) significa ‘astillado, hendido en algo’. ¿Entonces, se pensó siempre el concepto de tiempo digitalmente? La epistemé de lo digital disuelve el referente fático tiempo en un grupo conceptual compuesto de vibraciones, frecuencias y osciladores. Así, la ilusión referencial misma se fracciona como ruido. Lo analógico alude al mundo de lo histórico, pero lo digital al intento de calcular el mundo. Gottlieb Wilhelm Leibniz juega con la idea de una calculabilidad del mundo en su fragmento *Apocatástasis panton* (de 1715) –para dejarla fracasar (Ettlinger, 1921).

Cuanto menos exista una adecuada descomposición de la realidad en elementos digitalizables, tanto menos existe una adecuada descomposición de problemas en árboles de problemas determinables. Del mismo modo

en que una adecuada codificación del mundo fracasa, fracasa también su programación efectiva. (Mersch, 1991, p. 111)

Contar [*er/zählen*]: los analistas de la temprana Edad Media registraban discretamente los acontecimientos de un año y computaban como disyunto el presente (Ernst, 2001). Lo digital representa un desafío para la antigua técnica cultural de narración [*Erzählen*], porque lo digital simplemente cuenta¹⁰. El chiste estriba ahora en que Heinz von Förster está *contando*¹¹ la realización de su teoría de la memoria mecánica cuántica «desde el principio». Sin embargo, su escena clave –la elaboración juvenil de tablas numéricas para una mejor memorización de datos de memoria– recuerda a la tradición de la práctica de los anales. Existió esta época de nuestro pasado occidental en la que, evidentemente, los procesos temporales eran computados de modo discreto. Solo más tarde se introdujo un modelo histórico narrativo, lineal. Los juegos de computador cultivan actualmente un modo de narración ya no analógico, sino digital. En el juego de computador *Blade Runner* (Westwood Studios, 1998), basado en la película homónima de Ridley Scott, de 1982, se manifiesta la tensión inherente, incluso el conflicto, «entre sus elementos interactivos y narrativos» (Crogan, 2002), dos regímenes semióticos mutuamente excluyentes. Arnold Gehlen diagnosticó en 1961 que la historia de las ideas habría de arribar a su conclusión en la poshistoria. Este fin de la historia lleva un índice aprehensible a nivel arqueológico-medial, al cual remite una sentencia de Gottfried Benn: «cuenta con [rechne mit] tus reservas». Ahora el cálculo [*Rechnen*] deviene literal y mecánico en el computador –un estado «en que el narrar nuevamente se transforma en enumerar [*Aufzählen*], story deviene storage» (Böhme, Matussek y Müller, 2000, p. 148). Lo digital termina con la metáfora de la razón narrativa.

REFERENCIAS

- BARTHES, R. (1983). *Elemente der Semiologie* [Elementos de semiología]. Fráncfort del Meno, Alemania: Suhrkamp.
- BERNAYS, U. (2003). *Der Sound und seine Medien* [El sonido y sus medios].
- BÖHME, H., Matussek, P. y Müller, L. (2000). *Orientierung Kulturwissenschaft* [Orientación ciencia cultural]. Reinbek, Alemania: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- CROGAN, P. (2002). *Blade Runners: Speculations on Narrative and Interactivity*. En *South Atlantic Quarterly*,

¹⁰ Nota del traductor: de *zählen*, que significa *contar*, en el sentido de ‘numerar’.

¹¹ Nota del traductor: de *erzählen*, que significa *contar* en el sentido de ‘relatar’.

- 101 (3), 639-657.
- DEBRAY, R. (1992). *Vie et mort de l'image. Une histoire du regard en Occident* [Vida y muerte de la imagen. Historia de la mirada en Occidente]. París, Francia: Folio Essais.
- ERNST, W. (2001). *Die Insistenz der Annalistik. Momente der Monumenta Germaniae Historica* [La insistencia de los Anales. Momentos de los Monumenta Germaniae Historica]. *Monumenta Germaniae Historica*, 29, 223-231.
- ETTLINGER, M. (1921). *Leibniz als Geschichtsphilosoph* [Leibniz como filósofo de la historia]. Múnich, Alemania: Kösler & Puster.
- FOUCAULT, M. (1981). *Archäologie des Wissens* [Arqueología del saber]. Fráncfort del Meno, Alemania: Suhrkamp.
- GLÜHER, G. (1998). *Von der Theorie der Fotografie zur Theorie des digitalen Bildes* [De la teoría de la fotografía a la teoría de la imagen digital]. *Kritische Berichte*, 2, 23-31.
- GOODMAN, N. (1998). *Sprachen der Kunst* [Lenguajes del arte]. Fráncfort del Meno, Alemania: Suhrkamp.
- HAGEN, W. (2002). *Die Entropie der Fotografie. Skizzen zur einer Genealogie der digital-elektronischen Bildaufzeichnung* [La entropía de la fotografía. Bosquejos para una genealogía del registro electrónico-digital de imagen]. En H. Wolf (Ed.). *Paradigma Fotografie. Fotokritik am Ende des fotografischen Zeitalters* (pp. 195-235). Fráncfort del Meno, Alemania: Suhrkamp.
- HARENBERG, M. (2003). *Virtuelle Instrumente zwischen Simulation und (De)-Konstruktion* [Instrumentos virtuales entre simulación y (de)construcción]. En M. Kleiner y A. Szepanski (Eds.). *Soundcultures. Über elektronische und digitale Musik* (pp. 69-93). Frankfort del Meno: Suhrkamp.
- HECKL, W. (1994). *Fossil Voices*. En: W. E. Krumbein, et al. (Eds.). *Durability and Change. The Science, Responsibility, and Cost of Sustaining Cultural Heritage* (pp. 292-298). Londres, Inglaterra: Wiley.
- HELMHOLTZ, H. (1998). *Die Tatsachen in der Wahrnehmung* [Los hechos en la percepción]. En O. Wiener (Ed.). *Schriften zur Erkenntnistheorie* (pp. 147-176). Viena, Austria: Springer Vienna.
- KASSUNG, C. y Kümmel, A. (2003). *Synchronisations Probleme* [Problemas de sincronización]. En A. Kümmel y E. Schüttelpelz (Eds.). *Signale der Störung* (pp. 143-165). Munich, Alemania: Oldenbourg.
- KITTLER, F. (1995). *Aufschreibesysteme 1800, 1900* [Sistemas de escritura 1800, 1900]. Munich, Alemania: Stanford University Press.
- KITTLER, F. (2002). *Optische Medien*. Berlin, Alemania: Merve.
- KLUXENS, W. (1971). *Analogie* [Analogía]. En J. Ritter (Ed.). *Historisches Wörterbuch der Philosophie* [Diccionario histórico de filosofía]. Darmstadt, Alemania: Schwabe.

- LEIBNIZ, G. W. (1904). *Hauptschriften zur Grundlegung der Philosophie* [Principales escritos para la fundamentación de la filosofía]. En E. Cassirer (Ed.). *Schriften zur Metaphysik III: Die Vernunftprinzipien der Natur und der Gnade* [Escritos sobre metafísica III: Los principios racionales de la naturaleza]. Leipzig, Alemania: Dürr.
- MÄHL, H. y Samuel, R. (1999). *Novalis. Werke, Tagebücher und Briefe Friedrich von Hardenbergs*. Darmstadt, Alemania: WBG
- MERSCH, D. (1991). *Digitalität und Nicht-Diskursives Denken* [Digitalidad y pensamiento no discursivo]. En D. Mersch y J. C. Nyíri (Eds.). *Computer, Kultur, Geschichte: Beiträge zur Philosophie des Informationszeitalters* (pp. 109-126). Viena, Austria: Passagen.
- NEGROPONTE, N. (1995). *Total digital. Die Welt zwischen 0 und 1 oder die Zukunft der Kommunikation* [Totalmente digital. El mundo entre 0 y 1 o el futuro de la comunicación]. Múnich, Alemania: Goldmann.
- POWELL, B. (1991). *Homer and the Origin of the Greek Alphabet*. Cambridge: Cambridge University Press.
- RAKUSCHAN, F. E. (1969). *Junktim. Von der elektronischen Ursuppe zum GehirnwasserSiliziumWelt-Mix* [Junktim. De la sopa electrónica primordial a la mezcla entorno-cerebro-agua-silicio]. En Jahrmann, Moswitzer y Rakuschan (CLIMAX) (Eds.). *Nibble-Engine, a Nybble is Four Bits or Half of a Byte, Magazin und Storage DVD* (pp. 28-35). Viena, Austria.
- RIEPL, W. (1972). *Das Nachrichtenwesen des Altertums. Mit besonderer Rücksicht auf die Römer* [Las comunicaciones de la Antigüedad. Con particular atención a los romanos]. Leipzig, Alemania: B. G. Teubner.
- SCHIESSER, G. (2003). *The Wilful Obstinacy of Man – the Wilful Obstinacy of Machines*. En Jahrmann, Moswitzer y Rakuschan (CLIMAX) (Eds.). *Nibble-Engine, a Nybble is Four Bits or Half of a Byte, Magazin und Storage DVD*. Viena, Austria.
- SEITTER, W. (2003). *Malerei war schon immer digital* [La pintura fue siempre digital]. En Museo de Arte de Wolfsburgo. *Painting Pictures. Malerei und Medien im digitalen Zeitalter* (pp. 30-34). Bielefeld, Alemania.
- SIEGERT, B. (2003). *Passage des Digitalen. Zeichen Praktiken der neuzeitlichen Wissenschaften 1500-1900* [Pasaje de lo digital. Practicas signicas de las ciencias modernas 1500-1900]. Berlín, Alemania: Brinkmann & Bose.
- TITZE, H. (1971). *Ist Information ein Prinzip?* [¿Es la información un principio?]. Meisenheim, Alemania: Glan.
- TROGEMANN, G., Nitussov, A. y Ernst, W. (Eds.) (2001). *Computing in Russia. The History of Computer Devices and Information Technology Revealed*. Braunschweig, Alemania: Verlag C. H. Beck.
- TURING, A. (1987). *The State of the Art*. En B. Dotzler y F. Kittler. *Servicios de inteligencia. Escritos selectos* [Intelligence Service. Ausgewählte Schriften] (pp. 183-208). Berlín, Alemania.
- UNESCO (1960). *National Libraries: Their Problems and Prospects*. París, Francia: Unesco Manuals for Libraries 11.
- WENZEL, H. (1999). *An den Fingern abzulesen. Zur mittelalterlichen Vorgeschichte digitaler Speicher* [Leer en los dedos. Hacia la historia medieval de memorias digitales]. En Borsdorf, U. y Grüttner, H. T. (Eds.). *Orte der Erinnerung* [Lugares de la memoria] (pp. 33-58). Fráncfort del Meno, Alemania.
- WENZEL, H., Seipel, W. y Wunberg, G. (2001). *Audiovisualität vor und nach Gutenberg. Zur Kulturgeschichte der medialen Umbrüche* [Audiovisualidad antes y después de Gutenberg. Hacia la historia cultural de las rupturas mediales]. Viena, Austria: Skira.
- WIENER, N. (1948). *¿Time, Communication, and the Nervous System?* *Annals of the New York Academy of Sciences*, 50, 197-219.
- WITTMANN, R. (1991). *Geschichte des deutschen Buchhandels* [Historia de la librería alemana]. Múnich, Alemania: Verlag C. H. Beck.
- ZEILINGER, A. (2003). *Einstiens Schleier* [El velo de Einstein]. München, Alemania: Verlag C. H. Beck.
- ZUSE, K. (1969). *Rechnender Raum* [Espacio calculador]. Braunschweig, Alemania. Recuperado de <ftp://ftp.idsia.ch/pub/juergen/zuse67scan.pdf>