

**ACADEMIA NACIONAL DE  
EDUCACIÓN**

## ***HACIA UNA INTELIGENCIA DIGITAL***

**Antonio M. Battro  
Percival J. Denham**



**BUENOS AIRES  
2007**

# **HACIA UNA INTELIGENCIA DIGITAL**

## ACADEMIA NACIONAL DE EDUCACIÓN

### NOMINA DE ACADÉMICOS DE NUMERO

Prof. María C. AGUDO de CORSICO  
Dr. Alejandro J. ARVIA  
Dr. Pedro Luis BARCIA  
Dr. Antonio M. BATTRO  
Dr. Jorge E. BOSCH  
Dr. José Luis CANTINI  
Prof. Alberto Raúl DALLO  
Prof. Ana M. EICHELBAUM de BABINI  
Dra Ana Lucia FREGA  
Dr. Pedro J. FRIAS  
Prof. Cristina Elvira FRITZSCHE  
Dr. Guillermo JAIM ETCHEVERRY  
Dra. María Antonia GALLART  
Prof. Alfredo M. van GELDEREN  
Dr. Julio César LABAKE  
Dr. Ramón Carlos LEIGUARDA  
Dr. Juan José LLACH  
Dr. Alberto P. MAIZTEGUI  
Prof. Rosa E. MOURE de VICIEN  
Dr. Humberto PETREI  
Dr. Miguel PETTY S.J  
Prof. Berta PERELSTEIN de BRASLAVSKY  
Dr. Avelino José PORTO  
Ing. Horacio C. REGGINI  
Lic. María SAENZ QUESADA  
Prof. Antonio F. SALONIA  
Dr. Horacio SANGUINETTI  
Dra. Ruth SAUTU  
Dr. Luis Ricardo SILVA  
Dr. Pedro SIMONCINI  
Ing. Marcelo Antonio SOBREVILA  
Dr. Fernando STORNI S.J.  
Dr. Alberto C. TAQUINI (h)  
Lic. Juan Carlos TEDESCO  
Dr. Jorge Reinaldo VANOSSI  
Dr. Marcelo J. VERNENGO

### ACADÉMICOS EMÉRITOS

Mons. Guillermo BLANCO  
Prof. Mabel MANACORDA de ROSETTI  
Dr. Fernando MARTINEZ PAZ

### ACADÉMICOS CORRESPONDIENTES

Prof. Soledad ARDILES GRAY de STEIN (Pcia. de Tucumán)  
Dr. John BRADEMÁS (Estados Unidos)  
Dr. Ricardo DIEZ HOCHLEITNER (España)  
Dr. Hugo JURI (Pcia. de Córdoba)  
Dr. Pierre LENA (Francia)  
Dr. Ernesto J. MAEDER (Pcia. de Chaco)  
Prof. Catalina MENDEZ de MEDINA LAREU (Pcia. de Corrientes)  
Ing. Miguel Angel YADAROLA (Pcia. de Córdoba)

### ACADÉMICOS FALLECIDOS

Dr. Ricardo NASSIF  
Prof. Américo GHIOLDI  
Dr. Jaime BERNSTEIN  
Dr. Mario Justo LOPEZ  
Dr. Antonio PIRES  
Prof. Plácido HORAS  
Prof. Luis Jorge ZANOTTI  
Ing. Alberto COSTANTINI  
Dr. Adelmo MONTENEGRO  
Dr. Oscar OÑATIVIA  
Prof. Regina Elena GIBAJA  
Dr. Emilio Fermín MIGNONE  
Prof. Jorge Cristian HANSEN  
Dr. Luis Antonio SANTALO  
Dr. Gabriel BENTANCOUR MEJIA  
Dr. Héctor Félix BRAVO  
Dr. Ing. Hilario FERNANDEZ LONG  
Dr. Juan Carlos AGULLA  
Prof. Gilda LAMARQUE DE ROMERO BREST  
Dr. Horacio RODRIGUEZ CASTELLS  
Prof. Elida LEIBOVICH de GUEVENTTER  
Dr. Horacio J. A. RIMOLDI  
Dr. Gregorio WEINBERG

ACADEMIA NACIONAL DE  
EDUCACIÓN

## *HACIA UNA INTELIGENCIA DIGITAL*

Antonio M. Battro  
Percival J. Denham



Battro, Antonio M.

Hacia una inteligencia digital / Antonio M. Battro y Percival J. Denham. - 1a ed. -

Buenos Aires : Academia Nacional de Educación, 2007.

100 p. ; 23x15 cm. - (Confluencias / Antonio Francisco Salonia ; 1)

ISBN 978-987-9145-18-0

1. Cognición. 2. Inteligencia. I. Denham, Percival J. II. Título  
CDD 370.152

Los juicios y opiniones que se expresan en esta obra corresponden a su autor y no reflejan necesariamente la posición oficial de la Academia Nacional de Educación.

© HACIA UNA INTELIGENCIA DIGITAL

© Academia Nacional de Educación

Pacheco de Melo 2084

1126 Buenos Aires

República Argentina

[www.acaedu.edu.ar](http://www.acaedu.edu.ar)

[ane@acaedu.edu.ar](mailto:ane@acaedu.edu.ar)

La edición de la serie "Estudios" está coordinada por el académico Antonio Francisco Salonia, quien asimismo es coordinador de la Comisión de Publicaciones, división que integran los académicos Ana Lucía Frega, Marcelo Antonio Sobrevila y Jorge Reinaldo Vanossi.

Hecho el depósito previsto por la ley N°11.723.

I.S.B.N. 978-987-9145-18-0

Primera edición.

Buenos Aires, 2007.

Compuso los originales: Academia Nacional de Educación.

Imprimió: Estudio Sigma S.R.L. (J.E.Uriburu 1252 piso 8, Buenos Aires).

Impreso en la Argentina.

Printed in Argentina.

## ÍNDICE

Prefacio .....	1
Introducción .....	5
Analógico y digital; La teoría de las inteligencias múltiples; Algunas definiciones; Ocho criterios para identificar una inteligencia; Una cultura digital; Nuestro compromiso di- gital	
1. Los hábitos digitales .....	13
El sentido numérico y el digital; Caligrafía y dactilografía; Dictar y escribir; La lengua materna y la digital; Dibujar con la palabra; La opción clic, condición suficiente; Es- critores ciegos y herramientas digitales; La discapacidad auditiva en la era digital; El experimento prohibido	
2. La evolución digital .....	27
El protocolo binario; La psicología evolucionista y el mun- do digital; La opción clic en el infante humano; La opción A / no A; La opción A / no B; La trampa y el clic; Nuestro potencial digital	
3. Las operaciones básicas .....	39
La «incerebración» de la cultura; Análisis cerebral de la op- ción clic; La neurología inversa y sus consecuencias; La arquitectura cerebral mínima para la opción clic; Análisis formal de la opción clic; El espacio clic unario; El espacio clic binario; El espacio clic ternario; Caminos heurísticos; Las sub-inteligencias digitales	

4. Un sistema de símbolos .....	49
Sintáctica, semántica y pragmática digitales; Símbolos y códigos; Índice, ícono y símbolo; La unidad simbólica digital: el signo/enlace; Un mar de símbolos digitales; Símbolos naturales y notacionales; El símbolo @, el teléfono y la estampilla; Un sistema notacional ampliado; Una corriente digital	
5. Novicios y expertos, talentos y discapacidades .....	59
Dominios e inteligencias; Las etapas y estadios digitales; Artificialismo, animismo y artefactos digitales; Un circuito del cerebro para cada cosa; Cerebros expertos y novatos; Talentos precoces, prodigios y «savants»; Discapacidades sin barreras; ¿Discapacidad digital?	
6. Estudios experimentales y comparados.....	73
Interferencias y transferencias; Universales y particulares	
7. El futuro de la inteligencia digital.....	79
Las nuevas prótesis neuro-digitales; Belleza y estética; Ética y moral	
Referencias .....	89

## PREFACIO

Este libro es el fruto de una larga amistad y de un trabajo común que lleva más de veinte años. Nos conocimos gracias a las computadoras, a las cuales llegamos por caminos diferentes: uno desde la psicología y la medicina, otro desde la informática y las comunicaciones. Nos encontramos cuando nos propusimos aunar esfuerzos para desarrollar la educación digital en la Argentina, comenzando por la escuela primaria y con un particular énfasis en la educación especial.

Trabajamos juntos en decenas de escuelas y colegios de todo el país y viajamos por el mundo para aprender y enseñar a utilizar mejor los recursos digitales, siempre cambiantes y sorprendentes. Nuestra referencia internacional fue, y sigue siendo, el Media Lab del Massachusetts Institute of Technology (MIT), donde recibimos apoyo e inspiración de los grandes pioneros en este campo, Seymour Papert, Marvin Minsky y Nicholas Negroponte. Gracias a ellos y a nuestro colega y amigo Horacio C. Reggini, que abrió con generosidad y talento nuevos caminos digitales en nuestro país y en muchos otros de América latina, pudimos ingresar en la nueva era digital.

Entre las instituciones que nos acogieron debemos mencionar, en primer lugar, al Instituto Oral Modelo ([www.iom.edu.ar](http://www.iom.edu.ar)), donde desarrollamos un programa, que aún continúa, dedicado a brindar una educación digital acorde con los tiempos a los alumnos discapacitados auditivos. También al Colegio San Martín de Tours, mujeres, de Buenos Aires ([www.smt.edu.ar](http://www.smt.edu.ar)), que nos brindó la oportunidad de implementar muchas de las tecnologías que mencionamos en este libro, especialmente la idea del aula móvil con computadoras portátiles inalámbricas.



Al mismo tiempo, el avance prodigioso de los estudios neurocognitivos ha cambiado el panorama de la educación en todos los niveles. En este sentido los aportes de Howard Gardner y de Kurt Fischer, de la Escuela de Educación de la Universidad de Harvard, han sido decisivos en este cambio de paradigma que estamos experimentando respecto del «cerebro educado». No tenemos palabras para agradecer su apoyo constante y nuestra admiración por la obra considerable que desarrollan en el estudio de la mente, el cerebro y la educación. La reciente creación de la Internacional Mind, Brain and Education Society (IMBES, [www.imbes.org](http://www.imbes.org)) es un ejemplo que revela la creciente necesidad de integrar estos tres campos de estudio y de acción en un mundo globalizado.

Este libro es un ensayo para responder al desafío planteado por la teoría de las inteligencias múltiples de Gardner en la era del cerebro y las computadoras. Esperemos que la idea de una *inteligencia digital* también se convierta en un incentivo para colmar la brecha digital en la población escolar de los países en desarrollo.

En tal sentido, compartimos plenamente la propuesta originada por Nicholas Negroponte y sus colaboradores del MIT de entregar una computadora portátil de enorme versatilidad y potencia a cada chico, el programa One Laptop per Child (OLPC). Esta propuesta se ha concretado en un empresa sin fines de lucro y en una fundación ([www.laptop.org](http://www.laptop.org)) que ha desarrollado una computadora portátil (XO) inalámbrica, de muy bajo costo y de notable poder y versatilidad, diseñada especialmente para niños de edad escolar, robusta y bella, con una pantalla que se puede leer a pleno sol y con un consumo mínimo de energía, que alcanzará a millones de jóvenes usuarios y maestros en muchos países. La propuesta mundial de OLPC se basa en cinco principios:

- 1) la computadora es propiedad de cada niño y niña;
- 2) se puede usar a corta edad, aún antes de saber leer y escribir;
- 3) está conectada en red con las demás del mismo tipo y a Internet;
- 4) se implementa en forma masiva en una comunidad;
- 5) todos sus recursos informáticos son accesibles, libres y gratuitos (*open source*).

Este libro es un ejemplo de ello, pues ha sido cedido a OLPC para su consulta electrónica. Uno de nosotros, AMB, es actualmente Chief Education Officer de OLPC.

Desearíamos que este libro sirviera, a modo de guía, para explorar los nuevos caminos de conocimiento y comunicación que abre una inteligencia digital a una humanidad sedienta de paz y de justicia, de verdad, de amor y de belleza.

Antonio M. Battro y Percival J. Denham



## INTRODUCCIÓN

Vivimos en una era digital. Es imposible negarlo. La historia de la humanidad ha cambiado con el advenimiento de la computadora y de Internet (Negroponte 1997). Millones de mujeres y varones, niños, jóvenes y ancianos, usan hoy los nuevos instrumentos digitales y muchos lo hacen con una facilidad pasmosa. Después de haber trabajado durante casi dos décadas en el tema pensamos que hay suficientes pruebas para afirmar la existencia de una —¿nueva?— capacidad en la mente humana. Proponemos identificar esta capacidad intelectual como una verdadera *inteligencia digital*, origen y, también resultado, de la tecnología digital de nuestros días.

Pero no pretendemos haber establecido en forma definitiva la existencia de una inteligencia digital. Por el momento, es solo una hipótesis, un modelo que sometemos a prueba. Por eso recordamos que todas las menciones que hagamos del concepto de «inteligencia digital» constituirán una manera provisoria y abreviada de referirnos a una indagación en marcha, sometida a discusión, verificaciones y refutaciones. Reconocemos que hay otras alternativas, por ejemplo, que la inteligencia digital forme parte de la inteligencia lógico-matemática, como sugiere el mismo Howard Gardner (2006) o de la inteligencia lingüística, es decir que sea una sub-inteligencia de una inteligencia ya probada, o que sea una nueva «inteligencia en germen», un producto cultural propio de ciertas sociedades desarrolladas más que una capacidad natural de la especie humana. Incluso si estas u otras opciones se revelaran más correctas que las nuestras, queremos suponer que nuestro intento no habrá sido en vano, por cuanto habrá aportado algunas perspectivas novedosas sobre el tema. Por lo menos esto es lo que esperamos.

**ANALÓGICO Y DIGITAL.** Recordemos que «digital» se opone a «analógico». Decimos que una máquina es analógica cuando calcula mediante magnitudes físicas continuas que son «análogas» a las variables que ellas representan. Un buen ejemplo es una balanza con pesos diferentes en sus platillos: se inclinará hacia el lado de mayor peso y lo hará con velocidades diferentes en relación a la diferencia de peso en ambos brazos (ese tiempo de la balanza es inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la diferencia de peso). En cambio, una balanza electrónica transforma instantáneamente el peso del objeto en un código digital.

Al parecer, nuestro cerebro es capaz de procesar información tanto en forma analógica como digital, mediante códigos analógicos o simbólicos. Ya lo decía John von Neumann: «el lenguaje del cerebro no es el de las computadoras» (von Neumann 1958). Vivimos, además, en un mundo híbrido donde compiten las tecnologías analógicas y digitales, Steve Pinker sugiere que vivimos con «una mente digital en un mundo analógico» (Pinker 1999).

Tal vez el ejemplo siguiente pueda esclarecer esta situación. El control del automóvil exige una compleja actividad «analógica»: los comandos responden a movimientos continuos del conductor que gira el volante hacia la derecha o izquierda, que frena con los pies, que utiliza una mano libre para los cambios de velocidad, etcétera. Seguramente algún día los comandos serán totalmente «digitales» con reconocedores de voz, botones de control y sensores automáticos que permitirán un desplazamiento seguro por rutas pre-programadas. Ello provocará un genuino cambio digital (*digital shift*) en nuestros comportamientos viales. Algo semejante está sucediendo ya en la navegación aérea.

**LA TEORÍA DE LAS INTELIGENCIAS MÚLTIPLES.** Nuestro estudio se enmarca en la teoría de las inteligencias múltiples de Howard Gardner como una respuesta a su desafío de «incorporar nuevas capacidades a la familia de las inteligencias humanas» (Gardner 1983, 1999). Creemos que la inteligencia digital es una buena candidata para agregar a las ocho ya identificadas como inteligencias interpersonal, intrapersonal, musical, espacial, lógico-matemática, lingüística, corporal y naturalista. Postulamos la idea de que ella no se confunde con ninguna de las anteriores y en este ensayo intentaremos someterla a los estrictos criterios que el propio Gardner ha elaborado para probar su identidad.

En lo que sigue veremos si nuestro concepto de inteligencia digital ha pasado el examen de admisión a esta gran familia de las inteligencias humanas.

**ALGUNAS DEFINICIONES.** La palabra «digital» tiene múltiples sentidos y por eso puede ser fuente de confusión en el tema que estamos desarrollando. Se puede entender, entre otros sentidos, como:

- 1) un código numérico particular (en base 2, el código binario);
- 2) un extremo del espectro que va de lo continuo a lo discreto;
- 3) un lenguaje de programación, basado en reglas formales explícitas;
- 4) la capacidad motriz de usar los dedos de la mano, u otra parte del cuerpo.

Frente a estas interpretaciones reconocidas proponemos una nueva:

- 5) la habilidad de usar la alternativa básica, «sí o no», «acción o no-acción», en variados contextos, en particular, en el espacio digital virtual.

**OCHO CRITERIOS PARA IDENTIFICAR UNA INTELIGENCIA.** Gardner propuso seguir ocho criterios para establecer la existencia de una inteligencia particular, pero al revisar estos criterios, expuestos en su primera versión de la teoría, que data de 1983, reconoce que los presentaría de otra manera y que, en particular, haría mayor énfasis en los estudios comparados entre diferentes culturas. Señala, al pasar, que son muy pocos los investigadores que han seguido estos criterios con rigor, tanto entre los defensores como entre los detractores de la teoría de las inteligencias múltiples.

Evidentemente, como se verá, no todos los argumentos y datos que habremos de presentar en este libro satisfacen plenamente cada uno de los criterios de Gardner, pero creemos que muchos ya tienen un peso suficiente como para ser considerados válidos; otros, en cambio, exigirán mayor estudio. Entendemos que este libro es solo una primera tentativa y esperamos que otros investigadores logren completar lo que nosotros aún no hemos logrado.

Los criterios de Gardner establecen que cada inteligencia:

- 1) *Puede ser aislada por una lesión cerebral.* Por ejemplo, la acalculia es una perturbación específica de la inteligencia lógico-matemática para hacer cálculos numéricos, incluso muy simples, y está provocada por una lesión en el lóbulo parietal inferior derecho; la afasia es una deficiencia de la inteligencia lingüística en la comprensión y producción de la palabra (escrita, hablada o gestual) provocada por una lesión de las áreas de Broca y Wernicke, etcétera. Nos debemos preguntar entonces, si existirá un trastorno específico de la inteligencia digital causada por una lesión cerebral en determinadas áreas cerebrales. Aún no lo podemos afirmar con certeza, pero advertimos que en muchos casos de acalculia y afasia no se pierden las capacidades digitales, lo que iría a favor de una relativa independencia de la inteligencia digital respecto de las inteligencias lógico-matemática y lingüística. Por otra parte, además de las lesiones, que son una prueba indirecta de la existencia de «redes de módulos» neuronales, las nuevas tecnologías de imágenes cerebrales (PET, fMRI, OT, etcétera) permiten poner en evidencia directamente, en un cerebro intacto, la existencia de áreas de activación específica según cada modalidad cognitiva. En este sentido, discutiremos algunas observaciones que nos permiten inferir la presencia de circuitos neuronales dedicados a ejecutar una actividad cognitiva de carácter digital (capítulos 1 y 5).
- 2) *Tiene una historia evolutiva propia.* Se pueden rastrear las trazas de una inteligencia digital en la era pre-digital, especialmente en el uso de instrumentos que se basan en la activación manual de un dispositivo simple, mediante un simple clic. Esta acción elemental, de carácter binario, es seguramente el fundamento evolutivo de una inteligencia digital, que se manifiesta también en otras especies (capítulo 2).
- 3) *Está compuesta de sub-inteligencias.* Entendemos que la inteligencia digital tiene, por lo menos, dos componentes, la *opción clic* y la *heurística binaria*. Sobre este tema se puede avanzar con cierta precisión y profundidad en el mundo virtual de Internet, por ejemplo (capítulo 3).
- 4) *Se puede codificar en un sistema simbólico particular.* Nadie confunde la música con su notación, que varía, ade-

más, según las épocas. Lo mismo sucederá con la inteligencia digital, cuyo sistema simbólico tiene componentes sintácticos, semánticos y pragmáticos propios. Analizaremos sus diferencias con otras notaciones y códigos que se encuentran en otras inteligencias (capítulo 4).

- 5) *Se desarrolla de novicio a experto hasta un «estado final».* Este es seguramente el criterio más fácilmente reconocible en la vida cotidiana, en la familia, la escuela y el trabajo. Muchos lectores habrán experimentado este despliegue de las capacidades digitales en sus propias vidas, comenzando ya desde la propia infancia (capítulo 5).
- 6) *Tiene sus casos excepcionales, talentos y discapacidades.* La existencia reconocida de talentos precoces, prodigios y «savants» en el dominio digital propiamente dicho parecería satisfacer este criterio. Pero no resulta tan fácil identificar una «discapacidad digital» específica, aunque sabemos que ciertos trastornos pueden inhibir el desarrollo de una inteligencia digital, como sucede en muchas personas autistas (capítulo 5).
- 7) *Se puede interferir o transferir experimentalmente.* La «interferencia» significa que el ejercicio de una inteligencia particular puede perturbar la función de otra inteligencia, por eso no podemos realizar fácilmente un cálculo numérico (inteligencia lógico-matemática) mientras estamos conversando (inteligencias lingüística e interpersonal). Hay interferencias cruzadas entre ellas. Estas perturbaciones nos enseñan mucho sobre la independencia relativa de las diferentes inteligencias, y será preciso analizar también las eventuales interferencias de una inteligencia digital (capítulo 6). En cuanto a la «transferencia» de una habilidad digital, sabemos que la ejercitación continuada en el uso de las computadoras puede facilitar la comunicación entre personas (emails, chats) y mejorar la escritura en los niños, es decir que hay efectos positivos de una inteligencia digital sobre las inteligencias interpersonal y lingüística, por ejemplo (capítulo 8). Son, por último, muy ilustrativos los estudios comparados sobre el desarrollo de la inteligencia digital en diferentes culturas. En este aspecto aportaremos nuestra experiencia educativa en comunidades urbanas y rurales, aborígenes y marginales. Además, podremos comprobar los beneficios de ejercitar



esta capacidad digital en comunidades «especiales», como las de personas con discapacidades auditivas, por ejemplo (capítulo 5).

- 8) *Puede medirse*. Creemos que se puede ampliar el alcance de la psicometría para incluir el caso de la inteligencia digital, que se presta para mediciones y evaluaciones novedosas.

**UNA CULTURA DIGITAL.** Por lo pronto, podemos observar que las habilidades digitales se expanden prodigiosamente en las comunidades que tienen acceso a la informática y a Internet. De allí, la necesidad de ampliar la base de la nueva cultura y de superar la divisoria digital (*digital divide*) entre los que tienen y los que no tienen acceso a la informática e Internet. Además, comprobamos que muchísimos individuos, especialmente los niños de los más variados orígenes culturales y condiciones sociales, tienen una facilidad notable para usar las computadoras, lo que es una bendición. Y esta habilidad digital se extiende también a muchas personas con discapacidades de todo tipo. Estos casos, a veces marginales y extremos, nos ofrecen más argumentos a favor de la existencia de una inteligencia digital de alcance universal, como veremos más adelante.

Por otra parte, nuestro cerebro no ha evolucionado biológicamente desde la invención de la escritura y, en este sentido, no podemos considerar a la computadora como el producto de un cerebro más evolucionado que el de nuestros antepasados. Nadie afirma, pues, que la cultura digital haya desarrollado una corteza cerebral más evolucionada en la especie humana actual, pero nos permitimos suponer (y eso habrá que probarlo) que el aprendizaje digital provoca en cada individuo un desarrollo específico de algunos circuitos de neuronas, que sin transmitirse hereditariamente a los descendientes podrían producir cambios cualitativos y permanentes en la mente de muchos millones de personas en el siglo XXI. En este sentido, podemos decir que no se trata de un desarrollo «genético», codificado por los genes de la especie, sino de un despliegue «epigenético» del potencial humano de cada individuo.

**NUESTRO COMPROMISO DIGITAL.** El tema que queremos analizar está profundamente incorporado a nuestras vidas, que hemos dedicado a la educación. En realidad, no nos podemos desconectar

de nuestros alumnos, pasados, presentes y futuros, vivimos en una «familia conectada», como bien dice Seymour Papert (1997) y es a partir de ella que contemplamos admirados el crecimiento de la «nueva criatura», esta prodigiosa capacidad digital de la persona humana. Pero junto al progreso aumentan las expectativas y también los temores. Nos planteamos, por eso, no solo las ventajas de esta importante innovación tecnológica y su impacto en la educación sino también la cuestión fundamental de los valores.

Nos preocupa el mal uso de estas herramientas y, a la vez, estamos muy comprometidos con su uso humanitario en la educación especial y la rehabilitación. Creemos firmemente en las nuevas oportunidades laborales, educativas y culturales que se abren para todos los que acceden a estos instrumentos, que son preciosos para promover y asegurar la libertad de los individuos y de las naciones. Por último, nos apasiona investigar el desarrollo de tantos «gérmenes digitales» que están fecundando nuestro planeta y queremos ser protagonistas de una nueva y extraordinaria aventura de la humanidad. Algunos ya imaginan una «ciudadanía digital». Por eso este libro se puede entender, también, como una búsqueda de una inteligencia para el siglo XXI.



## LOS HÁBITOS DIGITALES

*Nec manus, nisi intellectus, sibi permissu, multam valent; instrumentis et auxiliibus res perficitur.*

(Ni la mano ni la mente libradas a sí mismas valen mucho; es menester contar con instrumentos y prótesis para perfeccionarlas.)

Francis Bacon, *Novum Organum*

En los términos de Howard Gardner, «una inteligencia es una nueva construcción conceptual que se basa en los potenciales y en las capacidades biológicas y psicológicas». Es fundamental subrayar estos dos últimos aspectos, que hoy se integran en el amplio campo común de las neurociencias cognitivas. Dicho de otra manera, «una inteligencia es un potencial biopsicológico para procesar aquella información que podrá ser activada en un contexto cultural para resolver problemas o crear productos considerados valiosos para esa cultura» (Gardner 1999, 34).

Una inteligencia, en consecuencia, no es una «cosa» sino una potencia, una capacidad. A veces estas capacidades están deterioradas por una lesión cerebral y, por esa razón, resulta de enorme importancia el estudio de personas con discapacidades para entender el lugar y el papel que desempeña una inteligencia particular en la vida humana. Por otra parte, el desarrollo cerebral —normal o patológico— del infante al adolescente deberá ponerse en relación, aunque sea de manera indirecta, con el tema del desarrollo de la inteligencia digital y de la escolarización en el siglo XXI. Estos estudios forman parte de lo que se ha dado en llamar «neuroeducación» o «neurociencias educacio-

nales» (Battro, Fischer y Léna, en prensa). Se trata de un campo que está adquiriendo creciente importancia en todo el mundo.

No queremos embarcarnos en la polémica de «naturaleza vs. cultura» en nuestra búsqueda de los fundamentos de una inteligencia digital. Nuestra dotación genética y nuestra cultura adquirida no se pueden separar artificialmente. De hecho, la cultura se expresa en el cerebro. Estudios recientes con técnicas de imágenes cerebrales han encontrado, por ejemplo, diferencias importantes en la activación de las neuronas según la lengua que hable el individuo (Paulesu et al. 2000). Otra prueba de ello es el prodigioso despliegue del lenguaje humano en el tiempo y en el espacio. Nuestra especie tiene la capacidad única de poder hablar para comunicarse y la historia que podemos reconstruir nos permite inferir que el lenguaje articulado ha sufrido una evolución constante desde los primeros homínidos hasta el presente. La existencia de miles de lenguas en el planeta en el momento actual es un signo más de la extraordinaria plasticidad de nuestro cerebro en la manipulación simbólica. Una de esas lenguas tiene un carácter rigurosamente formalizado y se expresa en el «código digital» que permite comunicarnos con las computadoras y programarlas, lo que a su vez provoca, indirectamente, a través de muchos intermediarios, un cambio profundo en nuestro sistema de comunicación social, es decir de nuestra cultura.

Pero esos códigos digitales, esos lenguajes de programación, en sentido estricto, son una especialidad de muy pocos expertos en computación, la enorme mayoría de las personas no tiene acceso a estos recursos simbólicos, ni necesita de ellos para adquirir una habilidad digital práctica ni para usar una computadora. A nuestro entender, la inteligencia digital no se reduce, en absoluto, a la producción de códigos digitales, función que consideramos propia de las inteligencias lingüística y lógico-matemática. Por lo contrario, como veremos más adelante, y esto es esencial, pensamos que la inteligencia digital tiene su raíz en un proceso de decisión, previo a todo lenguaje formalizado, que llamamos «opción clic». Esta capacidad de decisión, de optar por sí o por no, es previa a las computadoras y al número.

**EL SENTIDO NUMÉRICO Y EL DIGITAL.** En algunas lenguas se identifica «numérico» con «digital», lo que puede confundir, como sucede en francés, donde al «lenguaje digital» se lo llama «lenguaje nu-

mérico». En castellano la diferencia, felizmente, es bien clara. Por otra parte, la distinción entre actividad numérica y digital, entendida como una opción clic, es capital para entender nuestras ideas. En cuanto al número, es interesante mencionar los recientes estudios de Stanislas Dehaene sobre los circuitos neuronales que actúan como procesadores numéricos elementales en el cerebro humano (y en otras especies), los que podrían justificar la existencia de un verdadero «sentido numérico», es decir un componente esencial de la inteligencia lógico-matemática (Dehaene 1997 y 2005). Pero esta vertiente numérica no formaría parte de la inteligencia digital, tal como la postulamos aquí.

En cuanto a la existencia de un eventual «sentido digital», una «intuición digital» básica comparable al «sentido numérico» propuesto por Dehaene y que sea precursora de una «inteligencia digital» propiamente dicha, no hay, todavía, evidencias directas. Sin embargo, no es mera coincidencia que muchos experimentos de laboratorio, tanto en psicología animal como en psicología humana, se basen en simples alternativas, en una selección binaria, por sí o por no, cuando se pulsa un botón o un interruptor. La opción clic es, por cierto, observable en muchas especies, y esta universalidad nos permite afirmar que juega también un papel determinante en la inteligencia digital de los seres humanos.

Es importante reconocer, además, que las nuevas tecnologías digitales pueden actuar como verdaderas «prótesis informáticas» del sistema nervioso (Papert y Weir 1973, Valente 1983, Rose y Mayer 2000, Battro 2000 y 2002) y que son capaces de compensar ciertas deficiencias producidas por lesiones del sistema nervioso. Gracias a ellas muchas personas con discapacidades motrices y sensoriales logran alcanzar un alto nivel de desempeño intelectual, algo que será más frecuente a medida que nos adentremos en la era digital. En este sentido, la cita de Francis Bacon que encabeza este capítulo adquiere nueva vigencia.

**CALIGRAFÍA Y DACTILOGRAFÍA.** Para seguir avanzando en este tema, es necesario establecer una distinción clara entre «escritura analógica» y «escritura digital». La escritura manual, y la caligrafía en particular, son típicos ejemplos de habilidad analógica, donde un movimiento continuo de la mano deja un trazo continuo, un movimiento discontinuo un trazo discontinuo, mucha presión del lápiz un trazo grueso, poca presión un trazo fino.

Hay en estos casos siempre una «analogía» entre la producción y el producto. No sucede así con la escritura digital. Cuando escribimos letras, sílabas, palabras, frases o caracteres ideográficos con una computadora, usando el teclado u otros sistemas alternativos (reconocedor de voz, interruptores, etcétera) no «reproducimos» paso a paso la forma gráfica sino que la «producimos» de manera inmediata y casi mágica.

Tal vez el «salto digital» se produzca con mayor celeridad en aquellas culturas, como la china, que usan ideogramas y donde la dificultad del aprendizaje de los signos ha mantenido marginados a millones de ciudadanos. Hoy, gracias a las computadoras el panorama está cambiando rápidamente. En la China se usa un formato de escritura llamado *pinyin*, cuya característica es que una misma expresión puede corresponder a decenas de ideogramas diferentes. El escritor deberá aprender a discriminarlos. Este ejercicio de escritura china con las computadoras es novedoso y opuesto al habitual: tradicionalmente los ideogramas se construyen paso a paso, de los más sencillos a los más complejos, tarea que lleva miles de horas de práctica a los alumnos chinos. Ahora todo este esfuerzo se puede reducir drásticamente, con lo que aumentan sensiblemente las posibilidades de enseñar a escribir y a leer a la inmensa población de ese país. Además, con la computadora se ha producido en la China un cambio cognitivo interesante, de índole cultural, puesto que con la moderna práctica digital muchos reconocen que van perdiendo, por falta de ejercitación, la capacidad de construir los caracteres, trazo por trazo, pero no así la capacidad de reconocerlos, de leerlos.

Como consecuencia de estas transformaciones se ha instalado un duro debate cultural en la China al aumentar el número de personas que entienden el lenguaje escrito, ante todo, como un medio de comunicación y no tanto como un rito o una caligrafía, y que tienen prisa de integrarse a la sociedad globalizada (Lee 2001). En el futuro, las habilidades caligráficas tradicionales de la cultura china, puramente analógicas, quedarán, seguramente, reservadas a los artistas de la pluma y del pincel, que seguirán creando belleza con ellas.

También es bueno recordar que el japonés se puede expresar tanto en la caligrafía de un ideograma (*kanji*) o en una escritura fonética (*katakana*). Merece señalarse que la primera se procesa preferentemente en el hemisferio cerebral derecho y la segunda

en el izquierdo. Por esta razón, muchos afásicos de lengua japonesa con una lesión en el hemisferio izquierdo no pierden la grafía kanji.

**DICTAR Y ESCRIBIR.** No solo el procesador de texto controlado por el teclado tiene ventajas indudables de legibilidad y de rapidez, también el dictado mediante sistemas que reconocen la voz humana ha producido una revolución práctica y teórica. En general, la máquina responde bien a la palabra correctamente articulada y funciona como una poderosa amplificación de nuestras habilidades digitales, como una ayuda muy oportuna para superar ciertas discapacidades motrices y sensoriales. Pero no se reduce a esta actividad compensatoria o supletoria, nos parece también que debería enseñarse a dictar a una computadora en la escuela común.

Aquí se plantea una cuestión de significativo alcance didáctico, que concierne de cerca al desarrollo de una inteligencia digital en la escuela. Una cosa es dictar y otra escribir, son dos sistemas cognitivos diferentes, y dos maneras de procesar la información por parte del cerebro, y volveremos sobre esto más adelante. Se trata de un campo abierto a la investigación, que irá cobrando cada día mayor relevancia pedagógica a medida que se perfeccionen los sistemas de reconocimiento de la palabra hablada (Battro y Denham 1997).

**LA LENGUA MATERNA Y LA DIGITAL.** Hoy sabemos que el cerebro de una persona bilingüe precoz difiere del de un bilingüe tardío que ha adquirido la segunda lengua después de los 11 años. En el primer caso, se activan las mismas áreas en ambas lenguas; en el segundo, en cambio, las áreas se distinguen claramente (Dehaene et al. 1997). Investigaciones recientes demuestran —como dijimos antes— que la cultura, en este caso expresada en la lengua materna, se incorpora de manera estructural en el cerebro humano. Por ejemplo, cuando un lector inglés lee un texto en su idioma nativo usa predominantemente zonas de la corteza cerebral frontal izquierda y temporal inferior; en cambio, cuando un lector italiano lo hace en su lengua materna utiliza más la región temporal superior. Esto tiene que ver con la estructura misma del lenguaje. En efecto, las reglas fonológicas que gobiernan el paso de las letras al sonido son más simples en italiano (o en español) que en inglés, donde palabras que difieren solo en una



letra, como *cough*, *bough*, *dough* y *tough*, no se pronuncian de la misma manera. En definitiva, hay lenguas más «transparentes» que otras respecto a las relaciones entre ortografía y fonología, en este sentido podemos afirmar que el «cerebro de la lectura» para el inglés no es el mismo que para el italiano (o para el español) (Paulesu et al. 2000). Además, cuando aprendemos a leer en una segunda lengua, de alguna manera «cambiamos de corteza cerebral» (Fazio et al. 1997). Por supuesto, no tomamos conciencia de este hecho que se gesta en la intimidad de nuestras neuronas, pero lo podemos verificar observando las imágenes del cerebro lector.

Algún día se podrá estudiar también el cerebro de una persona que aprende a usar el «lenguaje digital», el lenguaje de computadora, como una lengua más. El razonamiento es el siguiente: si las diferentes lenguas naturales se incorporan, como parecería ser, en zonas específicas de la corteza cerebral, es probable que una lengua artificial, como la que se usa en programación, también se materialice en circuitos neuronales propios. De todas maneras, este experimento —a realizar— se refiere a las inteligencias lingüística y lógico-matemática más que a la propiamente digital que, a nuestro entender, no se confunde con las dos mencionadas, aunque ciertamente está relacionada con ellas.

**DIBUJAR CON LA PALABRA.** Las nuevas herramientas informáticas han abierto, indudablemente, un nuevo mundo a la inteligencia humana, al permitir que una capacidad cognitiva dada pueda expresarse en diferentes formatos. Una de las transformaciones más notables ha sido la introducción de herramientas digitales para dibujar. Al pasar de un dibujo hecho con la mano a otro realizado por una computadora, se alteran no solo las órdenes motrices sino también el planteo mismo del dibujo.

Tomemos el caso, al que tuvimos el privilegio de asistir, de un arquitecto que en la mitad de su exitosa carrera profesional quedó cuadripléjico debido a una esclerosis múltiple (Battro 1991 y 2000, Battro y Denham 1997). Como era una persona de poderosa inteligencia y extraordinaria voluntad, superó ese trance y logró reemplazar sus manos gracias a una computadora y a un reconocedor de voz, con los cuales pudo retomar exitosamente su profesión. En esta transformación «digital» recibió el apoyo y la devoción de su familia y de los profesionales que lo asistieron hasta su muerte, que todos lamentamos profundamente.

Su ejemplo nos ayudó a comprender de qué manera la corteza cerebral puede reemplazar un dibujo convencional, «analógico y continuo» hecho a mano con un lápiz, con un control «digital y discontinuo», realizado con su voz, con órdenes habladas. En este caso, la computadora actuó como una interfaz que le permitió transferir el control cortical de los movimientos de la mano y los dedos necesarios para dibujar, ahora impedidos por la enfermedad, a las zonas que procesan la palabra, especialmente al área de Broca. Logró así desarrollar con estos recursos informáticos una nueva y genuina inteligencia digital, una capacidad cognitiva superior de un nuevo tipo, la de «dibujar con la palabra». Es interesante consignar que jamás había utilizado una computadora antes de ponerse en contacto con nosotros, acuciado por su deseo de superar su discapacidad motriz. Hicimos varias pruebas para encontrar la mejor interfaz que pudiera eliminar el teclado, hasta que dimos finalmente con una solución elemental, el lenguaje de programación Logo para dibujar, que podía activarse con instrucciones vocales muy simples (adelante, atrás, con pluma, etcétera). Sus primeros intentos fueron alentadores y en pocas sesiones logró producir figuras lineales en dos y tres dimensiones (Reggini 1985). Una vez que comprendió el poder de diseño de estos sistemas digitales simples pudo pasar sin mayor dificultad al CAD (*computer aided design*) con todo su potencial gráfico, y volvió a producir dibujos y planos arquitectónicos de alta calidad profesional.

El control vocal de un proceso de diseño no es sencillo y supone la transferencia de un control motor a uno lingüístico. Se trata de un cambio de corteza cerebral (*cortical shift*), de un genuino «cambio digital» (*digital shift*) que se realizó, en este caso, con el auxilio de un reconocedor de voz acoplado a un *software* de dibujo. Era maravilloso observar el trabajo que realizaba en su «nicho digital». Además, desde su silla de ruedas controlaba un conjunto de equipos a través de comandos verbales para escuchar música, escribir textos, usar el teléfono, la TV y la radio. Pero esta nueva habilidad digital aplicada al diseño arquitectónico fue el resultado de una agenda rigurosa y ascética. En primer lugar, debió entrenar el reconocedor de voz para que identificara alrededor de 150 instrucciones de CAD y después tuvo que armar una base de datos de los diseños de elementos más usados en dos y tres dimensiones. Solía decir que «hay mil maneras de producir un proyecto arquitectónico con la compu-

tadora, pero solo uno que da el sentimiento de armonía y de placer estético». Enviaba sus planos y se conectaba con los colegas de su estudio por módem, en particular con su hijo arquitecto que aprendió a usar la computadora para ayudar a su padre. Es un hecho, dicho sea de paso, que, muchas veces, la persona con discapacidad es la que promueve una «conciencia digital» entre sus allegados.

**LA OPCIÓN CLIC, CONDICIÓN SUFICIENTE.** Pensamos que la inteligencia digital se basa en la selección de una alternativa simple, la opción clic, que es la unidad fundamental de una heurística binaria, una habilidad de alcance eminentemente práctico. Esta opción se expresa en diferentes entornos o soportes, en el proceso elemental y universal de oprimir botones, mover manivelas y controlar interruptores de todo tipo, que la cultura industrial ha desarrollado con una amplísima variedad desde hace dos siglos, en muchos tipos de consolas y equipos electromecánicos. Pero debemos reconocer que esta «habilidad digital» ha tenido un crecimiento vertiginoso y explosivo a partir de las computadoras personales desarrolladas solo hace un par de décadas, lo que ha dado lugar a una nueva cultura digital sin antecedentes en la historia. Trataremos ahora de demostrar que esta opción clic es de carácter «material» y no se identifica simplemente con una alternativa «formal» propia de un álgebra de Boole. De lo contrario la opción clic se incluiría dentro de una inteligencia lógico-matemática y vana sería nuestra propuesta.

Analizaremos, en primer lugar, el caso de una opción clic que se realiza sin ayuda de computadora. Se trata de la historia dramática de Jean-Dominique Bauby, autor de un libro maravilloso, *La escafandra y la mariposa* (Bauby 1997). Una lesión destruyó gran parte de su cerebro y dañó irremisiblemente su capacidad motriz, condenándolo a una absoluta inmovilidad y dependencia, pero preservando su lucidez y conciencia. Como a veces sucede en esos casos extremos de «encierro cerebral» (conocidos en la terminología inglesa como *locked-in syndrome*), Bauby solamente podía controlar un pequeño grupo de músculos, en este caso cerrar o abrir un ojo a voluntad, el izquierdo. Para Bauby esta era la única señal que podía emitir a su entorno. Se trataba, evidentemente, de una opción binaria elemental, una opción clic, llevada a su mínima expresión. Incapaz de hablar, de comer, de moverse, de comunicarse por gestos, se había

convertido, en sus propios términos en «casi una planta». Y se refería a esta terrible situación con ironía y gracia, imaginando a sus amigos en un restaurante de París hablando de él como de una «verdura» más. ¿Pero cómo llegó a expresar por escrito estos sentimientos y su dramática experiencia de una enfermedad devastadora, que finalmente lo llevó a la muerte? Haciendo uso de la opción clic, la base funcional de toda inteligencia digital.

Como dijimos, su único movimiento voluntario consistía en guiñar su ojo izquierdo. De esta manera podía comunicarse con sus asistentes, mediante un procedimiento muy precario y lento pero efectivo: un asistente presentaba el alfabeto francés ordenado de la letra más frecuente (E) a la menos frecuente (W), a saber: E-S-A-R-I-N-T-U-L-O-M-D-C-P-F-B-V-H-G-J-Q-Z-Y-X-K-W. Cada vez que el escritor identificaba una letra guiñaba el ojo y el asistente la escribía en una hoja de papel. De esta manera, penosa y monótona, Bauby logró la hazaña de escribir un libro notable. Había puesto en marcha un sistema heurístico binario muy eficiente que se basaba en hacer un simple clic cerrando el ojo, una acción elemental que, a falta de computadora, registraba un asistente.

Solamente pensar en tal situación nos conmueve, pero Bauby supo vencer su terrible circunstancia con increíble valor. Durante la noche imaginaba, enteramente, una página de su relato, la construía en detalle y la memorizaba. Al día siguiente, con ayuda de un asistente y de su método de seleccionar las letras con un guiño, dictaba sus frases, letra por letra. De esta manera, simple y trabajosa, logró terminar su libro, que resultó un éxito de librería, aunque su autor no tuvo la alegría de saberlo, ya que murió poco tiempo antes de su publicación.

En lo que nos concierne, este es un ejemplo de un desempeño binario en su forma más elemental, la alternativa de «guiñar o no un ojo». En este caso hemos alcanzado el límite, la unidad de una acción voluntaria, una opción clic fisiológica, sin teclado ni *mouse*. Podemos imaginar que de haber contado Bauby con un sistema de computación, en lugar de aquella precaria presentación del alfabeto, seguramente habría podido avanzar con mayor facilidad en su penoso trabajo de escritor. Pero este ejemplo nos revela la condición suficiente que buscamos para identificar una inteligencia digital, aun en ausencia de una computadora, a saber: la opción clic. Es evidente que la superioridad de una computadora sobre cualquier otra máquina reside en

su flexibilidad ilimitada para encadenar acciones elementales y formar sistemas complejos. Su versatilidad y velocidad de procesamiento convierten a la computadora en la condición necesaria para el desarrollo de una inteligencia digital. Sin computadoras la inteligencia digital no se podría desarrollar ni expresar en su plenitud, estaría latente, como en el caso de Bauby. Dicho de otro modo, la computadora es la condición necesaria y la opción clic la condición suficiente en la expresión de una inteligencia digital.

Otro ejemplo célebre, esta vez con ayuda de la computadora, es la de Stephen Hawking, el destacado físico inglés, que debido a una esclerosis lateral amiotrófica perdió, siendo joven, el uso de sus extremidades y más tarde por secuelas de esta enfermedad devastadora, también la capacidad de hablar. A pesar de estas tremendas restricciones en su comunicación, Hawking continuó en su cargo de profesor en la universidad de Cambridge. Pero a diferencia del escritor francés, el físico inglés ha tenido a su disposición una computadora que controla con un simple interruptor, lo que le permite seleccionar una letra, una palabra o una frase en la pantalla, sin necesidad de asistencia y con relativa facilidad. Además, cuenta con un sintetizador de voz, que transforma la palabra escrita en voz sintética (que hasta hace poco tiempo hablaba con acento norteamericano, para su consternación). En ambos casos podemos identificar dos ejemplos concretos de opción clic, uno con ayuda de una computadora, otro sin ella. Pero solo Hawking tuvo la oportunidad de desarrollar una inteligencia digital genuina, Bauby se limitó a usar la opción clic para escribir.

**ESCRITORES CIEGOS Y HERRAMIENTAS DIGITALES.** Podemos extender este análisis digital a otras circunstancias igualmente dolorosas, como sucede con las personas ciegas o deficientes visuales. Por una parte, gracias a las computadoras los discapacitados visuales tienen varias opciones prácticas para escribir. Por la otra, los sintetizadores de voz permiten transformar cualquier texto digital en un texto hablado, por ejemplo, permiten leer el diario en Internet y lo mismo se puede hacer con un scanner que lea en voz alta textos impresos sobre soporte de papel (libros, revistas, documentos). Estas herramientas digitales están revolucionando la vida de millares de seres humanos.

Pero no todos los escritores ciegos están dispuestos a utilizar los recursos digitales. Para muchos el estilo oral no resulta

compatible con el escrito, como declaró Jean Paul Sartre, quien dejó de escribir cuando perdió la vista en sus últimos años. En cambio, Jorge Luis Borges, que quedó ciego al promediar su vida, nunca abandonó su tarea de escritor aunque no pudiera escribir. Tenía una memoria prodigiosa para recordar las frases que iba construyendo y no perder el hilo de sus ideas. Adquirió así el hábito de dictar a sus asistentes, pero merece destacarse que nunca lo hizo con un grabador, ni menos aún con un *software* de dictado (Kodama 2000). Estos son dos contra-ejemplos eminentes de la era «pre-digital», pero podemos prever que las interfaces digitales ayudarán mucho a los escritores ciegos del siglo XXI. Lo que cambiará en ellos será la organización mental para producir un «texto al dictado», como ciertamente sucede en la composición de un «dibujo con la voz», como vimos antes. Tal vez podríamos llamar «dictores» a los escritores que no escriben sino que dictan...

Es interesante recordar que existen indicios de una gran plasticidad neuronal en el cerebro de las personas ciegas que aprenden a leer al tacto los caracteres de Braille, por una parte se expande con la práctica la región cortical que representa al dedo lector, por otra las personas que han sufrido una ceguera precoz demuestran una sorprendente activación de la corteza visual durante ese proceso de aprendizaje del Braille (Pascual-Leone et al. 1999). Estos datos ponen en evidencia la enorme complejidad neurocognitiva de la lectura y no sería de extrañar que se advirtiera también una reorganización del cerebro lector frente a un hipertexto, por ejemplo, lo que implicaría la identificación de una habilidad digital aplicada a la lectura en el nivel neuronal.

**LA DISCAPACIDAD AUDITIVA EN LA ERA DIGITAL.** Otro campo asistencial y de estudio es el de la discapacidad auditiva y la computación. En este terreno nos iniciamos hace más de veinte años. En aquella época la computadora no era un instrumento común en la enseñanza y su costo era aún muy alto. Solo algunas pocas escuelas privadas contaban con laboratorios de informática y ciertamente las computadoras no estaban en red, los alumnos se sentaban de dos o tres frente a una misma máquina y tenían un acceso muy restringido a la tecnología digital, solo unas pocas horas por mes. Gracias a las facilidades que nos brindó el Instituto Oral Modelo de Buenos Aires (Battro y Denham 1989) pudimos

proponer otro esquema de trabajo con los alumnos sordos que resultó muy exitoso para aquellos años. Instalamos un sistema de correo electrónico con acceso remoto por módem telefónico desde algunas casas y dentro de la escuela. Además de los laboratorios de informática, donde los alumnos se ejercitaban con el sistema Logo desarrollado por Seymour Papert en el MIT (Papert 1980), conectamos a la red una terminal accesible sin restricciones en el hall de entrada de la escuela. Esta experiencia nos llevó, años después, a difundir el mismo esquema de «aula expandida», distribuyendo computadoras no solo en el aula sino también en los pasillos y patios. Cuando se difundió Internet y, más recientemente, se comercializaron las computadoras portátiles inalámbricas, esta solución se reveló como la más natural y satisfactoria. Aquellos niños sordos se contaron entre los primeros del mundo que desarrollaron un hábito digital pasando, muy naturalmente, de una «discomunicación analógica» —donde la comunicación telefónica estaba excluida— a la telecomunicación digital. De alguna manera, ellos precedieron y guiaron a sus discípulos y familiares oyentes a entrar en el mundo digital. Muchos de nuestros alumnos sordos oralizados de aquel entonces son hoy profesionales de informática y han desarrollado una inteligencia digital que les ha resultado de gran provecho en su vida cotidiana y de trabajo.

Cuando la comunicación no pasa por el lenguaje oral y se basa en el lenguaje gestual también es posible adquirir una inteligencia digital. Un niño sordo gestual puede aprender a usar una computadora, aunque en su desempeño social tenga mayores obstáculos que aquel discapacitado auditivo correctamente oralizado que aprendió a comunicarse con la voz. Se ha demostrado, además, que el lenguaje gestual se procesa en las mismas zonas del cerebro que el lenguaje verbal y se puede deteriorar por aquellas lesiones corticales que producen afasias en los oyentes. Esto lleva a pensar que el procesamiento cerebral subyacente tiene varios aspectos en común en ambos formatos, gestual u oral (Klima y Bellugi 1988, Petitto et al. 2000). En el capítulo 6 veremos que una medida de la «distancia», de la independencia entre las inteligencias, es la posibilidad de interferencias entre ellas. Por lo que advertimos, el desarrollo de la inteligencia lingüística, sea oral o gestual, no interfiere con el despliegue de una inteligencia digital en el caso de las personas con discapacidad auditiva, lo que es un argumento a favor de la independencia de esta última.

El panorama de la educación «digital» del hipoacúsico se ha enriquecido recientemente con el progreso formidable de los implantes cocleares, que han cambiado la vida de tantos discapacitados auditivos. También el cerebro se adapta al implante, como veremos más adelante (Giraud et al. 2001). El alumno sordo implantado debe construir un mundo nuevo de asociaciones auditivas donde la computadora puede cumplir también un papel protésico. Entramos aquí de lleno en el mundo fascinante de las neuro-prótesis computacionales, donde se plantean nuevos desafíos para la inteligencia humana.

**EL EXPERIMENTO PROHIBIDO.** En general, el niño comienza a escribir con una computadora después de haberse iniciado en la escritura con lápiz y papel. Solo cuando el estudiante manifiesta alguna discapacidad (motriz, sensorial o de lenguaje) el maestro y la familia están dispuestos a tomar el atajo de la computación y del procesador de texto e invertir el proceso tradicional. Aquí la situación se invierte y es el niño discapacitado quien se convierte, a veces, en el único privilegiado que puede llevar una herramienta digital a su clase para escribir. En este caso se evita el largo camino analógico del aprendizaje de la escritura, ya que nadie podría oponerse a este uso humanitario y precoz de la computadora. Puede suceder, entonces, que este niño convenientemente equipado llegue incluso a superar en habilidades de escritura a sus condiscípulos no discapacitados obligados a pasar por todas las etapas del dibujo de una letra hasta la laboriosa confección caligráfica de una frase. El primero ahorra mucho tiempo en la adquisición de una habilidad fundamental como es la escritura mientras que los otros, a pesar de vivir en la misma era digital, están obligados a recorrer el trayecto de las generaciones pre-digitales.

La situación nos parece paradójica, pues si es tan bueno el procesador de texto para el usuario discapacitado, ¿por qué no lo será también para los demás? De hecho, parecería que enseñar a un niño a escribir con un procesador de texto en la computadora antes de usar el lápiz y el papel fuera algo así como un «experimento prohibido». Queremos dejar en claro, por otra parte, que nosotros estamos decididamente a favor de una «estimulación digital temprana», de la misma manera que estamos a favor de una enseñanza precoz de una segunda lengua. Es un hecho que cuanto antes se adquiera una segunda lengua



mejor será asimilada. Una persona bilingüe precoz procesa ambas lenguas en la misma zona del cerebro; en cambio, cuando la segunda lengua se adquiere tardíamente esta se procesa en otras zonas del cerebro. Sabemos, además, que después de los 11 años esa «ventana» se va cerrando y se hará más difícil hablar sin «acento». ¿Habrá acaso el equivalente de un «acento digital» para los que comienzan a desarrollar los hábitos digitales tardíamente? Es una pregunta que sugiere nuevas investigaciones.

## LA EVOLUCIÓN DIGITAL

¿Qué es la ciencia? Lo que el padre enseña al hijo. ¿Qué es la tecnología? Lo que el hijo enseña al padre.

Michel Serres

La inteligencia digital también tiene su propia historia evolutiva, dentro y fuera de la especie humana. Este hecho es importante para encuadrar los estudios realizados en el hombre, desde la infancia hasta la vejez, tanto en las sociedades más primitivas como en las más desarrolladas, dentro de un marco evolutivo general. En este capítulo intentaremos rastrear trazas de la opción clic, de la unidad elemental de decisión, en varias conductas del hombre y de los animales, espontáneas o provocadas, en la naturaleza y en el laboratorio.

En un extremo del espectro del mundo digital tenemos, por ejemplo, a un joven navegando por Internet tomando una serie de decisiones, que se expresan por una sucesión de opciones clic que son los elementos de una heurística binaria, los ladrillos de un camino, de una búsqueda, a veces muy compleja. En otro extremo, observamos a una rata de laboratorio pulsando un botón con su hocico o bajando una palanca con una pata delantera para buscar su alimento y recompensa. Por supuesto, ello no significa que estas conductas sean equiparables, sus diferencias son más que obvias, pero tienen algo muy importante en común, la opción clic. Por eso le podemos atribuir a ambas especies una inteligencia digital. Esto no nos debe extrañar, sucede algo semejante, por ejemplo, cuando estudiamos la inteligencia espacial de una rata en un laberinto y la de un conductor de automóvil en la ruta. En ambos casos se trata de un procesamiento

espacial que involucra circuitos neuronales especializados y, en cierto sentido, comparables. Conviene siempre recordar que la palabra *inteligencia* deriva de dos términos latinos (*inter* y *legere*) y significa «elegir entre distintas opciones», siendo la elección en una alternativa binaria la más simple posible.

**EL PROTOCOLO BINARIO.** Este modelo binario, que se manifiesta claramente en la capacidad de accionar un interruptor, es la base de un número considerable de pruebas realizadas con animales de diferentes especies. Es sabido que los monos y los primates tienen una gran facilidad para pulsar botones y mover palancas, cosa que también hacen las ratas o los delfines, las palomas o los loros (Pepperberg 2000), por ejemplo. No es necesario entrar en el detalle del diseño experimental de estas investigaciones de la psicología comparada, pero sí podemos detenernos algo más en el análisis de la acción elemental de accionar un interruptor. A nuestro entender, se trata de un mecanismo que habilita una alternativa «material», que no tiene carácter «formal» alguno, es siempre una «elección» particular, una opción muy concreta, pre-lingüística y pre-lógica, que comparten los infantes humanos con muchos animales. Por supuesto, esto no significa que todos aquellos organismos capaces de controlar un interruptor para seleccionar una alternativa elemental del entorno hayan desarrollado un mismo «tipo» de inteligencia digital, o un mismo grado de inteligencia digital. Muy por el contrario, todo indica que hay límites y diferentes niveles de desarrollo de las capacidades digitales, en el sentido que las hemos definido aquí. Nuestra tesis se formula, cautamente, como un condicional:

*Si un comportamiento particular, en cualquier especie animal, se basa en decisiones elementales del tipo binario, entonces podemos atribuirle el carácter de una opción clic genuina, que en algunos casos podrá llegar a desembocar en una inteligencia digital con niveles crecientes de desarrollo.*

Pero ¡atención!, tanto la opción clic y la heurística binaria como la inteligencia digital no son «objetos» físicos sino «procesos» cognitivos. No se basan en las propiedades binarias de una red natural o artificial de neuronas, ni en las conformaciones bi-estables de las moléculas de los canales iónicos que controlan

un impulso nervioso de tipo «todo o nada». El atributo «digital» en el campo cognitivo, como lo entendemos aquí, se refiere solo a un universo abstracto de alternativas posibles, a un «espacio de decisiones», a un procedimiento de búsqueda, no a la física o química de un proceso neuronal subyacente.

**LA PSICOLOGÍA EVOLUCIONISTA Y EL MUNDO DIGITAL.** La psicología evolucionista, impulsada por investigadores como Barkow, Cosmides y Tooby (1992) y Mithen (1996), se propone investigar «la existencia de *mecanismos simples de decisión* que se encuentran en acción en el comportamiento de organismos actuales, incluyendo a los humanos. Estas heurísticas, *frugales y rápidas*, logran ser rápidas *a)* al procesar la información de una manera simple, *minimizando la cantidad de información* que debe ser captada y usada en las búsquedas e inferencias, y *b)* explotando aquellas estructuras de información *disponibles en el medio ambiente* para activar decisiones rápidas y precisas, específicas para cada dominio. Además, *c)* al *acoplar* la estructura del mecanismo interno con la estructura de la información externa estas heurísticas pueden alcanzar una precisión inferencial suficiente sin apelar a cómputos complejos» (subrayados y apartados nuestros; cf. Max Planck Institut, Berlín, [www.mpg.de/english/institut/](http://www.mpg.de/english/institut/)). Estas tres ideas de la psicología evolucionista: minimizar la cantidad de información, emplear las estructuras de información del ambiente y acoplar los sistemas de información externos e internos, son muy valiosas para comprender el significado de una opción clic que hoy se expresa en una acción elemental como *pulsar un botón* para imprimir, guardar, buscar, etcétera, en la computadora o en Internet. Aquí se encuentra la base de una heurística rápida y frugal sin complejidad computacional mayor, puesto que explota, precisamente, la alternativa básica binaria incorporada en algún dispositivo o artefacto del entorno digital contemporáneo.

Por nuestra parte, postulamos que la opción clic no es un comportamiento evolutivamente reciente, puesto en evidencia por la invención y difusión de las modernas computadoras sino algo más básico y general. Como dirían los psicólogos evolucionistas, es un ejemplo más de «aquellas adaptaciones mentales que han sufrido una evolución para completar nuestro repertorio de comportamientos. Estos mecanismos psicológicos se fueron afinando durante milenios de selección natural y sexual

para resolver los problemas de supervivencia y de reproducción que afrontaban nuestros antepasados homínidos cazadores-recolectores del pleistoceno africano, y siguen combinándose para guiar nuestras decisiones y preferencias en el día de hoy».

Lo que sí nos queda claro es que las computadoras e Internet han provocado la eclosión de los comportamientos digitales, haciéndolos «escalables», al permitir la prodigiosa expansión en cascada de las opciones elementales. Esto posibilita, por primera vez en la historia evolutiva, el despliegue de una inteligencia digital genuina. Por ejemplo, en Internet un clic abre una página con múltiples opciones, al hacer otro clic en un botón se abre una nueva página o se desencadena alguna acción (se controla un robot, se escucha una música, se ve una fotografía o video) y así siguiendo. Este proceso de decisiones elementales sucesivas en la computadora parece no tener límites, como lo demuestra la combinatoria booleana subyacente, que analizamos en el capítulo 3.

**LA OPCIÓN CLIC EN EL INFANTE HUMANO.** Se puede probar que la opción clic puede ser muy precoz en el ser humano, y que es común en muchas otras especies. Para Jerome Bruner la esencia de toda acción inteligente es «la capacidad de combinar rutinas preestablecidas en habilidades cada vez más poderosas» (Bruner 1983). Precisamente, este crecimiento combinatorio a partir de habilidades elementales fue tema de una interesante investigación desarrollada por el mismo Bruner en colaboración con Ilze Kalnins en la década del 70. Descubrieron entonces un comportamiento sorprendente en el lactante a partir del cual crearon un protocolo experimental muy ingenioso, basado en lo que ahora denominamos la opción clic.

El comportamiento era el siguiente: cuando un niño de 6 semanas observa una imagen fotográfica proyectada en una pantalla y esta sale de foco, el niño aparta inmediatamente la mirada. Los investigadores aprovecharon este dato y adaptaron un biberón que conectaron de tal forma que cuando el niño succionaba en el biberón la imagen volvía a ponerse en foco. Advirtieron entonces que el lactante aprende rápidamente a controlar la imagen con este dispositivo. Observaron, por ejemplo, que mientras succiona para poner la imagen en foco el niño mantiene la mirada apartada uno o dos segundos y solo después vuelve a mirar la imagen, ya correctamente focalizada. Lo contrario suce-

de cuando se invierte el dispositivo y la succión saca de foco la imagen proyectada. En este caso, el niño mantiene la mirada fija mientras la imagen va saliendo de foco y finalmente la aparta y mira hacia otro lado. Los autores concluyeron que el lactante no solo es capaz de succionar con un objetivo determinado sino que puede combinar el comportamiento de succión, de manera muy flexible, con otro, que es mirar. Esta combinación es suficiente, a nuestro entender, para identificar el germen de una inteligencia digital en el infante humano que podrá desplegarse cuando con la edad logre controlar a voluntad una computadora.

Hoy conocemos mejor los procesos neuronales que se activan en estos movimientos intencionales de la mirada. El niño de pocos meses aprende a dirigir la mirada hacia un centro de interés, o atractor visual. Este comportamiento, de una precisión notable, asegura la fijación de la mirada, el contacto visual, no solo con objetos sino también con personas, por lo que cumple un papel fundamental en el desarrollo social del individuo. Está ligado al progresivo aumento en las conexiones del lóbulo parietal y de los ganglios de la base del cerebro. Pero no exige mucho poder computacional al cerebro, no necesita activar la corteza frontal para ello. El lactante humano puede, en definitiva, controlar un objeto vía un interruptor simple, mediante una alternativa binaria (succionar o no succionar). En este caso cada succión activa un dispositivo que cambia, a voluntad, el entorno. Se trata aquí de un comportamiento intencional, organizado a partir de una conducta innata ya disponible en su repertorio evolutivo, como es la succión para cualquier mamífero. Evidentemente, este artefacto, el biberón conectado a un equipo que controla el foco de una imagen, no se encuentra en la naturaleza, es un producto de laboratorio, pero el lactante demuestra que también él es perfectamente capaz «de explotar aquellas estructuras de información disponibles en el medio ambiente para activar decisiones rápidas y precisas, específicas para cada dominio», como dicen los psicólogos evolucionistas.

**LA OPCIÓN «A / NO A».** Llama la atención que un lactante de pocas semanas, como el estudiado por Bruner y Kalnins, tenga la suficiente capacidad cognitiva para alterar el foco una fotografía, lo que podríamos designar como una opción binaria sensoriomotriz. Tal vez, la precocidad de esta conducta elemental resida, precisamente, en el acoplamiento entre el medio externo y el

interno, es decir entre la sencillez de la interfaz (el interruptor en el biberón) y la disponibilidad inmediata de la acción motriz innata, succionar o no succionar, una opción clic simple del tipo «A / no A». Lo que nos parece importante, en definitiva, es que el infante usa un proceso de búsqueda muy elemental, aprovechando un mecanismo sensorio-motor innato, el de la succión. Sabemos que su corteza cerebral está en desarrollo y que es aún incapaz de hablar, pero, si somos coherentes con nuestra hipótesis central, podemos adscribir a su conducta un carácter de naturaleza digital. Como acabamos de señalar las áreas prefrontales de la corteza, que juegan un papel decisivo en las actividades cognitivas complejas, no han madurado aún y entran en acción solo meses después. Bruner y Kalnins nos han mostrado que esas áreas no son necesarias para controlar una opción clic elemental.

En términos piagetianos, estamos asistiendo al despliegue de una inteligencia sensorio-motriz genuina y de naturaleza digital, que precede a la lógica, al número y al lenguaje. En este contexto experimental nos atrevemos a postular la succión en el biberón como el equivalente del clic en el *mouse*, ambos producen una cascada de eventos controlables paso a paso: en el primer caso, imágenes fotográficas que se ponen en foco; en el segundo, la apertura de nuevas páginas en Internet, por ejemplo. La «unidad de comportamiento» es siempre la opción clic, pero es obvio que necesitamos indagar más en los aspectos «cognitivos» de esta opción, a saber: el significado de la elección, la toma de decisión, la intención, el proceso de búsqueda, la heurística binaria. En esto reside, precisamente, el desarrollo de una inteligencia digital, que se hará también por etapas.

**LA OPCIÓN «A / NO B».** Si es verdad que una opción simple «A / no A» no requiere, necesariamente, la activación del lóbulo frontal del cerebro, este es, en cambio, imprescindible para controlar una combinación de opciones, del tipo «A / no B», como sucede con el famoso experimento de Jean Piaget sobre el «objeto permanente» (Piaget 1936). Recordamos que este consiste en esconder un juguete debajo de un objeto A, por ejemplo bajo una almohada. Un niño de 7 a 9 meses es perfectamente capaz de retirar la almohada y recuperar el juguete. Pero si después se lo esconde bajo otra almohada B, en lugar de levantarla y buscar allí el objeto que fuera escondido ante su vista, el niño vuelve a

buscar el juguete bajo A, donde se lo había escondido la primera vez. Por eso se lo llama «A / no B». Este comportamiento tan peculiar recién desaparece en el niño de un año (y en el mono de 4 meses, que en este tema es más precoz), dejando paso a la conducta «madura» que consiste en levantar inmediatamente el obstáculo B debajo del cual se encuentra el juguete.

Adele Diamond demostró que la causa del fenómeno «A / no B» residía en la maduración de la zona prefrontal del cerebro. Provocó, a tal efecto, una lesión prefrontal en un mono (joven o adulto) y advirtió que el mono lesionado no lograba resolver la prueba de Piaget. En cambio, cuando se lesionaban otros lugares del cerebro los animales la resolvían. También pudo estudiar algunos niños que habían sufrido una lesión en el área prefrontal y encontró que se comportaban en esta situación experimental como los monos lesionados. Además, se comprobó que había más actividad eléctrica prefrontal cuando el niño era capaz de resolver la prueba (Diamond 1992 y 1995).

En el capítulo 3 veremos que la opción «A / no B» se puede representar formalmente en un combinatoria booleana de 16 opciones, pero ello no implica que sea originariamente una opción lógico-matemática, fruto de un razonamiento abstracto. En todas las experiencias que registramos se trata siempre de una acción práctica que forma parte de una heurística particular, es decir, de la búsqueda concreta de un resultado empírico. Pero, para incorporar al campo de las decisiones prácticas nuevas dimensiones de búsqueda, es obvio que se necesita ampliar el «espacio de trabajo» del cerebro y superar los límites de la «praxis» en este caso digital, pasar de lo concreto a la posibilidad, de lo real a lo virtual. Esto solamente sucede en un entorno computacional. En un sentido, toda la obra de Piaget ha sido un gigantesco esfuerzo para explicar el despliegue de lo virtual a partir de lo real, para desarrollar el espacio abstracto del cálculo lógico a partir de la equilibración de las acciones concretas. Hoy sabemos que son muchas las áreas del cerebro humano que se activan en las tareas propias de una inteligencia lógico-matemática.

En teoría, las inteligencias múltiples son independientes y modulares, pero nunca se encuentran desligadas unas de otras en la vida real, todo lo contrario. En muchos casos determinadas inteligencias vienen al «rescate» de otras para resolver un problema o para crear una novedad. Por ejemplo, el niño de un



año se expresa en la opción «A / no B», y la integra en una heurística binaria eminentemente práctica, pero le hará falta un largo desarrollo intelectual para alcanzar en la adolescencia un plano abstracto y universal, a partir de la combinatoria de dos variables como A y B. Cuando ello suceda, la inteligencia lógico-matemática complementará a la inteligencia digital, que continuará siendo una heurística binaria material y particular, pero que se verá enriquecida por el cálculo proposicional y el álgebra de Boole, de carácter formal y universal.

**LA TRAMPA Y EL CLIC.** Como hemos explicado anteriormente, podemos encontrar diversas aplicaciones prácticas de la opción clic fuera del mundo de la informática y de las computadoras. Las trampas utilizadas por los cazadores son un buen ejemplo. La acción de salir de caza es de gran complejidad y supone la movilización de una verdadera red de inteligencias. Por lo pronto, se requiere una inteligencia naturalista aguzada para detectar las huellas y prever los movimientos de la presa, una inteligencia lingüística para comunicarse con los demás cazadores, una inteligencia espacial y corporal para mapear el terreno y recordar sus hitos relevantes (Liebenberg 1990) y, agregamos ahora, una forma particular de inteligencia digital para armar una trampa con las características binarias necesarias, de «activación / no activación». En este sentido, la evolución de las «trampas cazadoras», en efecto, nos da mucha información sobre la evolución de la inteligencia humana.

Un ejemplo muy ilustrativo es la manera de diseñar una trampa por parte de los bosquimanos kua del Kalahari Central en Bostwana (Valiente Noailles 1983 y 1993). Proceden de la siguiente manera: construyen un sendero que puede tener unos 500 metros a lo largo del cual preparan dos o tres trampas para cazar pequeños animales (gacelas, por ejemplo). Las trampas consisten en un arco bien tensado, generalmente una rama flexible, con un lazo atado a un gatillo hecho con un pequeño palo. Para que el animal «pise el palito» los cazadores construyen una zona circular marcándola con cañas flexibles. Los kua han observado que los animales prefieren no pisar esas estacas y entonces se ven forzados a apoyarse en la zona central donde, necesariamente, activan el dispositivo de la trampa. El arco se dispara y la pata del animal es súbitamente atrapada por el lazo.

Analicemos algunos aspectos de esta trampa. En primer lugar, es un artefacto, fruto de la cultura propia del cazador-recolector. También la computadora y el robot son productos de la cultura tecnológica de la sociedad actual. Segundo, funciona automáticamente y no requiere la presencia de su constructor para operar. Lo mismo sucede cuando se activa un sensor en una máquina moderna. De alguna forma, el cazador ha «incorporado» la opción clic a un mecanismo externo e independiente, la ha implementado en un «autómata artesanal». Y tercero, un simple cambio de estado de la trampa produce una cadena de reacciones «pre-programadas» (se dispara el arco, se tensa el lazo, se atrapa una extremidad del animal), tal como acontece en los sistemas robóticos más evolucionados. En suma, los kua aprovechan aquellas estructuras de información «disponibles en el medio ambiente para activar decisiones rápidas y precisas, específicas para cada dominio», como postula la psicología evolucionista.

Siguiendo esta idea, los educadores pueden hoy aprovechar también los recursos de la robótica elemental para estimular la construcción de dispositivos semejantes a las trampas de los cazadores, basados en un disparador incorporado a un mecanismo automático. Mitchel Resnick ha descrito en detalle el ingenioso proyecto de una niña de 11 años para captar las imágenes de los pájaros que visitaban su jardín cuando ella estaba ausente. Para ello acopló una cámara fotográfica a un dispositivo que se activa cuando un animal se acerca a comer y de esa manera obtiene su foto. Se valió de un «ladrillo programable» llamado *Cricket*, que luego incorporó en un mecanismo montado en su jardín con otras piezas de *Lego*. Ante su desilusión comprobó que la fotos eran de ardillas, que se adelantaban a los pájaros para robarles la comida, pero la máquina funcionaba... (Resnick 1998).

Esta habilidad de una niña que vive en una sociedad rica y usa los avanzados recursos de la tecnología digital es comparable a la del cazador bosquimano con su primitiva trampa de lazo: ambos han implementado un sistema automático que se basa en una opción elemental, activar, o no, un disparador. Estamos, a nuestro entender, ante un mismo tipo de «razonamiento digital», aquel que instala en el entorno un mecanismo automático con dos estados posibles «A / no A». Pero, ciertamente, en la realización concreta de cada trampa hay muchas otras inteligencias presentes además de la digital, como hemos dicho antes.

Tales ejemplos nos sirven de pretexto para introducir el concepto de «inhibición de la acción». En el caso de las trampas que hemos analizado, es evidente que todo el ingenio se ha puesto en la construcción de un artefacto (puramente mecánico en un caso, electromecánico y digital en otro) capaz de inhibir la acción del disparador, es decir de diferir su activación, hasta que el propio animal lo gatille con su presencia. Se trata de un diseño que supone un proceso cognitivo sumamente complejo, en el que intervienen muchas zonas del cerebro. Es importante recordar, en particular, que el lóbulo frontal es decisivo para «inhibir una acción», por ejemplo, la tendencia a responder inmediatamente a un estímulo. En un test clásico propuesto por el gran neurólogo ruso A. R. Luria (1966) se pide que una persona mantenga en su memoria dos acciones, pero que inhiba una de ellas: si el experimentador golpea dos veces con su mano sobre la mesa el sujeto debe hacerlo solo una vez y viceversa. La tendencia natural es imitar la acción del experimentador (el sujeto tiende a golpear dos veces cuando así lo hace el experimentador) y Luria observó que los pacientes con lesiones prefrontales tienen mucha dificultad en ejecutar correctamente esta prueba. Las trampas que hemos descrito, tanto como en la del cazador como la fotográfica, también se apoyan en una inhibición de la acción. Solo que en este caso se aprovecha el tiempo de espera de un instrumento digital. Diseñar un artefacto que incorpore esta alternativa implicará, ciertamente, un uso intensivo del lóbulo frontal por parte del constructor de los dispositivos automáticos, la trampa del cazador y la fotográfica, en los casos mencionados.

**NUESTRO POTENCIAL DIGITAL.** Pensemos solo en las veces que oprimimos botones durante nuestra jornada, teléfonos, interruptores de luz, hornos de microondas, radios, reproductores de videos, computadoras y periféricos, cajeros automáticos, dispensadores de alimentos y bebidas, tableros de automóviles, etcétera. Nuestra tecnología digital ha construido infinidad de instrumentos que pueden ser controlados con un simple clic y el hecho de que una sucesión de clics en un teclado de computadora sea suficiente para manejar sistemas sumamente complejos no deja de maravillarnos. Pero, en realidad no hemos hecho más que aprovechar una capacidad básica «digital» que llamamos opción clic y que se encuentra también en las sociedades pre-digitales y en otras especies animales. Nuestro desafío es desplegar toda

la potencialidad de la opción clic y de la heurística binaria para desarrollar una genuina inteligencia digital en contacto con las computadoras actuales y las que vendrán, que serán muy diferentes de las que hoy conocemos. Nos tocará a nosotros decidir, esta vez no con un simple clic sino con el apoyo de toda una escala de valores, si lo haremos para el bien de la sociedad y de las personas, actuales y futuras. A tal efecto, conviene recordar la definición de inteligencia como «un potencial que será o no activado dependiendo de los valores de un cultura particular, de las oportunidades disponibles en esa cultura y de las decisiones personales realizadas por los individuos y/o sus familias» (Gardner 1999).



## LAS OPERACIONES BÁSICAS

*Don't bite my finger, look where I am pointing.*

(No muerdas mi dedo, mira adónde señalo.)

Warren S. McCulloch

Uno de los criterios para probar la existencia de una inteligencia en el sentido de Gardner es identificar sus componentes básicos, las «sub-inteligencias» que la constituyen como tal. En particular, «es importante discriminar aquellas capacidades que parecen centrales y forman el núcleo (*core*) de una inteligencia» (Gardner 1999, 37). De hecho, una de las tareas que ocupan a los investigadores es analizar los componentes de cada inteligencia y establecer su interacción. El mejor ejemplo lo ofrece el estudio de la inteligencia lingüística, cuyos componentes básicos han sido perfectamente identificados como capacidades modulares, aunque relacionadas, de carácter fonológico, sintáctico, semántico y pragmático. Estas diferentes capacidades forman el núcleo del lenguaje humano y se sustentan en mecanismos neurales específicos que se han podido estudiar con suficiente precisión. Es sabido, por ejemplo, que distintas lesiones corticales perturban distintas funciones nucleares del lenguaje, pero estamos aún lejos de contar con una información semejante respecto de una inteligencia digital. En su defecto intentaremos agrupar algunos índices que pueden ser relevantes para establecer cuáles son sus componentes centrales y las operaciones básicas de ese núcleo fundamental. Nos apoyaremos en investigaciones empíricas recientes sobre el cerebro y haremos también un análisis formal del tema. Pensamos que ambos aportes convergen hacia la iden-

tificación de dos componentes nucleares que postulamos como sub-inteligencias digitales, a saber, la opción clic y la heurística digital.

**LA «INCEREBRACIÓN» DE LA CULTURA.** La noción de sub-inteligencias de una inteligencia dada se refiere a la trama íntima de una capacidad cognitiva. Las podemos imaginar como un complejo de piezas interconectadas en una forma particular. Es evidente que aún nos faltan muchas piezas para armar un mecanismo cognitivo consistente y satisfactorio, pero el éxito que hemos podido observar en otros campos, especialmente en el del lenguaje y de la percepción, nos estimulan a continuar esta búsqueda. Nos parece importante, para comenzar, distinguir la mediación neuronal de la información externa, el cerebro de su medio ambiente. Y en este caso el medio incluye la cultura. En efecto, desde nuestros antepasados neolíticos el cerebro no ha evolucionado, pero la cultura humana ha modificado el entorno de manera significativa, y de esa manera también nos ha modificado a nosotros mismos. Esta realimentación es esencial para comprender el progreso de la humanidad. En los últimos años, como producto de la cultura tecnológica, hemos inventado la computadora digital, que ha cambiado sustancialmente la sociedad y nuestra inserción en ella. En este sentido, debemos aceptar que el entorno digital en que vivimos hoy ofrece nueva información a nuestro cerebro. Algún día estaremos en condiciones de observar hasta qué punto cada individuo, de acuerdo a su participación en esta cultura, habrá modificado su cerebro en consecuencia. Tal vez entonces se podrá hablar de una transición de un «cerebro pre-digital» a un «cerebro digital». Por el momento, hay aún pocos indicios empíricos en este sentido, pero los que existen son alentadores.

Sabemos que el aprendizaje cambia el desarrollo anatómico y funcional de las redes neuronales del cerebro. Esto ya ha sido probado claramente con animales de experimentación desde hace décadas, pero en el hombre se debió esperar hasta la difusión de los métodos no invasores de imágenes cerebrales como la tomografía por emisión de positrones (PET) y la resonancia magnética funcional (fMRI) para seguir avanzando más en el tema. Tomemos el caso paradigmático del lenguaje humano, que es una capacidad «universal», pero se debita en miles de lenguas o idiomas que sufren una evolución constante, nacen,

se desarrollan y mueren. Lo fundamental es que cada individuo no aprende a hablar una «lengua universal» sino que incorpora precozmente una lengua materna a su vida de una manera muy específica. Es más, a diferentes lenguas corresponden diferentes sistemas neuronales de procesamiento de la palabra. Por ejemplo, sabíamos que las reglas fonológicas del inglés son diferentes a las del italiano, ahora advertimos que el procesamiento de esa información a nivel cortical refleja estas diferencias (Paulesu et al. 2000). Este hallazgo nos hace pasar de la simple metáfora de la «incorporación» (*embodiment*) de una cultura en el individuo a la verificación empírica de una genuina «incerebración» (*embrainment*) de la cultura. Dicho de otra forma, la cultura «se hace carne» cuando «se hace cerebro». El primer paso ha sido dado, pues, en el estudio de la incerebración de la cultura de Gutenberg, ahora nos tocará explorar lo que podríamos llamar la incerebración de la reciente cultura digital.

**ANÁLISIS CEREBRAL DE LA OPCIÓN CLIC.** Estamos de acuerdo en que casi todos tenemos una gran facilidad para activar botones en un cajero automático, usar el teclado de una computadora, hacer clic con un *mouse*, etcétera. Pero pocas veces reflexionamos cuán novedosas son estas acciones y habilidades. Sus antecedentes más próximos son tocar un timbre, usar el teclado de una máquina de escribir, oprimir el disparador de una cámara fotográfica. Los más remotos son disparar un arcabuz, una ballesta o una catapulta, activar una trampa, tocar un instrumento musical con teclado. En todos estos casos se trata de una «acción disparadora» muy simple que produce efectos que pueden ser considerables. En realidad, sabemos muy poco de esta acción elemental aunque nuestra cultura contemporánea se sustenta en gran parte en esta capacidad básica de hacer clic, algo que las computadoras han amplificado en un grado portentoso.

Por el momento, hay muchos datos sobre la activación del cerebro durante el movimiento de los dedos de la mano, desde la simple oposición del pulgar y el índice hasta la escritura manual y también sobre la disposición y preparación para ejecutar un movimiento digital, pero faltan estudios sistemáticos sobre las acciones cognitivas correspondientes a la selección de una opción clic. Sabemos que el comando de «mover el dedo» cuando se hace una serie de flexiones y extensiones del índice en forma intermitente activa las áreas prefrontales y meso-frontales (Seitz



et al. 1998). Pero no basta conocer la preparación y la ejecución del movimiento, es necesario entender también la opción cognitiva que «lleva a hacer clic» en un dispositivo particular. Un paso decisivo en este sentido ha sido dado por Stanislas Dehaene y sus colegas en un experimento sobre comparación de números donde el sujeto del experimento debe decidir si un número es mayor o menor que 5 (Dehaene et al. 1998). Se trata, claramente, de una opción clic que se expresa manualmente: si el número estímulo es menor que 5, el sujeto hace un clic pulsando un interruptor con el pulgar izquierdo; si es mayor que 5, lo hace con el derecho. En el primer caso se activa la corteza prefrontal y el área motriz suplementaria derecha (y el cerebelo izquierdo); en el segundo, las respectivas zonas izquierdas (y el cerebelo derecho).

En este experimento resulta posible predecir el comportamiento (pulsar el botón izquierdo cuando el número es menor que 5, o el derecho cuando es mayor que 5) a partir del registro *on line* de la activación cerebral. Es decir, el observador puede prever con gran exactitud cuál será el botón que irá a pulsar observando las imágenes cerebrales. La correlación es tan alta que de 864 ensayos en 7 personas sometidas al experimento, la predicción solo fue incorrecta en 24 casos. También existe una variante puramente «mental» del experimento, donde el sujeto ni siquiera pulsa un interruptor, solo dice «subvocalmente» *mayor* o *menor*, sin pronunciar palabra. En esta variante no hay un comportamiento externo, observable, como pulsar un botón, y no se puede evaluar el resultado (correcto o incorrecto) de la opción clic como en el caso anterior; sin embargo, también aquí el observador comprueba que el cerebro registra la decisión en ambos hemisferios, lo que correspondería a un clic mental (Chochon et al. 1999).

Cuando pasamos a un mayor nivel de complejidad y realizamos una serie de opciones encadenadas, cuando elaboramos operaciones mentales complejas, el cerebro activa un verdadero «espacio de trabajo» (*workspace*) que se distribuye por muchas zonas corticales y subcorticales. Aquí intervienen las nociones de intención voluntaria, de acto libre, etcétera, cuya representación cerebral es tema de intensos debates (Dehaene y Naccache 2001). Esta problemática es muy importante, pero desborda los límites de nuestro estudio, por el momento.

**LA NEUROLOGÍA INVERSA Y SUS CONSECUENCIAS ÉTICAS.** Incidentalmente, estamos aquí frente a un modelo de lo que podríamos llamar «neurología inversa», la que permitiría registrar determinados aspectos privados de la vida mental del sujeto del experimento, algo que —como bien señala el equipo de Dehaene— suscita cuestiones éticas importantes. Habitualmente, la neurología va del síntoma a la causa, por ejemplo de una pérdida de la comprensión del lenguaje a la identificación de una lesión en el área de Wernicke que provoca ese tipo de afasia. O sea, se va de la observación de un comportamiento (perturbado, en este caso) al análisis de la estructura neuronal correspondiente. Algo semejante ocurre en ingeniería: se diseña un instrumento con el propósito de que funcione de determinada manera (es decir, se va del proyecto funcional a su realización material). Pero también se puede recorrer el camino inverso, lo que se llama «ingeniería inversa» (*reverse engineering*), que permite inferir el funcionamiento de un instrumento a partir del análisis de sus piezas, o sea, ir del objeto terminado y explícito a su diseño funcional e implícito. De la misma manera, una «neurología inversa», permitiría —dentro de ciertos límites— predecir a partir del análisis objetivo, explícito, de las áreas cerebrales activadas (en las imágenes PET o fMRI) la decisión mental subjetiva, implícita.

Esta neurología inversa, por ahora restringida a operaciones muy sencillas como la opción clic que hemos citado, tiene consecuencias de una importancia mayúscula, que se pondrán en evidencia con el progreso de la tecnología de las imágenes cerebrales. Hoy solo vemos «nebulosas» de neuronas, en el futuro podremos identificar circuitos neuronales y pronto, hasta neuronas individuales, con métodos no invasores y de allí, tal vez, inferir muchos detalles de un comportamiento que hoy se nos escapan. El tema se presta a un serio debate filosófico y ético, pues, de alguna manera, y en un caso extremadamente modesto como en la comparación mayor/menor, hemos entrado en la intimidad de una conciencia desde afuera y hemos «leído la mente ajena» observando su cerebro en acción, lo que no es poco. De estos (y otros) temas trata la joven disciplina de la «neuroética» (Gazzaniga 2006, Illis 2005, Marcus 2002).

**LA ARQUITECTURA CEREBRAL MÍNIMA PARA LA OPCIÓN CLIC.** Por lo que sabemos, la opción clic activa ambos hemisferios cerebrales en lugares perfectamente definidos ¿Qué pasará, por ejemplo, cuan-

do el sujeto dispone de un solo hemisferio? ¿Será posible una opción clic para esas personas? Y de serlo, ¿dónde se procesará la opción clic? La pregunta es pertinente, pues interesa conocer cuál es la «arquitectura mínima» para que el cerebro humano pueda ejecutar no solo una acción binaria elemental sino también toda la heurística productiva basada en ella. Hemos comprobado que es suficiente un solo hemisferio para ingresar en un entorno digital. Uno de nosotros asistió a un niño hemisferectomizado derecho (como tratamiento quirúrgico debido a una epilepsia grave que no respondía a la medicación) que ha logrado desplegar una genuina inteligencia digital gracias al uso intensivo de la computación en la escritura, el dibujo y las comunicaciones (Battro 2000). Por otra parte, personas sin hemisferio izquierdo pueden también usar con provecho una computadora, lo que revela que «medio cerebro es suficiente» para desplegar una inteligencia digital (Immordino-Yang 2005 y 2007).

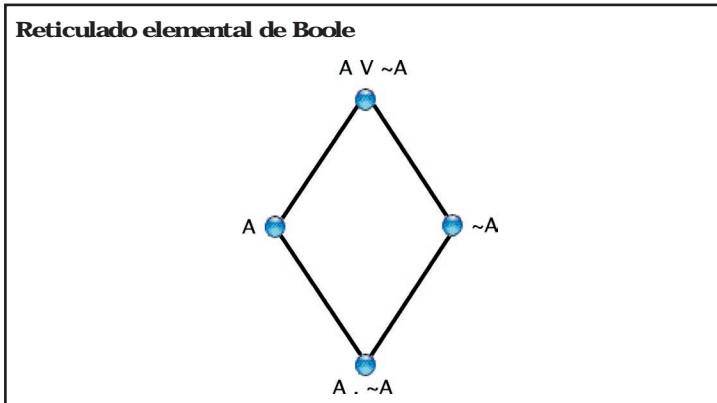
**ANÁLISIS FORMAL DE LA OPCIÓN CLIC.** Intentaremos ahora analizar la conducta opción clic con mayor rigor formal. Al hacerlo debemos recurrir al análisis lógico-matemático, pero como lo dijimos anteriormente, eso no significa que la opción clic sea solo una opción lógica: la consideramos, ante todo, una heurística práctica. En lo que sigue, el tratamiento lógico está dirigido a esclarecer su estructura formal, no a analizar su contenido. En esto seguimos la tradición de Claude Lévi-Strauss cuando estudió los grupos algebraicos subyacentes en las relaciones de parentesco. El gran antropólogo francés jamás supuso que estas estructuras formales eran conscientes y explícitas en cada individuo de las comunidades estudiadas (Lévi-Strauss 1949). Tampoco nosotros suponemos que es preciso explicitar estos reticulados de Boole para tomar una opción clic.

Trataremos de ir de lo simple a lo complejo. Los instrumentos musicales de teclado, por ejemplo, son una buena muestra de programar acciones complejas con los dedos. Tienen la propiedad de generar un sonido cuando se presiona una tecla. Esta es la opción clic que usa el pianista. Con un solo dedo puede crear una melodía, con dos ya puede producir acordes, es decir crear sonidos simultáneos. Las combinaciones de sonidos aumentan en forma exponencial a medida que aumentamos el número de dedos sobre el teclado y el número de teclas. Por lo tanto hay un

«espacio combinatorio» que va aumentando, de una tecla a muchas, los llamaremos *espacios clic unarios, binarios, ternarios, n-arios*.

**EL ESPACIO CLIC UNARIO.** Como dijimos anteriormente, la alternativa fundamental con un elemento (alternativa unaria) por sí o por no, por «A o no A» (en símbolos,  $A \vee \sim A$ ), genera un reticulado de Boole que es la base lógica de todo el proceso de selección basado en la opción clic.

El reticulado elemental de Boole tiene  $2^2$ , cuatro nodos. En nuestro ejemplo del piano, la opción clic elemental, es decir «tocar o no la tecla A», es el «supremo» del reticulado, que en el cálculo proposicional se expresa como la disyunción  $A \vee \sim A$ , donde A significa «tocar la tecla A» y  $\sim A$  significa «no tocar la tecla A». En cambio, el «ínfimo» es la conjunción  $A \cdot \sim A$ , que no tiene realización musical posible pues es contradictoria, sería optar por ambos opuestos conjuntamente. Se podría también interpretar como la meta-opción de «no tomar ninguna opción», ni por A ni por  $\sim A$ , de recusar este juego de opciones: algo equivalente a cerrar el piano (o desconectar la computadora).



El experimento mayor/menor de Dehaene que hemos analizado es un caso de espacio clic unario. Finalmente, las líneas entre nodos que componen la trama del reticulado pueden interpretarse como caminos heurísticos, o sea como los «caminos por el espacio de opciones» que nos ofrece la situación. Como se trata aquí del espacio más restringido posible: una sola tecla para tocar o no tocar, estos caminos son triviales, hay dos que

convergen al supremo y dos que van hacia el ínfimo. Pero veremos que cuando empieza a crecer el espacio de opciones los caminos heurísticos pueden ser de una enorme complejidad, e interés.

**EL ESPACIO CLIC BINARIO.** Sigamos con el ejemplo del piano y del pianista. Con dos teclas A y B, la combinatoria aumenta a  $2^4$ , es decir hay 16 nodos en el reticulado que representa este conjunto de opciones. El nodo supremo, que representa todas las alternativas posibles para dos elementos A y B, se puede representar simbólicamente por cuatro opciones básicas. La expresión formal de la opción clic para dos elementos en el cálculo lógico de proposiciones es una tautología (es siempre verdadera):

$$(A \cdot B) \vee (A \cdot \sim B) \vee (\sim A \cdot B) \vee (\sim A \cdot \sim B).$$

En el ejemplo del teclado, el primer miembro de esta expresión  $(A \cdot B)$  representa un acorde de dos notas;  $(A \cdot \sim B)$  significa que se toca la tecla A y no se toca la tecla B;  $(\sim A \cdot B)$ , que no se toca la tecla A y se toca la tecla B;  $(\sim A \cdot \sim B)$ , que no se toca ninguna de las dos teclas (silencio).

**EL ESPACIO CLIC TERNARIO.** Como dijimos, para un espacio de opciones de tres dimensiones (definido por tres elementos, A, B y C), el número de combinaciones aumenta significativamente y obtenemos un reticulado con 256 nodos. Jean Piaget dedicó un libro a las operaciones ternarias, que él consideraba definitorio del pensamiento operatorio formal del adolescente (Piaget 1952), pero este no es el sentido que le atribuimos aquí.

Podemos trasladar el ejemplo de las opciones clic de un pianista que tiene solo tres teclas disponibles, a la conducta de una persona frente a una página de Internet donde existen solo tres botones (o íconos, frases subrayadas, imágenes, etcétera), que pueden ser activados en forma independiente. En una página que tiene solo tres botones (A, B y C), hay ocho opciones clic posibles, a saber:

$$(A \cdot B \cdot C) \vee (\sim A \cdot B \cdot C) \vee (\sim A \cdot \sim B \cdot C) \vee (\sim A \cdot \sim B \cdot \sim C) \vee \\ (A \cdot \sim B \cdot C) \vee (A \cdot \sim B \cdot \sim C) \vee (\sim A \cdot B \cdot \sim C) \vee (A \cdot B \cdot \sim C).$$

La combinatoria subyacente es inmensa, son 256 posibilidades lógicas. La mente humana no necesita recorrerlas a todas, salvo en el caso de un análisis formal como el que estamos haciendo ahora. Basta con elegir una de las ocho opciones clic por vez en un sistema serial, como es lo habitual en las computadoras corrientes. Y el espacio clic puede seguir expandiéndose indefinidamente en número creciente de dimensiones. Pero sea cual fuere la complejidad del sistema, todo se reduce siempre a una combinación de opciones clic elementales. Estamos frente a un fenómeno propio del mundo digital, ante un espacio clic en expansión indefinida. Y aquí se encuentra el fundamento de la prodigiosa versatilidad y el enorme potencial de una inteligencia digital.

**CAMINOS HEURÍSTICOS.** La heurística es el estudio de los sistemas de búsqueda. Cada búsqueda se puede interpretar como un camino en un espacio de decisiones. Por esta razón tiene tanta importancia la heurística en el contexto de la inteligencia digital que estamos investigando. En efecto, la inteligencia digital se aplica a un universo de decisiones cuya complejidad crece a medida que aumentan las dimensiones del espacio de opciones clic. Rápidamente se llega a generar un número inmenso de opciones posibles. Es obvio que no es necesario recorrer toda esa red para tomar una decisión final, es decir para hacer el clic que nos interesa. Hay caminos más o menos cortos para llegar a ese clic final. Seguramente, hay también caminos óptimos y otros que son redundantes. No entraremos en la formalización de esta heurística, pero podemos imaginar algunas experiencias sencillas para ejemplificar nuestra idea.

Imaginemos un usuario sentado frente a su computadora conectada a Internet. En un punto llega a una página que tiene dos «botones» activos, A y B. Por lo que dijimos, su espacio clic binario tiene 16 opciones posibles. Percibe que hay disponibles dos «botones» para hacer clic, es decir que el espacio que debe recorrer tiene dos dimensiones, luego decide hacer clic en A, de allí se va a otra página donde también hay dos botones activos, A' y B'. Puede decidir hacer clic en A' y esta acción lo vuelve a la primera página donde esta vez decide no hacer más clics y desconecta la computadora. Naturalmente, este es un camino muy sencillo, en la práctica cotidiana en Internet cualquier usuario recorre espacios clic de alto y variable número de dimensiones,

con muchos «botones». Las heurísticas en esos espacios pueden ser muy complicadas, sus caminos muy tortuosos y largos.

**LAS SUB-INTELIGENCIAS DIGITALES.** Para concluir, podemos establecer la siguiente tabla de correspondencias entre la lógica formal y la inteligencia digital:

<b>Lógica formal</b>	<b>Inteligencia digital</b>
Álgebra de Boole	Espacio clic
n-aria	n-dimensiones
Reticulado	Combinatoria
Nodos	Opciones clic
Relaciones	Heurísticas

La inteligencia digital se expresa en un espacio de decisiones, que llamamos «espacio clic», cuya dimensión depende del número de clics independientes, lo que da lugar a una combinatoria de posibilidades que crece exponencialmente a medida que aumenta en forma lineal el número de clics independientes. El núcleo de esa inteligencia está formado por dos componentes, que pueden ser consideradas dos sub-inteligencias: *la opción clic* y *la heurística*. Tal vez existan otras sub-inteligencias que no hemos investigado aún, pero creemos que estas dos son buenas candidatas para ser sometidas a los criterios de Gardner para identificar una inteligencia.

## UN SISTEMA DE SÍMBOLOS

*Il faut qu'une porte soit ouverte ou fermée.*

(Es necesario que una puerta esté abierta o cerrada.)

Marivaux

**SINTÁCTICA, SEMÁNTICA Y PRAGMÁTICA DIGITALES.** El ser humano es una criatura simbólica, nadie lo puede negar. Además, tiene el privilegio, único entre todas las especies, de desarrollar un lenguaje articulado. Este lenguaje tiene propiedades sintácticas, semánticas y pragmáticas (Morris 1971). Cada una de estas tres dimensiones tiene un dominio de aplicación particular: la sintaxis trata de las reglas que ordenan el discurso, la semántica estudia el significado de las expresiones y la pragmática se relaciona con el campo de las acciones inducidas por el lenguaje. Este aspecto pragmático es el que toma una relevancia especial en el caso de los símbolos digitales. A nuestro entender, el elemento básico es el *signo/enlace*, es decir, la posibilidad de enviar un mensaje, imprimir algo, activar un robot, etcétera al hacer una opción clic en la computadora. El filósofo inglés John Austin se adelantó al tiempo digital analizando en profundidad «cómo hacer cosas con palabras», el título de su famoso libro (Austin 1962). En el lenguaje hay expresiones «performativas», que inducen una acción, por ejemplo la orden «abran la puerta». Pero a diferencia de un lenguaje coloquial, donde la orden puede no ser obedecida, en el lenguaje digital su carácter performativo es inapelable: la orden clic se cumple inexorablemente si los equipos funcionan correctamente. Tal vez este sea el aspecto diferencial propio de la simbología digital, es la única que ha sido diseñada para «hacer cosas con sus signos».



Por otra parte, es evidente que existe también una sintaxis digital, los signos digitales se combinan entre sí de determinada manera y no de otra, se respeta una secuencia para alcanzar un objetivo, etcétera. La semántica digital se expresa por los nombres y categorías subordinadas y superiores a una dada, tal vez el mejor ejemplo esté en los menús colgantes de algunas aplicaciones o programas. Al hacer un clic sostenido en ese menú colgante, se despliega una selección de opciones con varias alternativas que, en ciertos casos, a su vez, se pueden subdividir. Los psicólogos han estudiado en profundidad las etapas que recorre un niño en la tarea de dar nombres a los objetos y de clasificarlos y ordenarlos. Lo mismo se puede hacer con la semántica del mundo digital.

En definitiva, el desarrollo de una inteligencia digital se puede estudiar de la misma manera que el desarrollo de una inteligencia lingüística. También nos sorprende la facilidad con que los niños adquieren un lenguaje digital completo y cómo llegan a dominar en breve tiempo su sintaxis, semántica y pragmática. Hay mucho que investigar en este nuevo campo. Ahora solo intentaremos establecer algunos hitos para no perdernos en el camino.

**SÍMBOLOS Y CÓDIGOS.** Los sistemas simbólicos sirven para codificar aquellos significados más valiosos para cada inteligencia. Por ejemplo, la escritura es un código para la inteligencia lingüística y el número lo es para la lógico-matemática. Pero el ser humano aprende a hablar antes que a escribir, y a contar unos pocos objetos antes que a multiplicar grandes cifras, lo que significa que la capacidad simbólica puede estar latente y solo se despliega con el tiempo, como fruto de una cultura y de una educación determinadas. De hecho, el desarrollo de la humanidad acompaña al desarrollo de los sistemas simbólicos que construye a lo largo de la historia. Gardner lo expresa muy claramente cuando dice que «los sistemas simbólicos parecerían haberse desarrollado para codificar aquellos significados a los que las inteligencias humanas son más propensas» y sugiere que el cerebro del hombre ha evolucionado «para procesar cierto tipo de símbolos de manera más eficaz» (Gardner 1999, 37-38). Por tanto, es evidente que el estudio de los sistemas simbólicos, de sus códigos y notaciones, constituye un criterio indispensable para identificar la existencia de una inteligencia particular. Nos toca investigar ahora el tema desde el punto de vista de la inteligencia digital.

En la era digital el mayor valor reside en aquellos símbolos que sirven a las comunicaciones rápidas y accesibles, con máquinas y personas, de carácter multimedial y universal. Pero ¿cuáles son esos símbolos que codifica nuestro cerebro y que procesa nuestra inteligencia digital? No son, por cierto, los mismos símbolos de las matemáticas o de la música, de la pintura o de la danza, de la palabra escrita o hablada, de los mapas y semáforos, que procesan las inteligencias respectivas, ya identificadas por Gardner. En esta nueva búsqueda nos debemos remontar en el tiempo. Hemos visto que se pueden detectar esbozos de una inteligencia digital aun antes de la invención de las máquinas digitales que llamamos computadoras. Podemos inferir de ello que hay gérmenes de inteligencia digital en la historia «pre-digital» de la humanidad y en la evolución de muchas especies animales. Como dice Gardner (1999, 38), «los sistemas simbólicos se habrían desarrollado debido precisamente a una correspondencia preexistente, ya lista para acoplarse a las diferentes inteligencias». Siguiendo esta idea, la reconstrucción del pasado digital de la especie y del individuo, tanto como la historia de la cultura digital en estas últimas décadas, nos permitiría encontrar algunos elementos valiosos para analizar los sistemas simbólicos digitales vigentes.

**ÍNDICE, ÍCONO Y SÍMBOLO.** Conviene repasar ahora algunas ideas de Charles Sanders Peirce (1839-1914), el gran filósofo norteamericano, precursor de la moderna semiótica. Peirce define una tríada fundamental en el estudio de los signos y de sus significados: el índice, el ícono y el símbolo (Peirce 1992). El índice revela una relación «concomitante» con el objeto (decimos que el humo es un índice del fuego), el ícono establece una relación de « semejanza » con su referencia (una fotografía, o un dibujo figurativo, es un ícono del modelo), pero el símbolo nunca funciona aislado, se integra siempre en un «sistema» de signos, como en el sistema lingüístico, donde la relación entre un signo del lenguaje y su referente es arbitraria y depende de su posición dentro de la totalidad del sistema de signos, que definirá lo que ese signo representa (Bruner 1990).

En el terreno de la simbología digital estos tres conceptos de Peirce se han confundido un tanto, lo que dificulta un análisis más riguroso, pero intentaremos despejar este campo. Nuestro propósito es averiguar si la inteligencia digital satisface el crite-

rio de Gardner de una simbología propia. Creemos que sí. Tomemos el ejemplo de Internet. El uso de una pantalla o página interactiva se basa en la activación de uno o varios «botones» que establecen un enlace o *link* con otros objetos. Es claro que este enlace es contingente, puede variar a voluntad del diseñador de esa pantalla o página. Los botones representan los tres tipos de Peirce, tienen las características de un «índice» cuando un signo forma parte integrante de otro, como es el caso cuando un texto está subrayado, que lo distingue de otros textos que no pueden ser activados con un clic. También puede ser un «ícono» cuando tiene alguna semejanza con su referencia, por ejemplo, la figura de un sobre cerrado para un mensaje electrónico. Pero, generalmente, los botones son «símbolos» que forman parte de sistemas complejos y enlazados, totalmente arbitrarios. Por otro lado, cada *software* y sistema operativo es propietario de su propio sistema simbólico, que lo caracteriza. Felizmente, como todas las interfaces tienden a basarse en las mismas propiedades básicas, siempre será posible reconocer los índices, íconos y símbolos que pueden ser activados con una opción clic, en cualquier computadora y en Internet, lo que cumple una decisiva función integradora en el campo simbólico.

**LA UNIDAD SIMBÓLICA DIGITAL: EL SIGNO/ENLACE.** La computadora ofrece una paleta de signos rica en índices, íconos y símbolos en el sentido de Peirce. Todos ellos representan algo, a saber: otra realidad que no se encuentra presente. Esta realidad está hecha de entidades concretas como textos, sonidos, imágenes y acciones que se ejecutan al imprimir un texto, mandar un mensaje, controlar una máquina, etcétera. La conexión digital entre el mundo de los signos y el mundo real es un enlace de un tipo muy especial. Se trata de una señal que va del emisor al receptor. Cuando se activa un link en Internet la señal viaja por la red haciendo un contacto entre el emisor y el receptor, por ejemplo, entre dos páginas de un sitio, entre un sensor de una *webcam* o un motor que la controla, entre dos personas que están conversando *on line* (chateando), etcétera. Dicho de otra manera, cuando se activa la unidad signo/enlace (*sign/link*) gracias a un clic, se establece, automáticamente, un circuito entre el emisor, la señal y el receptor. No todos los sistemas simbólicos tienen esta propiedad, pero en el caso de la inteligencia digital el sistema simbólico es siempre triádico, debido a la presencia del

enlace, que puede estar activado o no. En cierta forma la opción clic en un entorno digital permite pasar de lo virtual a lo real inmediatamente.

Esta es una novedad mayúscula en la historia de la tecnología, pero tiene antecedentes remotos en la filosofía griega. Los estoicos, en efecto, habían introducido el término *lektón* como un «enlace» entre la expresión verbal, concreta y real, y el concepto propiamente dicho, abstracto y virtual. Warren McCulloch, el padre de las redes neuronales, decía que el *lektón* está en nuestro cerebro «como el puño en nuestra mano» (*like the fist in our hand*) (McCulloch 1965, 76). Pero el puño no es una parte de la mano, no es un objeto; es un estado particular en el que se encuentra la mano en determinado momento, por ejemplo cuando se cierra para propinar un golpe, cuando se abre para saludar. Algo semejante ocurre al deslizar el puntero o flecha sobre la pantalla que cambia de estado (de forma) cuando encuentra algo activable o que puede ser clicado. En algunas versiones, el cursor o flecha se transforma en una mano con el índice extendido sobre un *link*, que se puede o no activar con un clic. En este sentido, el *link* digital es una realización del *lektón* estoico, no es un objeto sino un «estado en que se encuentra el objeto». Y solo hay dos estados posibles para el *link* en el mundo digital: estar abierto o cerrado, estar activado o en reposo.

**UN MAR DE SÍMBOLOS DIGITALES.** Todo símbolo es un puente entre los dos mundos del signo y de la referencia. Por eso el símbolo «re-presenta» siempre otra cosa, se refiere a algo diferente de sí mismo. En este sentido, un sistema de símbolos es un conjunto coherente de representaciones. La obra de eminentes pensadores como Charles S. Peirce, Ferdinand de Saussure, Roman Jakobson, Claude Lévi-Strauss, Jean Piaget, Noam Chomsky, Jerome Bruner, Nelson Goodman, Ernest Cassirer, Hans Urs von Balthasar, entre tantos otros, ha enriquecido nuestra comprensión del simbolismo en sus aspectos formales, lingüísticos, antropológicos, psicológicos, filosóficos y religiosos. El ser humano es un productor de símbolos y todos vivimos en un mar de símbolos. En el tema que analizamos ahora, el de la inteligencia digital, nos interesa saber cómo hemos producido un nuevo sistema simbólico apropiado a nuestra comunicación con las máquinas y, a través de estas, con nuestros semejantes o con otras máquinas.

Hemos dicho que la interfaz hombre/máquina más elemental es el «botón» que podemos activar por un simple clic. Esto vale para un interruptor de luz, una tecla en un expendedor de alimentos, un botón en un grabador de video, un ícono en un cajero automático, un símbolo en una página de Internet. En todos estos casos nos manejamos haciendo clics. La lista de estas interfaces es muy extensa y se expande todos los días pues el mercado ha descubierto las enormes ventajas de facilitar la selección de un ítem mediante la opción clic. Este tema comercial merecería una discusión más detallada, puesto que aprovecha un recurso universal y sencillo, a disposición de todos los usuarios actuales y potenciales de las más variadas culturas y edades.

Todas estas opciones forman un entramado de signos/enlaces que constituye un nuevo sistema simbólico, propio de la vida digital. Estamos ya tan habituados a operar de esta manera, que no percibimos la profundidad del cambio. Sin embargo podemos tomar distancia y observar el extraño, y notable, comportamiento de millones de habitantes de este planeta haciendo clics en las máquinas más variadas, desde computadoras hasta teléfonos. Esta conducta es un producto muy reciente de la cultura digital. Hace apenas unas décadas, el uso de una simbología digital propiamente dicha estaba reservado a pocos expertos en informática. Hoy los niños más pequeños aprenden a controlar estos dispositivos, incluso antes de hablar o de caminar y, ciertamente, no esperan a saber leer para dominar un juego electrónico con gran solvencia. Todos ellos se basan en la opción clic. Por eso es necesario estudiar con mayor profundidad la adquisición de estas conductas, la psicogénesis de esta construcción y manipulación de los símbolos digitales.

**SÍMBOLOS NATURALES Y NOTACIONALES.** Los psicólogos han investigado desde variados ángulos el desarrollo y la adquisición del símbolo, desde la infancia hasta la adolescencia. Todos coinciden que en un momento, alrededor de los dos años, se produce un cambio radical con la irrupción del lenguaje articulado, que es el sistema simbólico por antonomasia. Pero, al mismo tiempo, han advertido que el niño es un gran productor de sistemas simbólicos no siempre ligados a la palabra. Se trata de un primer orden de símbolos, que Gardner llama símbolos «naturales», como los juegos, los dibujos, las construcciones, que en buena medida

son independientes de un tutor adulto, que tienen vida propia y se desarrollan siguiendo una serie definida de etapas. La escolaridad formal agrega una nueva capa simbólica, un segundo orden de símbolos, que son «notaciones», como la escritura y el número. Por muchas razones convergentes esto sucede alrededor de los seis años en la mayor parte de las escuelas del mundo. La diferencia entre el nivel natural y el notacional es bien clara y todos los maestros y padres desearían que la simbología notacional fuera tan sencilla de adquirir como la simbología natural. Pero se trata de dos mundos simbólicos bien diferenciados. La escuela valora más el símbolo notacional que el natural; es más, esta se justifica socialmente por su esfuerzo en «alfabetizar» y crear las condiciones para que este sistema notacional se convierta, a su vez, en objeto de un metasistema simbólico, es decir que pueda crecer constructivamente. Como dice Gardner (1991), «una vez que se ha diseñado un sistema simbólico capaz de referirse a otros sistemas simbólicos, aparece la posibilidad de la inclusión y sistemas simbólicos completos pueden entonces ser absorbidos como partes componentes de sistemas más poderosos».

La construcción permanente de sistemas conceptuales y simbólicos ha sido el tema central de los estudios de epistemología genética de Jean Piaget y de su escuela. Un paradigma clásico es la construcción del número a partir de la seriación y de la clasificación, que va de la correspondencia biunívoca entre dos conjuntos hasta las agrupaciones y grupos algebraicos (Battro 1969). Esta construcción tiene un aspecto histórico y otro evolutivo. El primero forma parte de la historia de las matemáticas, el segundo corresponde a la psicología del desarrollo de la inteligencia humana. Siguiendo este ejemplo, una futura «epistemología genética digital» debería estudiar la construcción de la opción clic y sus derivados en la historia de la tecnología, en la sociedad digital y en el individuo en formación. Ello requerirá un trabajo en equipo, internacional y de gran aliento, pero ya desde ahora podríamos mencionar algunos ejemplos.

**EL SÍMBOLO @, EL TELÉFONO Y LA ESTAMPILLA.** Un ejemplo muy significativo es el símbolo arroba (@), que integra las direcciones electrónicas de millones de personas y cuya ubicuidad refleja la prodigiosa extensión de las redes digitales de comunicación. Su antepasado es el número telefónico que permitió a varias ge-

neraciones de usuarios comunicarse a distancia con suficiente confiabilidad. También el correo postal fue un predecesor del correo electrónico y el sellado postal en la estafeta de correo fue, en cierta forma, un clic: «imprimía una orden» que ponía en marcha un largo proceso que escapaba a la voluntad del propio emisor del mensaje postal. En el sistema postal hay un emblema como la estampilla, una convención como la de la Unión Postal Universal, y una notación como los diferentes formatos, diseños, colores y valores del timbre postal. El sistema electrónico también mantiene estos aspectos, el emblema es la figura @, la convención internacional regula los tipos de dominios electrónicos (como son las categorías de instituciones o compañías —por ejemplo, .edu, .com, .org— o de países —por ejemplo, .ar, .ch, .uk—) y una notación apropiada, que fija el nombre en la dirección electrónica.

En el caso de un mensaje electrónico, siempre hay tres componentes el emisor, el receptor y la señal que conecta a ambos. Y la señal se activa a voluntad con un simple clic. Hoy, un niño que apenas sabe escribir, con la debida ayuda de un adulto es capaz de enviar un mensaje electrónico, un dibujo, una palabra coloreada, por ejemplo, solo con un clic, sin necesidad de pasar por todas las engorrosas etapas analógicas de la escritura manuscrita, el plegado del papel, el cierre del sobre, la adquisición de la estampilla, su fijación en el extremo superior derecho del sobre, el depósito en el buzón, etcétera. El prodigio de un mensaje instantáneo se ha convertido en un hecho trivial. Por esta increíble facilidad que está literalmente «al alcance de los dedos», la mensajería digital, ha transformado la comunicación humana. Algo semejante sucede con el teléfono, especialmente ahora que los celulares han invadido el mercado. Cualquier niño puede hablar por teléfono, y si el aparato está debidamente programado, no necesita más que hacer un clic en un botón para comunicarse con un familiar o amigo, sin necesidad de conocer los números.

**UN SISTEMA NOTACIONAL AMPLIADO.** Tal vez nos estemos aferrando aquí a una de las propiedades de los sistemas simbólicos digitales no compartidas por otros sistemas notacionales ya establecidos. Dicho de otra manera, un texto impreso es una cadena de signos, de caracteres gráficos, que correctamente interpretados pueden ser leídos como componentes de una lengua escrita. Es

una notación. Pero un hipertexto, o sea, un texto con algunos *links*, es, además de una notación simbólica, otra cosa. Incluye algo totalmente novedoso en la historia de los símbolos escritos, contiene un elemento dual «signo/enlace» que se puede activar a voluntad. Un hipertexto nos permite hacer un clic, un texto impreso no. Se podrá objetar que un asterisco o un número puede enviar a una referencia a pie de página, por ejemplo, pero en realidad no se trata de un enlace vivo, sino de una marca sobre un papel inerte. Tiene otro estatus categorial. La diferencia es capital. Una señal se transmite en un microsegundo por la red al activar un símbolo del hipertexto, cosa que no sucede, obviamente, en un texto común. La popularidad de los hipertextos reside, si duda, en esta nueva dimensión que se abre al lector digital, que se transforma, sin saberlo, en un «hiperlector».

Una prueba clara de la aceptación de este nuevo sistema simbólico, que acopla una señal a la notación, es el auge de los diarios y revistas en Internet. El periódico en formato hipertextual puede, incluso, ser más completo que el periódico o semanario impreso en papel, se actualiza constantemente, es más accesible para las personas con dificultades sensoriales o motrices, muchos son gratuitos, pueden tener imágenes, videos y audio, permiten una lectura en diferentes niveles de profundidad, las noticias interesantes se pueden guardar y reenviar a otro destinatario, imprimir, etcétera. Todas estas ventajas derivan del uso de un sistema «notacional ampliado» gracias a los *links* hipertextuales. Pero este nuevo sistema notacional exige también un nuevo tipo de lectura hipertextual, que no es inmediato y requiere un aprendizaje más o menos largo antes de convertirse en un hábito. Por esta razón es muy bueno que se introduzcan estos sistemas notacionales ampliados desde los primeros años de vida, en la casa y en la escuela.

**UNA CORRIENTE DIGITAL Y EL «DIGITALÉS».** En esta búsqueda de caracteres diferenciales de un código simbólico propio de la inteligencia digital y que no comparte con otras inteligencias, podemos seguir la interesante idea de Gardner sobre las «corrientes de símbolos». Se trata de un criterio muy robusto de independencia entre diferentes sistemas simbólicos, a saber «una corriente (*stream*) es un aspecto inherente a un sistema simbólico específico y que, aparentemente, no se relaciona con ningún otro sistema simbólico» (Gardner 1991, 73). Por ejemplo, un niño que co-



mienza a dominar las sutilezas de la música tonal, distingue las posiciones privilegiadas de la tónica y dominante en una pieza musical y puede desarrollar a partir de esta percepción una inteligencia musical más elaborada. Pero estos componentes «sintácticos» de la música se desenvuelven en forma independiente de otros semejantes en el dominio del lenguaje o del número, por ejemplo. De aquí la importancia de seguir «en paralelo» el fluir de las diferentes corrientes simbólicas, cada una con sus reglas propias y tiempos característicos. Siguiendo esta importante observación, podemos acercarnos a la «corriente digital» con nuevos elementos de prueba. Es evidente que un niño se sumerge en esta corriente de símbolos digitales con extraordinaria facilidad, una disposición que causa «envidia» a muchos adultos. Existe una capacidad cerebral innata, específicamente ligada a la opción clic, que facilita en gran medida esta «inmersión digital» y que resulta tan natural para todos los niños del mundo. Algo semejante a lo que sucede con el lenguaje materno. Los niños actuales hablan «digitalés» sin necesidad de manuales, así como tampoco necesitan aprender la gramática para hablar.

## NOVICIOS Y EXPERTOS, TALENTOS Y DISCAPACIDADES

*Alter alterius onera portate.*

(LLevad los unos las cargas de los otros.)

San Pablo

Ninguna inteligencia particular se manifiesta en «crudo», dice con razón Gardner, cada una de ellas necesita un soporte social donde afirmarse y requiere un largo aprendizaje para llegar a un «estado final», a un «estado adulto» (Gardner 1999, 38). Cada inteligencia debe, además, seguir determinados caminos para alcanzar la maestría deseada por el individuo que la ejerce. Y estos caminos están en perpetua remodelación, según las épocas y las culturas. También la inteligencia digital tiene desarrollos propios que están ligados a las circunstancias personales y sociales, a la historia de la tecnología informática, a la globalización de los recursos de *software* y de *hardware*. Hay mil maneras de pasar del estado de novicio, de aprendiz, al estado de experto, de maestro y cada uno de nosotros ha vivido la experiencia de haber realizado un recorrido muy personal en la adquisición de las habilidades digitales. Por un lado, las generaciones más viejas no tuvieron la oportunidad de iniciarse precozmente en el trato con las computadoras, como lo hacen las más jóvenes. Por otro, los pioneros en las ciencias de la computación debieron inventar las herramientas digitales, formales y materiales, como parte integrante de su propio desarrollo intelectual, cosa que el usuario común no tiene necesidad de hacer. Las máquinas digitales están a su disposición, se compran en el mercado abierto de la tecnología, y son cada día más fáciles de utilizar. Además ya no están reservadas a los científicos y técnicos, como sucedía hace apenas un par de décadas, hoy están a disposición de to-

dos, a cualquier edad y en los más variados contextos. La misma noción de «ser experto», de ser perito en el mundo digital, se ha enriquecido y las habilidades digitales correspondientes se han multiplicado de manera prodigiosa. Los caminos para desarrollarlas, también.

**DOMINIOS E INTELIGENCIA.** Es preciso no confundir las categorías: una cosa es una inteligencia particular y otra el dominio en el cual se ejerce. Así, por ejemplo, una persona puede desarrollar una notable inteligencia lógico-matemática sin ejercerla en el dominio de las matemáticas propiamente dichas, sino en el comercio o en el juego de azar. E, inversamente, muchos expertos no han podido dejar una marca en la historia de las matemáticas. Teniendo en cuenta este acople imperfecto entre una inteligencia y un dominio, deberíamos hablar, en este ejemplo, más bien del «desarrollo de un matemático en ese dominio social que llamamos matemáticas, en lugar del desarrollo de la inteligencia matemática» (Gardner 1999, 38). Lo mismo sucederá con todas las demás inteligencias, incluida la digital.

Conviene entonces que nos ocupemos ahora del «desarrollo de aquellos estados finales que captan a las inteligencias particulares» (Gardner 1999, 38). Pero lo que denominamos el estado final del desarrollo de una inteligencia es siempre un estado final provisorio, que será superado por la evolución histórica del dominio en cuestión. Recordamos que para Gardner un dominio es «un conjunto organizado de actividades en una determinada cultura». Y un conjunto supone una multiplicidad de componentes, de elementos, lo que explica ese desacople posible, y tan frecuente, entre inteligencia y dominio. Por ejemplo, para ejercer en plenitud la función de director de orquesta, además de cultivar una inteligencia musical, tarea que lleva muchos años, el maestro debe perfeccionar otras inteligencias igualmente necesarias, como la corporal, para transmitir gestualmente las sutilezas de la partitura; la interpersonal, para comunicarse adecuadamente con cada miembro del conjunto; la intrapersonal, para involucrarse íntimamente con la obra. Pero también existe una historia de la conducción orquestal, que establece pautas de interpretación, y cada época favorece determinados «estados finales», que no comparte necesariamente con otras. Algo semejante se puede encontrar en los otros dominios relacionados con las demás inteligencias. De manera que la existencia de un estado final en el

desarrollo de un dominio particular donde se expresa una determinada inteligencia es siempre relativa al momento histórico. Es más, como el mismo Gardner lo sugiere, en el futuro podrán surgir nuevos dominios para ejercer una inteligencia que hoy no se manifiesta por falta de terreno fértil. Esto daría lugar a una expansión progresiva de la teoría de las múltiples inteligencias. Será el caso, precisamente, de la inteligencia digital, cuyo dominio recién se abre a la humanidad.

**LAS ETAPAS Y ESTADIOS DIGITALES.** Para ingresar en un dominio determinado, en las artes, en las ciencias, en el comercio, en la política, etcétera, hay siempre un período preparatorio, al cual siguen otras etapas hasta llegar a la maestría, siempre relativa o provisoria, como dijimos. A su vez, cada dominio, está subdividido en diferentes comportamientos y especialidades. Por ejemplo, la dirección orquestal es una especialidad dentro del subdominio de la interpretación musical, que, a su vez, es una parte de la educación musical, que además comprende otras disciplinas como la composición. Por esta razón, será preciso identificar también algunos subdominios en el dominio digital para seguir más de cerca el desarrollo de las inteligencias que se pueden ejercer en él.

Tal vez nos pueda ayudar en esta búsqueda la epistemología genética de Jean Piaget. Desde sus primeros trabajos, en efecto, el maestro suizo se ocupó de establecer puentes entre el desarrollo de las estructuras fundamentales del conocimiento de la niñez a la adolescencia y la evolución histórica del pensamiento científico (Piaget 1949 y 1950). Al término de su fecunda vida, propuso una nueva síntesis para explicar los estados del desarrollo cognitivo, a partir no solo de los esquemas propios del sujeto sino también de las composiciones de los objetos. Piaget murió en 1980 y no tuvo ocasión de investigar el impacto de los «nuevos objetos», las computadoras personales, en el desarrollo de la inteligencia de las nuevas generaciones. Pero muchos tomaron su relevo, entre los cuales merece destacarse su discípulo, el matemático Seymour Papert, un pionero en el dominio de la educación digital (Papert 1980).

El camino recorrido desde entonces ha sido inmenso y las investigaciones tomaron las más variadas direcciones (Turkle 1984 y 2004, di Sessa 1996, Resnick 2000). Sería imposible querer exponer aquí todas las piezas que componen un dominio

tan vasto y cambiante como el digital; por eso, a los efectos prácticos, nos restringiremos a dar algunos testimonios de nuestra experiencia personal en este campo. En particular, intentaremos identificar algunas etapas en la adquisición de las habilidades digitales por parte de aquellos niños y adolescentes que han crecido en contacto con máquinas digitales, juguetes electrónicos y computadoras. Estos artefactos son miembros de una «especie» totalmente novedosa, y como tales debemos considerarlos.

**ARTIFICIALISMO, ANIMISMO Y ARTEFACTOS DIGITALES.** La diferenciación de objetos animados e inanimados ha sido tema de muchos estudios antropológicos y psicológicos. El mismo Piaget analizó *el artificialismo y el animismo* en el desarrollo normal de un niño. El primero atribuye poderes artesanales a la naturaleza, el segundo poderes vitales a los objetos. En su obra clásica, *La representación del mundo en el niño* (1938), Piaget distingue un animismo difuso, que atribuye vida y conciencia a las cosas y un animismo sistemático que consiste en un conjunto de creencias animistas bien definidas del niño sobre ciertos fenómenos naturales, por ejemplo que los astros «lo siguen cuando camina». También el maestro suizo identifica cuatro formas de artificialismo:

- 1) *artificialismo difuso*, donde la naturaleza se concibe como algo dirigido por los hombres, o por lo menos gravitando alrededor de ellos (por ejemplo, los ríos corren porque los remos los empujan);
- 2) *artificialismo mitológico*, que aparece con las primeras preguntas infantiles sobre el origen de las cosas (por ejemplo, el sol fue creado por los hombres por medio de un fósforo);
- 3) *artificialismo técnico*, que diferencia la obra humana, el artefacto propiamente dicho, de las cosas de la naturaleza, pero que cree que esta última necesita del hombre para ponerse en marcha y seguir su proceso propio (por ejemplo, las nubes se mueven porque el hombre les obliga a moverse);
- 4) *artificialismo inmanente*, donde se considera que la naturaleza es heredera del hombre y fabrica por sí misma las cosas, como un obrero o un artista (por ejemplo, la gota de agua «esculpe» la piedra).

Los niños que han nacido en la era digital están en contacto con una amplia variedad de artefactos digitales, procesadores, sensores y motores de todo tipo desde muy tierna edad y aprenden a convivir con ellos. Ciertamente, esta convivencia está acompañada del artificialismo y animismo propios de la nueva tecnología, que podríamos llamar *artificialismo y animismo digitales*. El animismo digital puede ser muy precoz, a los 10 meses de edad el niño ya atribuye «intenciones» a los juguetes automáticos, por ejemplo (Premack 1995). A medida que los niños crecen y se escolarizan, estos artefactos digitales adquieren mayor importancia en su vida intelectual, se van eliminando las atribuciones artificialistas y animistas de la infancia. Pero siempre quedan algunos rasgos primitivos del animismo, por ejemplo, cuando insultamos a nuestra computadora —como si fuera un ser animado— porque «no obedece» nuestras instrucciones, o del artificialismo, cuando nos maravillamos frente a un programa porque «imita» la naturaleza —aunque sea solo una «simulación virtual»—. Además, es común observar que muchos adultos que recién comienzan a aprender a usar la computadora generan una serie de fantasías pueriles atribuyéndole dotes cuasi-mágicas. Eso no es tan común en un adulto que adquirió sus habilidades digitales en los primeros grados de la escuela.

**UN CIRCUITO DEL CEREBRO PARA CADA COSA.** Para nuestros fines es importante analizar las diferencias que establece el cerebro entre objetos naturales y artificiales, entre organismos vivos y artefactos creados por el hombre. Es decir, cómo «clasifica» los objetos de su entorno. Hoy sabemos que los nombres de personas, animales y artefactos se registran en el cerebro en áreas bien diferenciadas del lóbulo temporal. En la cartografía cerebral existe una localización específica para categorizar los artefactos que se usan como herramientas, otra para las personas y una tercera para los demás seres vivos. Por una parte, ciertas lesiones cerebrales producen la pérdida selectiva de la memoria de estos nombres. Por otra, cuando se pide a un individuo sano la atribución de un nombre a fotografías de estas tres categorías, su cerebro se activa en tres zonas diferentes del lóbulo temporal, un área específica por cada categoría (Damasio et al. 1996).

Recientemente, se ha podido comprobar, además, que los procesos cerebrales se diferencian con un «grano más fino» dentro de cada una de estas categorías. Por ejemplo, para las personas

se puede observar una activación específica en el giro fusiforme de la base del lóbulo temporal cuando el sujeto identifica caras con rasgos europeos o africanos (Golby et al. 2001). Esta zona cortical se activa más intensamente cuando el sujeto identifica a un miembro de su propio grupo étnico (africano o europeo) que cuando percibe caras de otro grupo. Este descubrimiento se complementa con otras observaciones que revelan la especificidad, en la misma región cerebral, para otras actividades clasificatorias, por ejemplo cuando el sujeto clasifica autos o pájaros (Gauthier et al. 2000). En suma, el cerebro humano identifica a los artefactos en una zona cortical diferente de la que procesa los objetos naturales, lo que es un hallazgo notable. Hay mucho que investigar en este campo y, seguramente, en el mediano plazo lograremos identificar también algunos procesos cerebrales ligados con el reconocimiento de los artefactos digitales propiamente dichos. Ello nos llevaría, posiblemente, en una etapa más avanzada de desarrollo de la «neurología inversa», a diferenciar entre expertos y novicios en el uso de estos nuevos artefactos con solo observar las zonas que se activan en sus cerebros en una situación controlada.

**CEREBROS EXPERTOS Y NOVATOS.** Por el momento, las investigaciones sobre el cerebro de los músicos nos pueden servir de guía, puesto que la inteligencia musical es una de las mejores estudiadas por las neurociencias cognitivas. Se ha comprobado, por ejemplo, que los músicos procesan la audición de una pieza musical en el lóbulo temporal izquierdo (*planum temporale*), una zona involucrada en el análisis de la lengua hablada, mientras que un grupo control sin educación musical, utiliza áreas correspondientes del hemisferio derecho, pero que no cumplen funciones lingüísticas. Es decir, el músico experto «lee el sonido musical» como un lector lee un texto escrito, interpreta la música que escucha como un lenguaje más, lo que no sucede en un individuo que no es músico (Ohnishi et al. 2001). En este sentido, la persona incapaz de procesar la música como un lenguaje es un «analfabeto musical», aunque pueda gozar con ella.

También podríamos llamar «analfabeto digital» a una persona que no sabe operar con una computadora o que nunca se ha puesto en contacto con una máquina digital. Siguiendo el ejemplo musical, podemos suponer que un experto en el dominio digital usará circuitos cerebrales diferentes del novato o

del analfabeto, pero no contamos aún con datos para verificar esta hipótesis. Lo que sí sabemos es que la inteligencia musical se puede educar, desde muy temprano, y lo mismo sucede —lo comprobamos a diario— con la inteligencia digital. La precocidad es una característica común de ambas inteligencias, pues son lenguajes altamente estructurados, que el niño pequeño, sin ser prodigio, puede llegar a dominar, como lo hace con el habla familiar. El lenguaje musical y el «digitalés» (el lenguaje computacional común de los clics) están, seguramente, muy próximos.

En nuestra experiencia docente hemos comprobado que los alumnos pasan por varias etapas en la adquisición de una habilidad digital, en particular durante el aprendizaje del procesador de texto (Battro y Denham 1989 y 1997). De manera general, podemos identificar tres grandes etapas que se suceden siguiendo una escala logarítmica de tiempos de ejercitación: 1) inicial: 10 horas, 2) novicio: 100 horas, 3) experto: 1.000 horas. Sería muy interesante investigar los cambios funcionales que se producen en la intimidad de la corteza cerebral a medida que el alumno, niño, adulto, discapacitado, talentoso, cambia de etapa. Sabemos, en efecto, que las personas más entrenadas en un dominio son capaces de establecer sutiles diferencias que no son siempre perceptibles para los novicios, un pintor percibe más colores y formas, un músico más tonos y armonías, por ejemplo. Una persona que ha ejercitado su inteligencia digital se destacará por su habilidad en identificar errores de códigos (*bugs*), clasificar diferentes versiones de utilitarios, utilizar un mayor abanico de recursos y «trucos» digitales, etcétera. Cuando una persona ha incorporado el «digitalés», disfruta grandemente de su aplicación, no le presta tanta atención a las herramientas digitales (siempre cambiantes), sino que las utiliza con total naturalidad para cumplir sus objetivos. Seguramente, algún día se logrará también encontrar la base neuronal de estas capacidades específicas; por ahora, es evidente que en el dominio digital fructifican, también, los talentos excepcionales.

**TALENTOS PRECOCES, PRODIGIOS Y «SAVANTS».** Para Gardner, el estudio de los niños precoces, prodigios y «savants» es un requisito indispensable para completar la descripción de una inteligencia particular. La precocidad es la característica más obvia y fácil de establecer, pues existen tablas detalladas del desarrollo mental



y medidas sobre la adquisición de las más variadas habilidades que nos sirven de orientación frente a un caso excepcional. El estudio del prodigio, en cambio, es más delicado. Se entiende por *prodigio* aquel niño que actúa como un profesional adulto y experto en un determinado dominio. Preferentemente, el prodigio se manifiesta en un único dominio, Mozart en la música, Picasso en la pintura, Gauss en las matemáticas, etcétera, pero puede haber excepciones y se han descrito algunos prodigios en dos o más dominios. Los «savants» (antes se los llamaba «idiots savants», idiotas sabios) son aquellos que pueden descollar en un dominio determinado, como el cálculo, el dibujo, el ajedrez, pero que presentan deficiencias mentales o discapacidades severas en su conducta, autismo, oligofrenia, mutismo, etcétera (Battro 1986). La pregunta es dónde ubicamos al genio creador en esta clasificación. No todos los genios han sido precoces, por ejemplo. Sobre este tema se podría discutir indefinidamente y no sabríamos describir a ciencia cierta qué es una «inteligencia digital genial» sin apelar al estudio de las inteligencias más próximas, como la lógico-matemática. Muchos artífices y precursores de la era digital, en efecto, han sido talentos matemáticos precoces, como Pascal, Leibniz, Babbage, Turing, von Neumann y Wiener. Este último, creador de la cibernética como disciplina científica, escribió su autobiografía con el atractivo título: *Ex prodigio, mi infancia y juventud* (Wiener 1953). Recientemente, Stephen Wolfram, uno de los grandes talentos digitales contemporáneos, ha escrito un libro, *Una nueva especie de ciencia* (2002), donde se manifiesta a favor de una representación digital del universo, donde el aspecto discreto reemplazará lo continuo.

Las investigaciones sobre el tema del talento excepcional son muy abundantes (Winner 1996) y se remontan al siglo XIX con los estudios clásicos de Francis Galton (1869) sobre el genio y los de Alfred Binet (1894) sobre los calculistas prodigios y «savants». A estos trabajos pioneros siguieron innumerables investigaciones psicométricas sobre niños de cociente intelectual muy elevado, cuyo paradigma fue el estudio llevado a cabo por Lewis M. Terman (1959) y su equipo de Stanford durante varias décadas. La segunda parte del siglo pasado se caracterizó, en cambio, por una profunda revisión de estos conceptos gracias a la obra de educadores y psicólogos como Suzuki (1969), Passow (1979), Albert (1983), Amabile (1983), Simonton (1984), Sternberg y Davidson (1985), Gardner (1985) y Feldman (1986),

entre otros. En estos últimos años, nuestras ideas sobre la inteligencia excepcional se han enriquecido significativamente por las neurociencias. Una primera línea de investigación surgió de los estudios bioquímicos de Norman Geschwind y Albert Galaburda (1987) sobre «la patología de la superioridad», ligada a las características inmunológicas, hormonales y de lateralidad cerebral de personas con talentos excepcionales. Otra corriente importante apareció con el análisis microanatómico de cerebros de científicos eminentes. Uno que adquirió justa celebridad fue el estudio sobre el cerebro de Albert Einstein, realizado por Marion Diamond y colaboradores (1985), donde se observaron diferencias sistemáticas en la organización de la glía y neuronas en las áreas corticales 9 y 39. Recientemente, un grupo canadiense identificó, en este cerebro excepcional, un aumento del 15 por ciento de la superficie ocupada por la corteza parietal inferior (Witelson et al. 1999). Una tercera vía, que es la que promete resultados más significativos desde el punto de vista funcional, proviene de la incorporación de métodos no invasores cada día más poderosos e inoocuos, sobre el «cerebro excepcional». Por ejemplo, investigaciones sobre el cerebro de un calculador prodigio demostraron que no utilizaba las mismas áreas corticales que un grupo de control para realizar cálculos mentales. Sería necesario repetir, algún día, estas investigaciones sobre la activación cerebral con personas de reconocido talento digital. Lamentablemente no existen, que sepamos, estudios sistemáticos al respecto, pero sobran los testimonios privados, recogidos en las casas y en las escuelas de todo el mundo, sobre niños que manifiestan un talento precoz y que, a veces, son verdaderos prodigios en el uso de las computadoras. El caso, cada día más difundido, de los «hackers» merecería, por su parte, un estudio aparte. Los más son jóvenes talentosos y honestos entusiastas de la red, pero, lamentablemente, hay también hackers delincuentes y terroristas. Una tercera categoría de hackers podría considerarse, a nuestro entender, como la de los «savants digitales».

Es interesante consignar que Gardner ha puesto en marcha en la universidad de Harvard un proyecto llamado *Spectrum*, que tiene por finalidad asistir al desarrollo de cada una de las inteligencias con programas escolares individualizados. El espectro de perfiles reconocidos es del orden de unas dos docenas, los dominios del conocimiento pueden ser unos cien y los roles

o papeles que el niño en edad escolar puede llegar a representar llegarían a doscientos. Ciertamente, la inteligencia digital tiene perfecta cabida en un espectro tan amplio como este, donde un «niño promesa» en el dominio digital hoy cuenta con enormes posibilidades técnicas, que eran totalmente inaccesibles para una generación anterior. Pero bien sabemos que esta accesibilidad digital aún no es universal y que hay desigualdades considerables según los países y grupos sociales, tema que debe preocupar a todos los ciudadanos responsables que aspiran a una sociedad más justa y solidaria. En definitiva, si bien no tenemos aún una confirmación robusta de nuestras hipótesis sobre una modificación anatómica y funcional de ciertas zonas del cerebro ligadas a una capacidad digital excepcional esperamos que, en un corto plazo, las neurociencias cognitivas nos brindarán resultados interesantes al respecto. Por ahora, lo que comprobamos es que algunos seres humanos manifiestan una inteligencia digital superior, a la manera de lo que sucede con las inteligencias que han sido más estudiadas.

**DISCAPACIDADES SIN BARRERAS.** La existencia de toda clase de interfaces adaptadas al uso de discapacitados físicos y mentales prueba, en la práctica, los múltiples beneficios de los sistemas digitales accesibles y universales. Estas nuevas herramientas, algunas de las cuales son el producto de una tecnología muy avanzada, se caracterizan por converger claramente hacia una opción clic. Las personas con discapacidades que emplean estas ayudas tecnológicas desarrollan habilidades digitales indudables, que no se podían manifestar en una era pre-digital. Es más, la digitalización creciente de muchos instrumentos y soportes del aprendizaje (textos, fotografías, videos y audio) contribuye de manera sustancial a la educación en general y no solo a la especial, pero en muchos casos el impulso que provocó los cambios partió de la necesidad de resolver el problema grave de aprendizaje o de comunicación de una persona con discapacidad. Muchas veces las innovaciones fueron de carácter artesanal y las adaptaciones digitales tenían serias limitaciones, pero la industrialización creciente y las mejoras en el diseño han convertido a estas interfaces en instrumentos robustos y de precisión, inimaginables hace pocas décadas. Un mercado en expansión permite hoy seleccionar, además, las soluciones técnicas mejor adaptadas a cada caso. El objetivo deseado, pero no siempre

posible, es adaptar la herramienta digital al usuario (con y sin discapacidad) y no a la inversa, como sucede cuando se pretende adaptar el usuario a la máquina. Bastará un ejemplo trivial para destacar este hecho. En muchos teclados de computadora no existe la letra «ñ» y el usuario de lengua castellana deberá realizar una serie de maniobras para imprimir una tilde sobre la letra «n». En este caso el usuario que escribe en castellano se debe adaptar al diseño del teclado, contra su voluntad. Esta complicación es fácil de obviar con un teclado español. Esta solución simple ilustra el camino a seguir en la creación y en el uso de prótesis digitales de cualquier tipo.

Conviene saber que los artefactos digitales que brindan una ayuda a usuarios discapacitados están en permanente evolución. Pero además, lo que es fundamental, estas innovaciones tecnológicas benefician a todas las personas y no solamente a quienes tienen una deficiencia, como sucede con las rampas en los edificios que no se limitan a facilitar el tránsito de personas en sillas de ruedas sino que son aprovechadas por muchas otras personas. Lo que es tan beneficioso para uno lo será para todos. En consecuencia, debemos, por principio, adoptar una nueva concepción de la tecnología digital, preferir siempre aquella que es más universal y accesible (Meyer y Rose 1999, Rose y Meyer 2000, Meyer y O'Neill 2000). En la actualidad, muchas tecnologías digitales son meramente «asistenciales», sirven para mejorar una situación, para ayudar en un aprendizaje, pero no cambian sustancialmente el problema. En el futuro, estas tecnologías digitales modificarán también el concepto mismo de aprendizaje «para todos». Hay, ciertamente, enormes ventajas en el paso del texto impreso al hipertexto, de las imágenes analógicas a las virtuales, por ejemplo. En un simple texto digitalizado se borran muchas barreras físicas: una persona discapacitada visual accederá a él mediante un sintetizador de voz, otra con una discapacidad motriz e incapaz de mover las páginas de un libro lo podrá leer en su versión digital en la computadora haciendo clics en las diferentes secciones, etcétera. De la misma manera, una persona con discapacidad auditiva se beneficiará con el subtítulo digital en un video, y así con todo. Además, podemos afirmar que muchas personas con discapacidades logran desarrollar una notable inteligencia digital en el uso cotidiano de sus prótesis digitales, que llegan muchas veces a convertirse en una segunda naturaleza en sus vidas.

**¿DISCAPACIDAD DIGITAL?** Nos queda por responder una pregunta importante: ¿existen discapacidades «estrictamente» digitales? Dicho de otro modo, ¿hay acaso personas que tengan dificultades transitorias o permanentes en la comprensión y en el uso de la tecnología digital, individuos que no puedan desarrollar una inteligencia digital? Así como existen afasias, alexias, anomias, ¿existirá algo como una «acliquia», un impedimento en usar la opción clic, una «alexia hipertextual», o síndromes semejantes ligados a una discapacidad digital específica? Es obvio que no todos los individuos que interactúan con las máquinas digitales lo hacen con la misma facilidad. Pero de allí a tener una incapacidad o discapacidad digital específica hay un paso importante. En nuestra experiencia clínica con centenares de pacientes, niños y jóvenes discapacitados mentales, sensoriales y motores, adultos y gerontes, hemos encontrado muy pocos que hayan manifestado problemas insalvables con las computadoras. Es verdad que algunos todavía se jactan de no usarlas y otros se apartan con temor y vergüenza de ellas. Suponemos que estos grupos reaccionarios o reticentes irán disminuyendo a medida que la tecnología sea más accesible y ubicua y que las nuevas generaciones digitales sucedan a las precedentes.

Pero hay ciertos casos clínicos donde esta actividad computacional parece trabada de manera específica, a saber, en el síndrome autista. El autismo es una afección sumamente compleja y el término autista abarca los más variados casos, se trata más de un espectro de comportamientos deficientes, predominantemente en el campo social, emocional y lingüístico, que de un déficit singular. Sorprendentemente algunos autistas son talentos excepcionales en algún dominio, como en el artístico. Los casos bien conocidos de los niños Nadia (Selfe 1977) y Wiltshire (1987), con un talento prodigioso en el dibujo, son una prueba de esta extraña condición: por una parte, tienen una dificultad de comunicación muy seria (Nadia casi no hablaba y tenía un retardo mental); por otra, pueden lograr un nivel artístico superior. Las neurociencias contemporáneas han detectado, además, en muchos autistas una incapacidad de construir una «teoría de la mente», es decir una imposibilidad de leer y de predecir las intenciones y los gestos ajenos, de interpretar frases con segundas intenciones, de entender chistes y humoradas (Frith 1989 y 1991). Para algunos investigadores, esto se debe a un desarrollo neuronal defectuoso, ligado en muchos casos a una epilepsia

y a trastornos de los procesos metabólicos relacionados con la serotonina y la dopamina.

En general, en el niño autista se detecta, en un tercio de los casos, una regresión severa de la conducta, especialmente del lenguaje, del juego y de la sociabilidad alrededor de los 2 años, lo que haría pensar en factores ambientales con raíces hereditarias poligenéticas más que en una lesión cerebral adquirida. Pero los datos aún no son suficientes para atribuir una causa orgánica común al autismo. Es sabido que muchos niños autistas aprenden a hablar a la edad habitual (síndrome de Asperger), pero otras veces lo hacen con gran retardo, aunque con sorprendente habilidad. En estos niños se observan conductas lingüísticas extrañas no tanto en el plano sintáctico o semántico, sino más bien en el pragmático. Por ejemplo, se expresan con una prosodia monótona, tipo robot, usan palabras raras o poco frecuentes, son poco flexibles y perseveran en cierto formulismo rutinario, en un verbalismo vacío o ritualizado, repiten las expresiones verbales ajenas (ecolalia) y tienen además muchos problemas en la comprensión del lenguaje ajeno. Es decir, fallan en la capacidad comunicativa del lenguaje, más que en su expresión formal (Rapin 2000).

Esta descripción del «discurso autista» se puede transferir, sin modificaciones casi, a la conducta de muchos niños autistas frente a la computadora. A diferencia de los pequeños usuarios de cualquier medio social que aprenden a explorar libremente, y sin temor, las herramientas usuales y a navegar en los espacios virtuales y simulados, gozando grandemente con estas incursiones en lo desconocido, muchos niños autistas, con o sin lenguaje hablado, se caracterizan, en cambio, por la rigidez y las conductas repetitivas y redundantes o compulsivas, sin sentido comunicacional alguno: tipean la misma letra infinidad de veces, apagan la computadora una y otra vez, no aprenden con facilidad nuevas funciones y prefieren volver siempre a las ya conocidas, etcétera. Este espectro de comportamientos bizarros que hemos detectado en autistas revela un severo trastorno en la dimensión pragmática del lenguaje digital. Para resumir, de la misma manera que se puede identificar un «habla autista» también podríamos describir un «digitalés autista», es decir un lenguaje autista digital. Pero, entendámonos bien, no toda persona autista es incapaz de usar profesionalmente una computadora, hay contraejemplos notables, como es el caso de Temple

Gradin, una veterinaria autista, autora de un libro que ha tenido amplia repercusión: *Pensando en imágenes, y otros testimonios de mi vida con el autismo* (Gradin 1996). Lo que queremos afirmar es que, en muchos casos de autismo infantil, el contacto fecundo y constructivo con la máquina está tan severamente limitado que podríamos atribuir a esos individuos autistas una verdadera «discapacidad digital». Dicho esto, y a pesar de las dificultades que hemos detectado en muchos niños autistas para usar correctamente una computadora, creemos que es posible encontrar nuevos métodos y equipamientos digitales para proceder con ellos a una estimulación temprana del lenguaje digital, a partir de la opción clic más sencilla. Lo que no siempre asegurará, ciertamente, el desarrollo de una inteligencia digital. Algo semejante podríamos decir de individuos débiles mentales profundos, donde existe, a veces, la posibilidad de aprender una opción clic en una situación muy elemental aunque esta ejercitación no abrirá necesariamente la puerta de entrada a una genuina inteligencia digital.

## ESTUDIOS EXPERIMENTALES Y COMPARADOS

*Sapere aude.*  
(Atrévete a saber.)

Immanuel Kant

Como dijimos en la introducción, será necesario llevar a cabo experimentos bien controlados sobre las maneras de interferir y de transferir una actividad digital. Eso nos permitirá indagar en la intimidad de las funciones cognitivas involucradas. Además, conviene realizar estudios comparados en distintas comunidades y culturas para indagar los aspectos diferenciales que pueden ser asumidos por una inteligencia digital. Todo nos lleva a apreciar la universalidad de la capacidad digital, su extensión y desarrollo en un planeta que, en muchos sentidos, se ha globalizado gracias, precisamente, a las redes digitales de comunicación. Finalmente, la expansión de la inteligencia digital en la sociedad humana plantea problemas éticos inéditos, que merecerán una consideración especial.

**INTERFERENCIAS Y TRANSFERENCIAS.** Podemos conversar y caminar al mismo tiempo, pero no podemos hablar y calcular simultáneamente. En este segundo caso hay una interferencia clara entre la inteligencia lingüística y la lógico-matemática, lo que no se da, en cambio, en el primero. Es más, puede existir un refuerzo o transferencia, entre dos inteligencias, como sucede en el teatro, donde el actor recita y se desplaza por el escenario, o en la ópera, donde el artista puede cantar y bailar al mismo tiempo. Gardner atribuye estas conductas a la modularidad de las inteligencias y a la relativa independencia de los circuitos neuronales que las sustentan, que en ciertos casos no se superponen, en



algunos se interfieren y en otros se refuerzan. Para cumplir con este criterio de modularidad, esencial para nuestra propuesta, debemos probar tres cosas:

- 1) que la inteligencia digital es suficientemente «autónoma» y se mantiene intacta a pesar del eventual defecto de una inteligencia que puede considerarse «próxima»;
- 2) que la inteligencia digital puede sufrir interferencias, inhibiciones o perturbaciones por determinada activación de otra inteligencia;
- 3) que la inteligencia digital, por el contrario, puede ser reforzada, facilitada o transferida.

No resulta fácil, en el estado actual de las investigaciones, satisfacer plenamente estos criterios en el caso de la inteligencia digital, pero debemos reconocer que tampoco lo es para muchas otras inteligencias que han sido indagadas con mayor profundidad. Sin embargo, podemos mencionar algunos indicios positivos, esperando pruebas más contundentes.

En cuanto a la «autonomía digital» hay alguna prueba indirecta a su favor en aquellos pacientes con lesiones parietales que provocan acalculia y no manifiestan pérdida alguna de capacidades digitales elementales, como hacer un clic para operar con un expendededor de alimentos, o marcar un número telefónico. Tampoco los afásicos presentan, en general, trastornos en la manipulación de códigos digitales, y pueden llegar a operar correctamente con una computadora o una terminal de banco o de supermercado. En ambos casos existe una independencia suficiente entre las tres inteligencias: digital, lógico-matemática y lingüística.

Por su parte, algunos estudios realizados en Francia por S. Dehaene (1997) y su equipo referidas al «sentido del número» pueden esclarecer el tema de las interferencias y refuerzos. El experimento que nos sirve de modelo consiste en obtener imágenes cerebrales de individuos sanos mediante una cámara de emisión de positrones (PET) mientras realizan multiplicaciones y comparaciones numéricas. La multiplicación mental supone la memoria de las tablas, y en este aspecto es una tarea ligada a la verbalización de los números, es decir a la inteligencia lingüística y no solo a la matemática. En cambio, la simple comparación entre números, que van del 1 al 9, no exige el apoyo de

una memoria verbal, tal es así que los niños pequeños, incluso antes de aprender a hablar, pueden reconocer si un conjunto de elementos es más numeroso que otro. En esta experiencia con imágenes cerebrales los números se presentan visualmente en una pantalla y los sujetos no dan respuestas verbales, ni mueven los labios para pronunciar el número en voz baja, simplemente «piensan» el resultado de la multiplicación o el de la comparación. Se trata de una actividad puramente mental, sin correlato externo, pero que consume energía y demanda un flujo sanguíneo mayor en las zonas cerebrales encargadas de su procesamiento. Estas diferencias de oxigenación es lo que detecta el PET. El sujeto sometido al experimento recibe una solución endovenosa que contiene moléculas de agua con oxígeno 15, inestable, que a los pocos segundos emite un positrón, que al combinarse con un electrón produce dos partículas gama en direcciones opuestas, que son detectadas por sensores que rodean el cráneo. Estas señales son reconstruidas por una computadora ligada al tomógrafo que genera una imagen del cerebro con las áreas activadas.

Las imágenes cerebrales son reveladoras. En primer lugar, como era previsible en ambas tareas de multiplicación y de comparación hay zonas comunes, ligadas a la percepción visual de los estímulos numéricos (corteza visual), a la atención, concentrada en un campo visual restringido, y a la dirección de la mirada (área suplementaria motriz y corteza precentral). En segundo lugar, hay evidentes diferencias entre las áreas activadas cuando se comparan ambas tareas. La multiplicación activa más el hemisferio izquierdo que el derecho, mientras que la comparación numérica se distribuye en ambos lados. Los autores concluyen que siendo la comparación una actividad no lingüística no requiere un pasaje por la verbalización de los números, como sucede en la aplicación de las tablas de multiplicar. Estas diferencias cognitivas explicarían las diferencias cerebrales. Es más, en el caso de la multiplicación se observa que el núcleo lenticular izquierdo, subcortical, también se activa específicamente, lo que lleva a pensar que el recitado precoz de las tablas en la escuela «impregna» estructuras profundas del cerebro. Eso explicaría también el hecho frecuente de que las personas perfectamente bilingües prefieren recitar las tablas en el idioma en que las aprendieron. En suma, las experiencias de Dehaene y de su equipo muestran que es posible «disecar» funcionalmente

los procesos numéricos y verbales involucrados en cálculos aritméticos simples. Es evidente que la actividad verbal acoplada a la numérica en el caso de la multiplicación induce la puesta en marcha de circuitos neuronales combinados que no se interfieren sino que se refuerzan entre sí.

Estos estudios nos interesan en grado sumo debido a la «proximidad» entre la inteligencia lógico-matemática y la digital. Siempre se podrá aducir que ambas se confunden en una sola inteligencia, lo que invalidaría nuestro esfuerzo para probar la identidad de esta última. Por eso es importante rebatir este argumento a los efectos de la teoría que proponemos. ¿Qué nos pueden enseñar estos experimentos cerebrales sobre la inteligencia digital? Primero, que toda actividad cognitiva real es el resultado de la composición de sub-actividades de carácter modular que se relacionan entre sí de una manera característica e identificable con ayuda de las imágenes cerebrales. Segundo, que estas sub-actividades (o sub-inteligencias en el lenguaje de Gardner) requieren la activación de millones de neuronas distribuidas por diferentes zonas del cerebro, que seguramente forman colecciones de circuitos que se estabilizan con el entrenamiento, es decir que se pueden activar en forma selectiva de acuerdo a la tarea propuesta. Tercero, que estas sub-inteligencias pueden competir entre sí (interferencia) o reforzarse (transferencia). Nos resulta muy interesante, además, saber que una actividad numérica como hacer una multiplicación involucra no solo módulos corticales sino también subcorticales, lo que sugiere una «incerebración» profunda, inconsciente, de un contenido cultural. Cuarto, que sub-inteligencias que pertenecen a dominios diferentes, como el lenguaje y el cálculo, pueden «reforzarse» entre sí para procesar un problema estrictamente numérico como la multiplicación. Estos datos sugieren la posibilidad de encontrar también interferencias y transferencias entre módulos cognitivos ligados a la inteligencia digital. Para ello será necesario diseñar experimentos apropiados para ponerla en evidencia, cosa que aún no hemos podido realizar. En todo caso, las nuevas tecnologías de imágenes cerebrales ofrecen recursos invaluable para proseguir nuestras investigaciones en esta dirección, que es una asignatura pendiente.

**UNIVERSALES Y PARTICULARES.** Los estudios de psicología comparada son de gran importancia para dirimir el problema fundamental

de los universales y particulares de una cultura. En el tema que nos ocupa será de interés investigar cómo se asimila una tecnología digital en comunidades diferentes. La experiencia mundial crece día a día y son incontables los estudios científicos y los testimonios personales en este campo. Existe una coincidencia generalizada entre los observadores y los usuarios en la facilidad con que las computadoras y otros instrumentos digitales se incorporan a la vida diaria de una comunidad. Este dato acompaña, a nuestro entender, el despliegue de una inteligencia digital en los nuevos usuarios de estas herramientas. Nosotros tuvimos el privilegio de contribuir al establecimiento de una cultura digital en numerosas comunidades sudamericanas, en especial en la Argentina y Brasil en la década del 80. Lo que sigue es un comentario sobre nuestras experiencias etnográficas más significativas.

Tal vez uno de los trabajos más interesantes fue el desarrollado en una comunidad aborigen, de etnia quechua, en el norte de la Argentina. Se trataba de unas doscientas familias que vivían de la agricultura y de la ganadería en los Andes. Un día el jefe de la comunidad se acercó a nuestro laboratorio para pedir ayuda. Quería instalar computadoras para asistirlos en el proceso de comercialización de la quinua, un cultivo de origen incaico que luego se fue reemplazando por el de cereales importados de España. Debido a sus características nutritivas, la quinua comenzó a ser revalorizada y un equipo de agrónomos propuso a esta comunidad encarar su cultivo metódico. Pero al mismo tiempo, nuestro interlocutor aborigen nos explicó que las computadoras necesarias para el manejo comercial de este nuevo emprendimiento se podían también convertir en un poderoso instrumento didáctico para los niños y jóvenes. La idea nos entusiasmó y decidimos participar en esta experiencia inédita en nuestro país. Para ello formamos un equipo de profesionales y voluntarios que concurren al lugar para impartir el entrenamiento debido. Las dos primeras computadoras fueron adquiridas con el producto de la venta de productos artesanales y se presentaron a la comunidad con un ritual propio. Por unos días se mostraron a todos los integrantes, grandes y chicos, en una choza donde se las exhibía rodeadas de ofrendas sencillas, y eran objetos de libaciones y fiestas. Después pasaron a un local que hacía de laboratorio de computación, el primero de la región, y se invitó a los niños a trabajar con ellas. En esa época estaba

en auge el lenguaje Logo, desarrollado por Seymour Papert en el MIT, y aprovechamos sus facilidades de programación para hacer dibujos geométricos. Algunos eran conservados en diskettes y los recibíamos en Buenos Aires con gran alegría. Ante nuestra sorpresa muchos nombres de procedimientos Logo estaban escritos en lenguaje quechua y los dibujos no eran ciertamente convencionales sino que representaban animales de la región, llamas y cóndores con trazos de gran belleza formal. Merece destacarse que eso sucedía hace más de dos décadas, cuando las computadoras en el ámbito escolar eran objetos aún muy escasos y caros, ni siquiera nuestro Ministerio de Educación contaba con esos equipos. Una vez más, el avance digital se daba en los «márgenes». La experiencia didáctica fue tan exitosa que cuando se introdujeron generadores eléctricos de bajo costo, la misma comunidad aborígen se ocupó de cargar las computadoras a lomo de mula y llevarlas a pequeños poblados aislados en la alta montaña, para compartirlas. Estas experiencias se repitieron bajo diferentes formas y modalidades en las más variadas comunidades, ricas y pobres, a lo largo y ancho de todo el país.

Los resultados están a la vista y muchos de aquellos niños pioneros dispersos por la Argentina, hoy son líderes de su generación y algunos han llegado a ser profesionales exitosos en la especialidad informática. Nunca hemos tenido noticias de una comunidad que haya fracasado en el empeño de instalar computadoras. Por lo visto, la motivación continúa siendo muy alta y advertimos que la incorporación creciente de nuevos contingentes humanos en el dominio digital es una constante en casi todos los países. Ello implica que hoy existe una amplísima base para desarrollar una inteligencia digital para todos y esto hace más dolorosa la existencia de una «brecha digital» entre los que tienen y los que no tienen acceso a estos instrumentos. En este sentido, el programa de una computadora portátil por niño (OLPC), ya mencionado, cumple una misión significativa para disminuir esta brecha injusta en los países en desarrollo.

## EL FUTURO DE LA INTELIGENCIA DIGITAL

Tenemos la facultad remota de pensar en todo, incluso en aquello de lo que quizás no tenemos idea.

Leibniz

**LAS NUEVAS PRÓTESIS NEURO-DIGITALES.** Como dice Gardner, el desafío actual está en hacer «la prospección de un concepto de inteligencia que refleje los nuevos descubrimientos y explicaciones y pueda resistir al escrutinio» (Gardner 1999, 204). Es más, nuevas herramientas podrán dar lugar a la aparición de nuevas inteligencias, que hoy ni siquiera somos capaces de concebir. La teoría de las inteligencias múltiples, si es consistente, deberá también incluirlas, siempre que satisfagan los criterios ya establecidos (y también los de algunos nuevos por definir). Esta apertura del modelo teórico de Gardner nos ha alentado a postular una inteligencia digital, pero somos conscientes de que solo estamos observando los primeros gérmenes de una inteligencia de este tipo. Las transformaciones son muy aceleradas y nos estimulan a postular también la aparición de nuevas formas de inteligencia digital generadas por «híbridos» biológico-computacionales. En efecto, los experimentos de laboratorio que conectan neuronas animales y microprocesadores aumentan a diario y las enormes inversiones realizadas en la nanotecnología apuestan a nuevos procedimientos de control de los procesos neurobiológicos. Todo ello redundará en una explosión, difícil de imaginar, de la inteligencia digital gracias a las prótesis neuro-digitales.

Por el momento, uno de los híbridos digitales que se ha revelado muy eficiente es el implante coclear, cuyo impacto en la vida del individuo sordo es decisivo. Al acceder por primera vez a

una información auditiva adecuada, el sordo implantado puede llegar a expresar mejor ciertas inteligencias que estaban inhibidas o perturbadas, como la musical y la lingüística, por ejemplo, pero también desarrollar nuevas facetas de la inteligencia digital. Merece destacarse que los niños cuyo sordera es anterior a la adquisición del lenguaje (sordera pre-lingüística) y que aprenden a oír con un implante lo hacen gracias a la activación de zonas de la corteza cerebral que no son las habituales en un oyente de nacimiento. En ambos casos, sordos implantados y oyentes de control, la estimulación verbal activa las mismas zonas del lenguaje hablado (áreas de Wernicke y de Broca), pero en los implantados no intervienen las áreas corticales auditivas primarias, como sucede en los oyentes, lo que sugiere que la representación cortical del lenguaje no depende de una experiencia auditiva precoz mientras que el procesamiento en la corteza auditiva está enteramente ligada a esta experiencia (Okasawa et al. 1996). Además en los implantados se activan más las áreas de la cara interna de ambos hemisferios durante la percepción de la palabra (Giraud et al. 2000 y 2001).

Una manera de extrapolar la ciencia real y actual a la ciencia futura es a través de la ciencia ficción, que nos permite tomar atajos y salvar obstáculos para que nuestra imaginación se atreva a volar. En el mundo de la tecnología ficción hay mucho escrito, y Marvin Minsky, uno de los grandes pioneros de las ciencias de lo artificial, en el libro que escribió con Harry Harrison, *La opción de Turing* (1993) nos da un buen ejemplo. Allí los autores relatan las consecuencias de acoplar un cerebro a microprocesadores. Siguiendo esta idea se nos ocurre plantear aquí el tema de la inteligencia digital del futuro recurriendo a la metáfora de un extraterrestre:

Dos escenarios, una biblioteca y un laboratorio de informática. Un extraterrestre entró en una biblioteca y vio a muchos terráqueos casi inmóviles y silenciosos frente a unos objetos de papel que de vez en cuando *hojeaban* (se dice así). Algunos hacían trazos en otros papeles. El bibliotecario le explicó que esos objetos son libros y que contienen ideas que no se ven. El extraterrestre se maravilló porque, evidentemente, los lectores, así se llaman esos seres, recorrían, ávidamente, con sus ojos, en general de izquierda a derecha, las marcas impresas en las pá-

ginas, es decir estaban viendo algo, explorando algo con sus globos oculares. Pero el bibliotecario le había dicho que las ideas no se ven... entonces ¿qué están haciendo? Aparentemente, no hacen nada, no hablan, no se mueven y, sin embargo, pasan en ese lugar largas horas. Le han explicado que unos leen, otros estudian, otros investigan. El extraterrestre no entiende mucho las diferencias, para él ninguno de ellos *hace nada*. No se puede comparar con lo que comprobó en otra visita cuando recorrió un laboratorio de computación. Allí los terráqueos movían constantemente sus dedos sobre unos teclados y miraban signos e imágenes en las pantallas de colores de las máquinas, que a veces emitían sonidos, voces o música. Es verdad que no entendía mucho lo que estaban haciendo, pero ciertamente también pasaban largas horas frente a sus máquinas. La diferencia con los lectores era sutil, pero bien clara. En la biblioteca los libros iban y venían, algunos se abrían, otros permanecían apilados, pero no se modificaban al ser leídos, los lectores solo pasaban las páginas. En cambio, las pantallas de las computadoras cambiaban constantemente al compás del incesante golpeteo de las teclas y muchos leían acompañados de eventuales clics. Movían un objeto que parecía un animalito con cola, atado a la máquina, que también hacía ‘clic’ (le dijeron que se llamaba *mouse*). Aquel lugar le recordaba un concierto al que había asistido, donde cada participante tocaba un instrumento que generaba tonos agradables, salvo uno de ellos que estaba de pie al frente de todos, agitando los brazos con un fajo de hojas frente a sí, como todos los demás, pero su instrumento era una varilla que no emitía sonido alguno. Al extraterrestre le parecía que había más semejanzas entre la gente de las computadoras y los músicos, que entre ellos y los lectores de la silenciosa biblioteca. Los dos primeros *producían* algo. Pero alguien le explicó que los tres grupos hacían lo mismo: *leían* signos, es decir *interpretaban* notaciones, *comprendían* ideas, unos en libros, otros en las pantallas y los músicos en partituras. Tres actividades igualmente inútiles para el extraterrestre, habituado a aprender y comprender de manera directa las cosas, sin intermediarios externos, simplemente *de neurona a neurona*, sin necesidad de pasar por marcas en el



papel o en la pantalla. Para el extraterrestre estas tres actividades humanas eran solo *virtuales*, hubiera preferido poder identificar las ideas en juego directamente en los cerebros de los terráqueos, eso, para él, era lo único *real*. Le explicaron, al terminar su paseo por la Tierra, que algunos científicos habían comenzado a explorar esa posibilidad.

El cuento nos sugiere la posibilidad de desarrollar otras inteligencias, basadas en una «explotación» diferente del cerebro humano gracias a prótesis neuro-digitales, como sucede con el extraterrestre de la ficción, y más modestamente, como hemos visto, en un niño sordo con implante coclear. Ciertamente, hay muchos equipos de investigadores dedicados activamente a la creación de prótesis neuro-digitales, cuyas derivaciones en el campo de la inteligencia digital podrán ser revolucionarias.

**BELLEZA Y ESTÉTICA.** *Verum, bonum et pulchrum convertuntur*, «la verdad, el bien y la belleza son convertibles», decían los filósofos escolásticos. Una teoría científica contemporánea de la inteligencia tampoco puede excluir los valores estéticos y éticos de su marco conceptual. En este sentido, la teoría de las inteligencias múltiples de Gardner distingue claramente la verdad del bien y de la belleza, no confunde los niveles y los campos, y nos ofrece un método riguroso para analizarlos. Por otra parte, ha dedicado una minuciosa y extensa investigación al «buen trabajo» (*good work*), al trabajo bien hecho, donde «la ética y la excelencia convergen» (Gardner, Csikszentmihalyi y Damon 2001). Además, en principio, cada una de las ocho inteligencias identificadas por Gardner puede tener una expresión estética particular. Podemos admirar y gozar la belleza de un teorema de Euclides, de una danza africana, de un poema de Borges, de una pintura de Botticelli, de una sonata de Mozart, del teatro de Shakespeare, de los herbarios de Linneo, de las *Confesiones* de san Agustín, que las expresan de manera superlativa.

También las nuevas herramientas digitales nos ofrecen maneras inéditas de simular, emular y crear obras de arte en los más variados dominios. Diseño gráfico, música electrónica, imágenes virtuales, animación digital en computadoras, son algunos dominios recientes que han ampliado de manera significativa el universo estético contemporáneo. Para ello hemos desarrollado nuevas habilidades digitales, que suponen su interacción con

las demás inteligencias. También son muy numerosos los que han podido superar las limitaciones habituales de las herramientas analógicas. Hemos visto a niños de edad escolar creando dibujos digitales de gran belleza, a personas con discapacidades motrices recuperando la alegría de pintar, a arquitectos que han reemplazado el tablero de dibujo por la computadora, a escritores que editan sus propias obras en formatos hipertextuales, a músicos que crean instrumentos virtuales y producen nuevos mundos sonoros, a científicos que desarrollan modelos de simulación de altísima complejidad y belleza, a matemáticos que generan objetos imposibles de imaginar sin el auxilio de las computadoras. Algunos pocos individuos privilegiados han logrado alcanzar niveles de expresión estética superlativas con estos medios digitales. La lista del impacto estético de una inteligencia digital se alarga día a día y, lo que es más importante, muchas personas que se consideraban excluidas del mundo del arte ahora han descubierto su capacidad digital para ingresar en él. Esta «democratización» es una consecuencia de la accesibilidad creciente de las computadoras en la vida cotidiana de millones de personas. Pero, al mismo tiempo, la inteligencia digital de cada usuario toma características individuales diferenciales, lo que enriquece notablemente su creatividad y amplía su espectro artístico.

**ÉTICA Y MORAL.** Queremos reflexionar también sobre los principios éticos que deben guiar la educación de una inteligencia digital y las consecuencias morales que derivan del uso de las nuevas y poderosas herramientas digitales. El tema es amplísimo y solo nos referiremos aquí a algunos aspectos morales que derivan de nuestra práctica cotidiana. Hemos tomado partido: tenemos un compromiso humano y humanitario sobre el buen uso de la tecnología y las responsabilidades propias de una inteligencia digital en la sociedad actual.

En primer lugar, el conjunto de inteligencias identificadas por Gardner son neutras en cuanto a su valor, en este sentido no hay inteligencias «buenas» o «malas», pero el ser humano que las posee puede hacer buenos y malos «usos» de ellas. Lo que resulta evidente en el transcurso de la historia de la humanidad. Por ejemplo, la inteligencia lógico-matemática ha sido utilizada por los físicos para crear bombas mortíferas o para dinamitar obstáculos en la construcción de caminos que traen el progreso y

la prosperidad de los pueblos, los ejemplos son infinitos. A cada buen uso se le puede anteponer un mal uso: unos liberan al hombre, otros lo esclavizan o lo destruyen. Y eso se repite para todas las inteligencias y sub-inteligencias identificadas hasta ahora. Tampoco la inteligencia digital es una capacidad exenta de causar daño a las personas, de transformar al prójimo en un medio para lograr un fin, de servir al terrorismo y al narcotráfico. Pero también tiene valiosísimas aplicaciones prácticas, cuyo alcance moral es enorme y cada día más evidente.

Un sitio de observación privilegiado sobre el desarrollo de la moral digital, de sus usos «deónticos», es una escuela equipada con computadoras. En especial, el uso de Internet se convierte en un amplificador de todas las tendencias, buenas y malas, del usuario, y es responsabilidad del adulto actuar como guía responsable para enseñar al alumno a navegar debidamente por la red, evitar las malas compañías y los sitios desaconsejables, aprender a usar la información ajena respetando los derechos de propiedad de los autores, extender el enorme poder de la red digital a los más necesitados, buscar en todo la verdad, el bien y la belleza. Desde el punto de la psicología moral, se trata de promover la autonomía del usuario de una computadora, más que de reforzar una heteronomía autoritaria. Para ello recomendamos a las escuelas que faciliten un acceso libre, pero responsable, a Internet, bajo la orientación constante de adultos capacitados, que conocen el tema, sus ventajas y escollos. Es aconsejable también que los estudiantes se comprometan explícitamente a hacer un buen uso de la tecnología digital, a respetar las reglas de etiqueta digital, etcétera. Además, cada comunidad cuenta con tradiciones locales y valores espirituales propios que podrán guiar la formación de una sólida inteligencia digital, ejercitada en los buenos hábitos digitales, desde muy temprano. Con programas como OLPC que impulsa el uso en red de las computadoras portátiles, tanto en la escuela como en la casa, en el campo como en la ciudad, los niños se formarán en un uso responsable de la tecnología digital si cuentan con el apoyo de la comunidad.

Sabemos cuán importantes son las primeras habilidades intelectuales en la mente infantil y hasta qué punto determinan el desarrollo robusto de los afectos y emociones. Hemos visto que la cultura impregna el cerebro humano de manera indeleble. Y una cultura digital participa en la construcción del cerebro mo-

derno, donde los procesos de aprendizaje, de memoria, de cálculo, para mencionar solo algunos, se van modificando de manera muy profunda, en su misma intimidad. Leer un hipertexto no es lo mismo que leer un texto impreso o en pantalla, enviar un email no es simplemente mandar una carta. No solo cambian las formas y los formatos con la digitalización, sino también los propios contenidos, y hasta su alcance moral. Lo primero que se comunica a través de las redes digitales es el cariño, algo evidente entre los niños y los más jóvenes. Y las conexiones digitales de gran contenido afectivo, se refuerzan, a veces, con un compromiso moral igualmente alto entre las personas comunicadas. Las redes solidarias en Internet, las manifestaciones políticas, los llamados a la justicia y a la paz, crecen a diario en todo el mundo. Se establecen continuamente nuevas amistades y nuevos lazos de trabajo, pero también la facilidad, el incógnito y la rapidez de las comunicaciones digitales pueden abrir las compuertas al desenfreno y al abuso, al delito y al terrorismo. Una vez más, se trata de discriminar los buenos y los malos usos de una inteligencia digital, que puede exaltarse o pervertirse, como cualquier otra. Coincidimos plenamente con Gardner cuando afirma que «decidir sobre la forma de desplegar nuestras inteligencias es una cuestión de valores y no de poder computacional» (Gardner 1999, 46).

La explosión digital en la sociedad contemporánea ha inducido a muchos a imaginar un nuevo «tipo» humano, donde la capacidad de interactuar con las máquinas digitales, es el elemento clave. «Cada generación —ha dicho Nicholas Negroponte— será más digital que la precedente», lo que en un contexto ampliado de la teoría de las inteligencias múltiples se interpretaría como una proliferación de las subinteligencias digitales, debido a una modificación «epigenética» del cerebro de un niño inmerso en una cultura predominantemente digital. Por el momento, esta afirmación no pasa de ser una hipótesis en búsqueda de confirmación empírica, pero hay muchos indicios convergentes para mantenerla y ponerla a prueba.

Tanto el «hombre digital» como el «hombre neuronal», descrito admirablemente por Jean-Pierre Changeux (Changeux 1983, Changeux y Ricoeur 1989), son dos modelos poderosos que tienen el gran valor de guiar la investigación y aguzar el entendimiento, el primero analizando los nuevos procesos mentales; el segundo, los mecanismos cerebrales subyacentes. Ambas visio-

nes plantean con honestidad y coraje el problema de los fundamentos de una ética que abarque a toda la humanidad, en un planeta cada día mejor conectado por las redes digitales, donde la diversidad entra tan a menudo en conflicto con la globalización ¿Cómo respetar las creencias religiosas y los valores espirituales del individuo, la tradiciones culturales y sus lenguas, cómo defender la dignidad de la persona, como alentar su creatividad, apoyar sus actos solidarios en favor de la paz y del respeto mutuo, en un mundo crecientemente globalizado? A pesar de los evidentes avances en nuestra inteligencia digital, nadie puede afirmar que la humanidad haya mejorado su conducta ética debido a esta nueva «capa digital» que la cubre de un extremo a otro de la tierra, y también fuera de ella, en las naves espaciales habitadas por los astronautas, en los satélites y robots que han sido enviados por el hombre al espacio exterior. Aspiramos a una nueva virtud para el siglo XXI que se base en «la humildad de nuestra especie» (*species humility*), como propone Howard Gardner, más que en la exaltación de un nuevo superhombre digital, o de cualquier otro tipo.

La expansión de las nuevas tecnologías digitales es un dato empírico y determinante de la evolución de las sociedades más desarrolladas. Se puede afirmar que con el tercer milenio hemos ingresado en una era digital, pero solo hemos explorado los primeros tramos de este paisaje. Se anuncian a diario novedades que aún no son fáciles de implementar y menos de evaluar, pero ciertamente la tecnología actual no será la del futuro. Sin embargo, nos atrevemos a postular que en contacto con este desarrollo de artefactos y sistemas digitales, cada día más complejos, se va desplegando también una capacidad específica de la mente humana, que hemos llamado inteligencia digital, en el sentido definido por la teoría de las inteligencias múltiples.

Este marco conceptual ofrece ocho criterios rigurosos para identificar una inteligencia particular. Hasta el momento son ocho las inteligencias que han sido debidamente reconocidas, aunque no todas satisfacen todos los criterios en un grado comparable. Lo mismo sucede con la inteligencia digital, algunos criterios han resultado más fáciles de satisfacer que otros. La siguiente tabla, con cinco niveles de aproximación a cada criterio, representa, tentativamente, una auto-evaluación de nuestras investigaciones, hasta la fecha:

<b>Criterios para identificar una inteligencia digital</b>	
1. Sustrato cerebral (lesión /activación)	•••
2. Historia evolutiva	••
3. Componentes (sub-inteligencias)	•••
4. Sistema simbólico	•••
5. Novicios y expertos	••••
6. Talentos y discapacidades	••••
7. Interferencias y transferencias	••
8. Medición	•
Máximo puntaje posible: •••••	

A nuestro entender, no hemos alcanzado aún el puntaje máximo (cinco) con ningún criterio, pero unos se aproximan más que otros; es decir, nos queda un largo camino por recorrer para fundamentar debidamente la inclusión de la inteligencia digital en la familia de las inteligencias ya identificadas por Gardner. Invitamos también al lector a construir su propio *ranking*, a partir de los argumentos y datos que hemos podido ofrecer a favor de una inteligencia digital. Probablemente no coincidirá con el nuestro, pero la investigación sigue su curso y el debate continúa abierto.



## REFERENCIAS

- Albert, R. (1983). *Genius and eminence: The social psychology of creativity and exceptional achievement*. Oxford: Pergamon.  
<http://talentdevelop.com/books1.html>
- Amabile, T. M. (1983). *The social psychology of creativity*. Nueva York: Springer.  
[http://www.mdk12.org/practices/good\\_instruction/projectbetter/thinkingskills/ts-42-43.html](http://www.mdk12.org/practices/good_instruction/projectbetter/thinkingskills/ts-42-43.html)
- Angelucci, A., J. Sharma y M. Sur (2001). Modifiability of neocortical connections and function during development. En J. H. Kaas, ed., *The mutable brain*. Harwood Academic Publishers.  
<http://web.mit.edu/msur/www/pub.html>
- Austin, J. (1971). *Palabras y acciones*. Buenos Aires: Paidós.  
<http://www.english.udel.edu/ardis/e300/austin2.html>  
<http://www.paidos.com/>
- Barkow, J., L. Cosmides y J. Tooby (1992). *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*. Nueva York: Oxford University Press.  
<http://www.psych.ucsb.edu/research/cep/primer.html>
- Battro, A. M. (1969). *El pensamiento de Jean Piaget*. Buenos Aires: Emecé.
- (1986). *Computación y aprendizaje especial: Aplicaciones del lenguaje Logo en el tratamiento de niños discapacitados*. Buenos Aires: El Ateneo.  
<http://www.byd.com.ar/>
- (1991). Logo, talents et handicaps. En J. L. Gurtner y J. Retschitzki, eds., *Logo et apprentissages*. Neuchâtel: Delachaux et Niestlé.  
[http://www.unifr.ch/psycho/pgp/Jean\\_Retschitzki.html](http://www.unifr.ch/psycho/pgp/Jean_Retschitzki.html)
- (2000). *Half a brain is enough: The story of Nico*. Cambridge: Cambridge University Press.  
<http://uk.cambridge.org/psychology/catalogue/0521783070/>



- (2002). The computer in the school: a tool for the brain. En *Challenges for science: Education for the twenty-first century*. Ciudad del Vaticano: Pontifical Academy of Sciences.
- (2004). Digital skills, globalization and education. En M. Suárez Orozco y D. Baolian Qin-Hillard, eds., *Globalization: Culture and education in the new millennium*. San Francisco: California University Press.
- Battro, A. M. y P. J. Denham (1989). *Discomunicaciones: Computación y niños sordos*. Buenos Aires: Fundación Navarro Viola, El Ateneo. [Traducción al italiano, *Discomunicazioni: Tecnologia informatica ed educazione dei disabili uditivi*. Padova: Piccin, 1994.]  
<http://www.byd.com.ar/>
- (1997). *La educación digital*. Buenos Aires: Emecé.  
<http://www.byd.com.ar/edwww.htm> <http://www.byd.com.ar/Publi10.htm>
- (2001, 2005). *Aprender hoy: Una colección de ideas*. 3 vols. Buenos Aires: Papers Editores.
- Battro, A. M., K. W. Fisher y P. Léna (en prensa). *The educated brain*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bauby, J.-D. (1997). *Le scaphandre et le papillon*. París: Laffont.  
<http://www.france2.fr/bouillon/bou1403.htm>
- Binet, A. (1894). *Psychologie des grands calculateurs et joueurs d'échecs*. París: Hachette.  
[http://www2.ec-lille.fr/~book/oulipo/biblios/biblio\\_FLL.shtml](http://www2.ec-lille.fr/~book/oulipo/biblios/biblio_FLL.shtml)
- Brown, J. S. y P. Duguid (2000). *The social life of information*. Cambridge, MA: Harvard Business School Press.  
<http://www.slofi.com/>
- Bruner, J. (1983). *In search of mind: Essays in autobiography*. Nueva York: Harper and Row.  
[http://www.findarticles.com/cf\\_dls/g2699/0000/2699000048/p1/article.jhtml?term=](http://www.findarticles.com/cf_dls/g2699/0000/2699000048/p1/article.jhtml?term=)
- (1990). *Acts of meaning*. Cambridge, MA: Harvard University Press.  
<http://www.hup.harvard.edu/catalog/BRUMEA.html>
- Castells, M. (1996). *The rise of the network society*. Oxford: Blackwell.  
<http://www.amazon.com/exec/obidos/ASIN/0631221409/qid=973226835/sr=1-2/104-7477364-6891920>
- Changeux, J. P. (1985). *El hombre neuronal*. Madrid: Espasa-Calpe.  
<http://www.parisvalencia.com/asps/resultadomedic.asp?tipo=%3C18ri>
- Changeux, J. P. y P. Ricoeur (1998). *La nature et la règle: Ce qui nous fait penser*. París: Odile Jacob.

- Chochon, F., L. Cohen, P. F. van de Moortele y S. Dehaene (1999) Differential contributions of the left and right inferior parietal lobules to number processing. *Cognitive Neuroscience* 11, 617-630.  
<http://pinkerton.catchword.com/vl=20805994/cl=12/nw=1/rpsv/cgi-bin/cgi?ini=mitpress&body=linker&reqidx=/catchword/mitpress/0898929x/v11n6/s5/p617>  
<http://www.catchword.com/mitpress/0898929X/v11n6/contp1-1.htm>
- Chomsky, N. (1979). En M. Piatelli-Palmarini, ed., *Théories du langage, théories de l'apprentissage: Le débat entre Jean Piaget et Noam Chomsky*. Paris: Seuil.  
<http://www.urfist.cict.fr/Bibdidac.html>
- Damasio, H., T. J. Grabowski, D. Tranel, R. Hichwa y A. R. Damasio (1996). A neural basis for lexical retrieval. *Nature* 380, 499-505.
- Dehaene, S. (1997). *The number sense*. Oxford: Oxford University Press.  
<http://www.oup-usa.org/isbn/0195110048.html>
- Dehaene, S., J. R. Duhamel, M. D. Hauser y G. Rizzolatti, eds. (2005). *From monkey brain to human brain*. Cambridge: MIT Press.
- Dehaene, S., E. Dupoux, J. Mehler, L. Cohen, E. Paulesu, D. Perani, P. F. van de Moortele, S. Lehericy y D. Le Bihan (1997). Anatomical variability in the cortical representation of first and second languages. *Neuroreport* 17, 3.775-3.778.  
<http://ling.ucsd.edu/courses/ling172/syllabus.html>
- Dehaene, S., G. Le Clec'H, L. Cohen, J. B. Poline, P. F. van de Moortele y D. Le Bihan (1998). Inferring behaviour from functional brain images. *Nature Neuroscience* 1, 549-550.  
<http://www.centreforthemind.com/press/IntegerArithmetic.html>  
[http://www.nature.com/DynaSearch/App/DynaSearch.taf?target=journals&\\_action=search&first\\_page=true&site\\_source=neuro&\\_UserReference=COA804EE465170084020EA3DE1D13B92657E](http://www.nature.com/DynaSearch/App/DynaSearch.taf?target=journals&_action=search&first_page=true&site_source=neuro&_UserReference=COA804EE465170084020EA3DE1D13B92657E)
- Dehaene, S. y L. Naccache (2001). Towards a cognitive neuroscience of consciousness: basic evidence and a workspace framework. *Cognition* 79, 1-37.  
[http://www-poleia.lip6.fr/~mangin/Niveau%203/COG79\\_3\\_01.htm](http://www-poleia.lip6.fr/~mangin/Niveau%203/COG79_3_01.htm)
- Diamond, A. (1988). The abilities and neural mechanisms underlying A not B performance. *Child Development* 59, 523-257.  
<http://hcs.harvard.edu/~husn/BRAIN/vol3/b96txt.html>
- Diamond, A. y C. Taylor (1995). Development of an executive control: development of the abilities to remember what I said and to «do as I say, but not as I do». *Developmental Psychobiology* 29 (4), 315 -334.  
<http://www.shriver.org/Research/IRC/CDCN/staff/Diamond.htm>

- Diamond, M. C., A. B. Scheibel, J. G. M. Murphy y T. Harvey (1985). On the brain of a scientist: Albert Einstein. *Exp Neurol* 88, 198-204.  
<http://iubio.bio.indiana.edu/R110587-113197-/news/bionet/neuroscience/9708.newsm>
- DiSessa, A. (1996). What do «just plain folk» know about physics. En D. R. Olson y N. Torrance, eds., *Handbook of education and human development: New models of learning, teaching and schooling*. Oxford: Blackwell.
- Fazio, S., D. Perani, S. Dehaene, F. Grassi, L. Cohen, S. F. Cappa, E. Dupoux y J. Mehler (1997). Brain processing in native and foreign languages. *Human Brain Mapping*, Supplement, 583.  
<http://www.ehess.fr/centres/lscp/persons/dupoux.htm>
- Feldman, D. H. y L. T. Goldsmith (1991). *Natures gambit: Child prodigies and the development of human potential*. Nueva York: Teachers College.  
<http://www.homeeducator.com/FamilyTimes/articles/7-4article3.htm>
- Frith, U. (1989). *Autism: Explaining the enigma*. Oxford: Blackwell.
- Frith, U., ed. (1991). *Autism and Asperger syndrome*. Cambridge: Cambridge University Press.  
<http://www.amazon.com/exec/obidos/ISBN%3D052138608X/103-1328953-2163842>
- Galton, F. (1869). *Hereditary genius: An inquiry into its laws and consequences*. London: Macmillan.  
<http://www.thoemmes.com/psych/galton.htm>
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Nueva York: Basic Books. [Traducción al castellano, *Estructuras de la mente: La teoría de las inteligencias múltiples*. 2a. ed. México: Fondo de Cultura Económica, 1994.]  
<http://www.amazon.com/exec/obidos/ISBN%3D0465025102/103-1328953-2163842>
- (1999). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century*. Nueva York: Basic Books. [Traducción al castellano, *La inteligencia reformulada*. Buenos Aires: Paidós, 2001.]  
<http://www.amazon.com/exec/obidos/ISBN%3D0465088961/103-1328953-2163842>  
<http://shop.barnesandnoble.com/booksearch/isbnInquiry.asp?srefer=&isbn=0465026109>  
<http://www.basicbooks.com/fall99/026109/reviews.html>
- (2006). *Five minds of the future*. Boston: Harvard Business School Press.
- Gardner, H., M. Csikszentmihalyi y W. Damon (2001). *Good work: When excellence and ethics meet*. Nueva York: Basic Books. [Traducción al

castellano, *Buen trabajo: Cuando ética y excelencia convergen*. Buenos Aires: Paidós.]

- Gauthier, I., P. Skudlarski, J. C. Gore y A. W. Anderson (2000). Expertise for cars and birds recruits brain areas involved in face recognition. *Nature Neuroscience* 3, 191-197.  
[http://www.nature.com/DynaSearch/App/DynaSearch.taf?target=journals&\\_action=search&first\\_page=true&site\\_source=nature&\\_UserReference=C0A804EE46B4CD80E597FBF15C113B9283E8](http://www.nature.com/DynaSearch/App/DynaSearch.taf?target=journals&_action=search&first_page=true&site_source=nature&_UserReference=C0A804EE46B4CD80E597FBF15C113B9283E8)
- Gazzaniga, M. (2005). *The ethical brain: The science of our moral dilemmas*. Nueva York: Danna Press.
- Geschwind, N. y A. Galaburda (1987). *Cerebral lateralization*. Cambridge, MA: MIT Press.  
<http://www.serpentfd.org/a/bryden1994.html>
- Giraud, A. L., C. J. Price, J. M. Graham y S. J. Frackowiak (2001). Functional plasticity of language-related brain areas after cochlear implantation. *Brain* 124 (7), 1.307-1.316.  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/htbin-post/Entrez/query?uid=11408326&form=6&db=m&Dopt=r>
- Giraud, A. L., E. Truy, R. S. J. Frackowiak, M. C. Grégoire, J. F. Pujol y L. Collet (2000). Differential recruitment of the speech processing system in healthy subjects and rehabilitated cochlear implant patients. *Brain* 123, 1.391-1.402.  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/htbin-post/Entrez/query?uid=10869051&form=6&db=m&Dopt=r>
- Golby, A. J., J. D. E. Gabrieli, J. Y. Chiao y J. L. Eberhardt (2001). Differential responses in the fusiform region to same-race and other-race faces. *Nature Neuroscience* 4, 845-850.  
[http://www.nature.com/DynaSearch/App/DynaSearch.taf?target=journals&\\_action=search&first\\_page=true&site\\_source=nature&\\_UserReference=C0A804EE46B4CD80E597FBF15C113B9283E8](http://www.nature.com/DynaSearch/App/DynaSearch.taf?target=journals&_action=search&first_page=true&site_source=nature&_UserReference=C0A804EE46B4CD80E597FBF15C113B9283E8)
- Gradin, T. (1996). *Thinking with pictures: An other reports from my life with autism*. Nueva York: Vintage.  
<http://www.amazon.com/exec/obidos/ISBN%3D0679772898/103-1328953-2163842>  
[http://www.nytimes.com/learning/general/featured\\_articles/010201thursday.html](http://www.nytimes.com/learning/general/featured_articles/010201thursday.html)
- Illis, J., ed. (2005). *Neuroethics in the 21st century: Defining the issue in theory, practice and policy*. Oxford: Oxford University Press.
- Immordino-Yang, M. H. (2005). «A tale of two cases: Emotion and prosody after hemispherectomy». Graduate School of Education. Harvard University. Tesis inédita.

- (2007). A tale of two cases: Lessons for education from the study of two boys living with half their brains. *Mind, Brain and Education* (1), 2, 66-83.  
<http://www.blackwell-synergy.com>
- Klima, E. S. y U. Bellugi (1988). *The signs of language*. Cambridge, MA: Harvard University Press.  
<http://lcn.salk.edu/personnel/director.html>
- Kodama, M. (2000). Comunicación personal.
- Koizumi, H. (2005). «Brain-Science & Education» programs at the Japan Science and Technology Agency (JST). En *Brain, science and education*. Saitama: Japan Science and Technology Agency.
- Lee, J. (2001). In China computer use erodes traditional handwriting, stirring a cultural debate. *The New York Times*, 1° de febrero.
- Lévi-Strauss, C. *Las estructuras elementales del parentesco*. Barcelona: Paidós. 1981.  
[http://noemed.univ-rennes1.fr/sisrai/art/structure\\_familiale1.html](http://noemed.univ-rennes1.fr/sisrai/art/structure_familiale1.html)
- Liebenberg, L. (1990). *The art of tracking: The origin of science*. Ciudad del Cabo: David Philip.
- Luria, A. R. (1980). *Higher cortical functions in man*. Nueva York: Basic Books.  
<http://cognet.mit.edu/MITECS/Entry/cole1>
- Marcus, S. J., ed. (2002). *Neuroethics: Mapping the field*. New York: Dana Press.  
[www.dana.org](http://www.dana.org)
- Max Planck Institut (2007). *Max Planck Institut*. <http://www.mpib-berlin.mpg.de/en/forschung/abc/index.htm>. Berlín.
- McCulloch, W. (1965). *Embodiments of mind*. Cambridge, MA: MIT Press.  
<http://www.papert.org/articles/embodiments.html>
- Meyer, A. y L. O'Neill (2000). Tools and materials that support the learning brain. *Exceptional Parent* 30 (5), 60-62.
- Minsky, M. y H. Harrison (1993). *The Turing option*. Nueva York: Warner Books.  
<http://www.amazon.com/exec/obidos/ISBN%3D0446364967/103-1328953-2163842>
- Mithen S. (1996). *The prehistory of mind*. Londres: Thames & Hudson.  
<http://www.datadiwan.de/SciMedNet/library/reviews/9712141727.htm>
- Morris, C. (1971). *Writings on the general theory of signs*. The Hague: Mouton.  
<http://www.pragmatism.org/genealogy/morris.htm>

- Negroponte, N. (1997). *Being digital*. Nueva York: Knopf. [Traducción al castellano, *Ser digital*. Buenos Aires: Atlántida, 1997.]  
<http://www.amazon.com/exec/obidos/ISBN%3D0679762906/103-1328953-2163842>
- N. Ohnishi, T. et al. (2001). Functional anatomy of musical perception in musicians. *Cerebral Cortex* 11, 754-760.
- Okazawa, H., Y. Naito, Y. Yonekura, N. Sadato, S. Hirano, S. Nishizawa, Y. Magata, K. Ishizu, N. Tamaki, I. Honjo y J. Konishi (1996). Cochlear implant efficiency in pre- and postlingually deaf subjects: A study with H<sub>2</sub>(15)O and PET. *Brain* 119, 1.297-1.306.  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov:80/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list\\_uids=8813292&dopt=Abstract](http://www.ncbi.nlm.nih.gov:80/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=8813292&dopt=Abstract)
- Papert, S. (1981). *Desafío a la mente: Computadoras y educación*. Buenos Aires: Ediciones Galápagos.  
<http://www.amazon.com/exec/obidos/ISBN%3D0465046746/103-1328953-2163842>
- (1997). *La familia conectada*. Buenos Aires: Emecé.  
<http://www.connectedfamily.com/main.html>
- Papert, S. y S. Weir (1978). «Information prosthetics for the handicapped, Artificial Intelligence». Memo 496. MIT. Cambridge, MA.  
<http://www.mnccd.org/learning/TEXT/GT029.TXT>
- Pascual-Leone, A., R. Hamilton, J. M. Tormos, J. P. Keenan y M. D. Catalá (1999). Neuroplasticity in the adjustment to blindness. En J. Grafman y Y. Christen, eds., *Neural plasticity: Building a bridge from the laboratory to the clinic*. Berlin: Springer Verlag.  
[http://ourworld.compuserve.com/homepages/Peter\\_Meijer/abstract.htm](http://ourworld.compuserve.com/homepages/Peter_Meijer/abstract.htm)
- Passow, H., ed. (1979). *The education of gifted and talented: Their education and development*. Chicago: University of Chicago Press.  
<http://www.worldgifted.org/xconf.htm>
- Paulesu, E. McCrory, F. Fazio, L. Menoncello, N. Brunswick, S. F. Cappa, M. Cotelli, G. Cossu y U. Frith (2000). How native language affects reading strategies. *Nature Neuroscience* 3 (1), 91-96.  
[http://www.nature.com/neuro/press\\_release/nn0100.html](http://www.nature.com/neuro/press_release/nn0100.html)
- Peirce, C. S. (1992). *The essential Peirce: Selected philosophical writings (1867-1893)*. Edición de N. Houser y C. Kloesel. Indiana University Press.  
<http://www.iupui.edu/~peirce/web/ep/ep.htm>
- Petitto, L. A., R. J. Zatorre, K. Guana, E. J. Nikelski, D. Dostie y A. C. Evans (2000). Speech-like cerebral activity in natural signed languages in the deaf: a PET study. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97, 13.961-13.966.
- Pepperberg, I. (2000). *The Alex studies*. Cambridge, MA: MIT Press.

- Piaget, J. (1949, 1950). *Traité d'épistémologie génétique*. 3 vols. Paris: Presses Universitaires de France.  
<http://www.unige.ch/>
- (1952). *Essai sur les transformations des opérations logiques: Les 256 opérations ternaires de logique bivalente des propositions*. Paris: Presses Universitaires de France.  
<http://www.unige.ch/piaget/publications/list-en.cgi?General:E>
- (1968). *La representación del mundo en el niño*. Madrid: Morata.  
<http://www.unige.ch/piaget/publications/list-en.cgi?General:R>
- (1982). *El nacimiento de la inteligencia*. Buenos Aires: Abaco.  
<http://www.unige.ch/piaget/publications/list-en.cgi?General:N>
- Piatelli-Palmarini, M. (1994). Ever since language and learning: Afterthoughts on the Piaget-Chomsky debate. *Cognition* 50, 315-346.  
<http://www.princeton.edu/~browning/215/readings/MPP1.html>
- Pinker, S. (1999). *Words and rules*. Nueva York: Basic Books.
- Premack, D. (1995). Connaissance morale chez le nourrisson. En J. P. Changeux, ed., *Fondements naturels de l'éthique*. Paris: Odile Jacob.  
<http://www.dan.sperber.com/biblio-fr.htm>
- Rapin, I. y R. Katzman (1998). Neurobiology of autism. *Annals of Neurology* 43, 7-14.
- Reggini, H. C. (1985) *Ideas y formas: explorando el espacio con Logo*. Buenos Aires: Galápagos.
- Resnick, M. (1998). Technologies for lifelong Kindergarten. *ETR&D* 46(4).  
<http://el.www.media.mit.edu/groups/el/papers/mres/lifelongk/>
- Resnick, M., R. Berg y M. Eisenberg (2000). Beyond black boxes: bringing transparency and aesthetics back to scientific investigation. *Journal of the Learning Sciences* 8 (1), 7-30.  
<http://llk.media.mit.edu/projects/bbb/>
- Rose, D. y A. Meyer (2000a). «El futuro está en los márgenes: El papel de la tecnología y la discapacidad en la reforma educativa». Center for Applied Special Technology, CAST.  
<http://www.byd.com.ar/cast00dec0.htm>  
<http://www.cast.org/udl/index.cfm?i=542>
- (2000b). Universal design for learning. *Journal of Special Education Technology* 15 (1), 67-70.
- Seitz, R. J., M. Schlaug y M. F. Schuller (1998). The human motor system: principles versus plasticity. En B. Gulyás y H. E. Müller-Gärtner, eds., *Positron emission tomography: A critical assessment of recent trends*. Dordrecht: Kluwer.  
<http://www.vitalitas.hu/oh/0109/2.htm>

- Selfe, L. (1977). *Nadia: A case of extraordinary drawing ability in an autistic child*. Londres: Academic Press.  
[http://www.centreforthemind.com/publications/Breaking\\_Mind-set.htm](http://www.centreforthemind.com/publications/Breaking_Mind-set.htm)
- Simonton, D. K. (1984). *Scientific genius: A psychology of science*. Cambridge: Cambridge University Press.  
<http://psychology.ucdavis.edu/simonton/default.html>
- Sternberg, J. y J. E. Davidson (1985). *Conceptions of giftedness*. Cambridge: Cambridge University Press.  
<http://www.creativelearning.com/talentbib.htm>
- Suzuki, S. (1969). *Nurtured by love*. Nueva York: Exposition Press.  
<http://mrdata.com/fandrich/eric/suzuki/nurtured.html>
- Terman, L. M. y M. H. Oden (1983). *The gifted child: Twenty five year's follow up of a superior group*. Vol. IV de *Genetic studies of genius*. Stanford: Stanford University Press.  
<http://muskingum.edu/~psychology/psycweb/history/goode-nough.htm>
- Turkle, S. (1984). *El segundo yo, las computadoras y el espíritu humano*. Buenos Aires: Ediciones Galápagos.  
<http://www.amazon.com/exec/obidos/ISBN%3D0671468480/103-1328953-2163842>
- (2004). The fellowship of the microchip. En M. Suárez Orozco y D. Baolian Qin-Hillard, eds., *Globalization: Culture and education in the new millennium*. San Francisco: California University Press.
- Valente, J. (1983). «Creating a computer-based learning environment for physically handicapped children». Department of Mechanical Engineering. Cambridge, MA: MIT. Tesis doctoral inédita.  
[http://www.milenio.com.br/professor/repensando\\_a\\_inform%C3%A1tica\\_em\\_ambi.htm](http://www.milenio.com.br/professor/repensando_a_inform%C3%A1tica_em_ambi.htm)
- Valiente Noailles, C. (1980). Chez les bochimán: la lutte pour l'existence; Outils et techniques de chasse. *La Revue du Musée de l'Homme* (Paris) 20(3).  
[http://www.iict.pt/actividades/antropobiologia/iict233/iict233\\_biblio.htm](http://www.iict.pt/actividades/antropobiologia/iict233/iict233_biblio.htm)
- (1993). *The Kua: Life and soul of the Central Kalahari Bushmen*. Rotterdam: Balkema.
- von Neumann, J. (1958). *The computer and the brain*. New Haven: Yale University Press.
- Wiener, N. (1953). *Ex-prodigy: My childhood and youth*. Cambridge, MA: MIT Press.  
<http://www.digitalcentury.com/encyclo/update/wiener.html>



- Wiltshire, S. (1987). *Drawings*. Londres: Dent.  
<http://www.autism-resources.com/nonfictionauthors/Stephen-Wiltshire.html>
- Winner, W. (1996). *Gifted children: Myths and realities*. Nueva York: Basic Books.  
<http://pzweb.harvard.edu/ProdServ/Pubsnew.htm>
- Witelson, S. F., et al. (1999). The exceptional brain of Albert Einstein. *Lancet* 353 (9.170), 2.149-2.153.  
<http://www.fee.org/iol/1999-IOL/1999/nov99/yates.html>
- Wolfram, S. (2002). *A new kind of science*. Champagne: Wolfram Media.