

EL ADN DE LA INFORMACIÓN

BITS Y ÁTOMOS

Para poder apreciar las ventajas y consecuencias de «ser digital» lo mejor es reflexionar sobre la diferencia entre bits y átomos. No cabe duda de que nos hallamos en una era de la información, sin embargo, la mayor parte de esta información nos llega en forma de átomos: periódicos, revistas y libros (como éste). Quizá nuestra economía se esté convirtiendo en una economía de la información, pero de momento evaluamos las operaciones comerciales y hacemos los balances pensando en átomos. En el GATT lo que cuentan son los átomos.

Hace poco visité la oficina central de uno de los cinco fabricantes más importantes de circuitos integrados de los Estados Unidos de América. Mientras firmaba el registro de visitantes, me preguntaron si llevaba un ordenador portátil.

—Naturalmente —respondí.

La recepcionista me preguntó el modelo, el número de serie y su valor.

—Aproximadamente, entre uno y dos millones de dólares —dije.

—Oh, eso es imposible, señor—contestó ella—. Déjeme verlo.

Le enseñé mi viejo Power-Book y ella calculó que valía 2.000 dólares. Apuntó la cantidad y me permitieron entrar en el edificio. La cuestión es que mientras los átomos no valían tanto, los bits no tenían precio.

No hace mucho asistí a una reunión de altos ejecutivos de PolyGram en Vancouver, Columbia Británica, cuyo propósito era aumentar la comunicación entre directivos de alto rango y presentar la programación general que se perfilaba para el siguiente año. Se iban a utilizar numerosas muestras de música, películas, juegos y vídeos de rock de próxima publicación. FedEx tenía que repartir estas muestras en forma de CDs, videocasetes y CD-ROMs, material físico empaquetado que tenía tamaño y peso, pero por desgracia, las aduanas retuvieron parte del material. El mismo día, yo había estado en mi habitación del hotel repartiendo y recibiendo bits a través de Internet con destino al Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) o procedentes de él, o de otras partes del mundo. Mis bits, a diferencia de los átomos de PolyGram, no fueron retenidos por las aduanas.

En las autopistas de la información circulan, sin peso y a la velocidad de la luz, bits de todo el globo. Hoy día, cuando las industrias se preguntan por su futuro en un mundo digital, deben tener en cuenta que ese futuro lo decidirán, casi al 100 %, las posibilidades que tengan sus productos o servicios de presentarse en forma digital. Quien fabrica jerseys de cachemira o comida china, tendrá que esperar mucho tiempo hasta que pueda convertirlos en bits. «Arriba, Scotty»¹ es un sueño maravilloso, pero que aún tardará varios siglos en realizarse. Hasta entonces tendrá que confiar en FedEx, bicicletas y zapatillas de deporte para transportar sus

¹ La expresión «*Beam me up, Scotty*» procede de la serie de televisión *Star Trek*, en donde para teletransportarse a o desde la nave, la tripulación le pedía a Scotty que les enviara en forma de radiación. En castellano esta opción se tradujo como: «Arriba, Scotty.» (N. del T.)

átomos de un lugar a otro. Sin embargo, esto no significa que las tecnologías digitales no vayan a ser útiles en el diseño, fabricación, venta y administración de industrias cuyo negocio esté basado en átomos. Pero lo esencial de estas industrias no cambiará porque sus productos no están hechos de bits sino de átomos.

En las empresas de información y entretenimiento, bits y átomos se confunden a menudo. La edición de un libro ¿pertenece al negocio de la distribución de información (bits) o al de la manufactura (átomos)? La respuesta, desde un punto de vista histórico, es que forma parte de ambos, pero esto no tardará en cambiar a medida que las aplicaciones de la información vayan extendiéndose y sean de fácil empleo. Ahora mismo es difícil, aunque no imposible, competir con las características de un libro impreso.

Un libro tiene una cubierta llamativa, es ligero, fácil de hojear y no muy caro. Pero para hacerlo llegar hasta nosotros hay que almacenarlo y transportarlo. En el caso de los libros de texto, el 45 % del coste corresponde al almacén, transporte y devoluciones. Peor aún, un libro puede agotarse. Sin embargo, los libros digitales nunca se agotan; siempre están ahí.

Otros media presentan riesgos y oportunidades aún más inmediatos.

Los primeros átomos de entretenimiento que se sustituirán por bits serán los de los vídeos de alquiler; los clientes de las tiendas de alquiler de vídeos no sólo padecen el inconveniente adicional de tener que devolver los átomos, sino que han de pagar una multa si se los olvidan debajo del sofá (se dice que 3.000 millones de los 12.000 millones de dólares del negocio del alquiler de vídeos en Estados Unidos corresponden a multas por retrasos en la devolución). La necesidad, el imperativo económico y la liberalización provocarán que otros media reciban un tratamiento digital. Y eso no tardará en ocurrir.

PERO, ¿QUÉ ES UN BIT?

Un bit no tiene color, tamaño ni peso y viaja a la velocidad de la luz. Es el elemento más pequeño en el ADN de la información. Es un estado de ser: activo o inactivo, verdadero o falso, arriba o abajo, dentro o fuera, negro o blanco. Por razones prácticas consideramos que un bit es un 1 o un 0. El significado del 1 o el 0 es una cuestión aparte. En los albores de la informática, una cadena de bits representaba por lo general información numérica.

Cuente mentalmente, pero sólo aquellos números formados exclusivamente por el 1 y el 0. El resultado será: 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, etc. Éstas son las representaciones binarias respectivas de los números 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, etc.

Los bits han sido siempre el elemento básico de la computación digital, pero durante los últimos veinticinco años hemos ampliado enormemente nuestro vocabulario binario hasta incluir mucho más que sólo números. Hemos conseguido digitalizar cada vez más tipos de información, auditiva y visual, por ejemplo, reduciéndolos de igual manera a unos y ceros.

Digitalizar una señal es tomar muestras de ella de modo que, poco espaciadas, puedan utilizarse para producir una réplica aparentemente perfecta. En un CD de audio, por ejemplo, el sonido se ha sometido a muestreo 44,1 mil veces por segundo. La forma de onda de audio (nivel de presión de sonido medido como

voltaje) se graba como números discretos (que, a su vez, se convierten en bits). Estas cadenas de bits, cuando se reproducen 44,1 mil veces por segundo, nos proporcionan una versión en sonido continuo de la música original. Las medidas sucesivas y discretas están tan poco espaciadas en el tiempo que no las oímos como una sucesión de sonidos separados, sino como un tono continuo.

Lo mismo puede aplicarse a una fotografía en blanco y negro. Imaginemos una cámara electrónica que extiende una fina trama sobre una imagen y luego graba la gradación de gris que capta en cada célula. Si le damos al negro un valor 0 y al blanco un valor de 255, los distintos matices del gris se situarán entre estos dos valores. Una cadena de 8 bits (llamada byte) tiene 256 permutaciones de unos y ceros, empezando por 00000000 y terminando con 11111111. Con gradaciones tan sutiles y una trama tan fina, la fotografía se puede reconstruir perfectamente. Tan pronto como se usa una plantilla más gruesa o una escala insuficiente de grises, uno empieza a ver intervenciones artificiales digitales, como contornos y volúmenes.

La aparición de la continuidad a partir de pixels individuales es análoga a un fenómeno similar que se produce a escala mucho más sutil en el conocido mundo de la materia. Ésta está hecha de átomos. Si observáramos una superficie de metal muy pulida a una escala subatómica, veríamos sobre todo agujeros, aunque a simple vista aparece lisa y sólida porque las piezas discretas son muy pequeñas. Lo mismo sucede con la representación digital.

Pero el mundo, tal como lo percibimos, es un lugar muy analógico. Desde un punto de vista macroscópico, no es digital en absoluto sino continuo. Nada resulta, de pronto, activo o inactivo, o pasa de negro a blanco, ni cambia de un estado a otro sin transición. Esto tal vez no ocurra a nivel microscópico, donde las cosas con las que interactuamos (electrones en un cable o fotones en nuestro ojo) son discretas, pero son tantas que parecen continuas. A fin de cuentas, este libro consta de 1.000.000.000.000.000.000.000.000 de átomos aproximadamente (un medio muy analógico).

La digitalización presenta muchas ventajas. Las más evidentes son la compresión de datos y la corrección de errores, ambas importantes en la distribución de información a través de un canal costoso o ruidoso. Los emisores ahorran dinero y los receptores reciben una imagen y un sonido con calidad de estudio. No obstante, las consecuencias de la digitalización son aún mucho más importantes.

Cuando usamos bits para describir sonido e imagen, existe una ventaja natural en usar tan pocos bits como sea posible. Hay una cierta analogía con la conservación de la energía. Sin embargo, el número de bits que se emplean por segundo o por centímetro cuadrado está directamente relacionado con la fidelidad de la música o la imagen. Normalmente, interesa digitalizar con una resolución muy alta y luego usar una versión de menos resolución de sonido o imagen para una u otra aplicación. Por ejemplo, una imagen en color se puede digitalizar con una resolución muy alta para imprimir la copia final pero para un sistema de compaginación de originales por ordenador no será necesario disponer de toda la capacidad de resolución. La economía de bits la determinan en parte las restricciones del medio en que se almacena la imagen o el sonido o el medio por el cual se difunde.

El número de bits que se transmiten por segundo a través de un canal determinado (como hilo de cobre, espectro de radio o fibra óptica) es el ancho de banda de este canal. Es la medida del número de bits que pueden desplazarse por

una tubería. Ese número o capacidad tiene que igualarse cuidadosamente con el número de bits que se necesitan para reproducir un tipo determinado de datos (voz, música, vídeo): 64.000 bits por segundo es más que suficiente para reproducir una voz de alta calidad; 1,2 millones de bits por segundo es óptimo para escuchar música en alta fidelidad, y 45 millones de bits por segundo es ideal para reproducir imágenes.

Sin embargo, durante los últimos quince años hemos aprendido a comprimir la forma digital pura de sonido e imagen por medio del análisis de los bits en tiempo, espacio o ambos, y eliminar redundancias intrínsecas y repeticiones. De hecho, una de las razones por las que todos los media se han digitalizado tan rápido es porque se están alcanzando niveles muy altos de compresión mucho antes de lo que se predijo. En 1993, algunos europeos sostenían que habría que esperar al próximo milenio para que el vídeo digital se hiciera realidad.

Hace cinco años, la mayoría de la gente no creía que se pudieran reducir los 45 millones de bits por segundo del vídeo digital puro a 1,2 millones de bits por segundo. Sin embargo, en 1995 se pueden comprimir y descomprimir, codificar y decodificar imágenes a esta escala, a bajo coste y con alta calidad. Es como si de pronto fuéramos capaces de hacer cubitos de café exprés y, al añadir agua, éste apareciera ante nosotros tan rico y aromático como si estuviera hecho en una cafetería italiana.

CUANDO TODOS LOS MEDIA SON BITS

Al digitalizar una señal ésta se puede difundir con información añadida para corregir errores tales como la estática del teléfono, el zumbido de la radio o la nieve del televisor. Estos parásitos pueden eliminarse de la señal digital si se utilizan unos pocos bits adicionales y se aplican técnicas sofisticadas de corrección de errores a las distintas formas de ruido y en cada uno de los media. En un CD de audio, un tercio de los bits se usan para la corrección de errores. Se pueden aplicar técnicas similares a la televisión para que cada hogar reciba programas con calidad de estudio, mucho más alta que la que se obtiene hoy día y susceptible de confundirse con la llamada «televisión de alta definición».

La corrección de errores y la compresión de datos son dos razones evidentes a favor de la televisión digital. Por el mismo ancho de banda que antes ocupaba una ruidosa transmisión de televisión analógica se pueden enviar cuatro señales de televisión digital con calidad de estudio. La imagen se difunde mejor y, usando el mismo canal, se cuadruplican los índices de audiencia potencial y los ingresos por publicidad.

Cuando se habla de la digitalización, lo que a muchos ejecutivos de los media les preocupa es encontrar un medio de difusión más eficaz que el existente. Pero, como el caballo de Troya, las consecuencias de este regalo pueden ser sorprendentes. Ser digital supondrá la aparición de un contenido totalmente nuevo, surgirán nuevos profesionales, inéditos modelos económicos e industrias locales de proveedores de información y entretenimiento.

Cuando todos los media sean digitales, porque los bits son bits, tendrán lugar dos consecuencias fundamentales e inmediatas.

En primer lugar, los bits se mezclan fácilmente. Se combinan y pueden usarse y reutilizarse juntos o por separado. La combinación de sonido, imagen e información se llama *multimedia*; aunque suene complicado, sólo se trata de la mezcla de bits.

En segundo lugar, ha nacido un nuevo tipo de bit, un bit que habla de otros bits. Estos nuevos bits son las típicas «cabeceras», tan conocidas por los periodistas que archivan «fichas» (que nosotros nunca vemos) para identificar un reportaje o noticia. Los autores de reportajes científicos, que deben aportar palabras clave en sus trabajos, también recurren a estas guías. Los bits de cabecera pueden ser un índice o una descripción de contenidos. Hoy, en los CDs tenemos cabeceras sencillas que nos permiten saltar de una a otra canción y, en algunos casos, obtener más información sobre la pieza. Estos bits no son visibles o audibles pero envían información sobre la señal a nuestros ordenadores, a una aplicación específica de entretenimiento y a nosotros mismos.

Estos dos fenómenos, bits mezclados y bits-acerca de-bits, cambian el panorama de los media tan a fondo que conceptos como vídeo a la carta y transmisión de juegos electrónicos por cable son sólo aplicaciones triviales, la punta de un iceberg mucho más profundo. Pensemos en las consecuencias de una emisión de programas de televisión como información que incluyera una descripción de sí misma legible por ordenador. O bien, ¿qué diríamos de una simple descripción digital que pudiera generar un programa de imágenes, sonido o texto impreso en el receptor? Y si el manejo de esos bits es tan sencillo, ¿qué pueden aportar las grandes empresas de comunicación?

Ser digital plantea tales preguntas. Crea el potencial de un nuevo contenido originado a partir de una combinación totalmente nueva de fuentes.

DONDE VIVE LA INTELIGENCIA

La televisión es un ejemplo de un medio en el que toda la inteligencia se halla en el punto de emisión. El transmisor lo envía todo y el receptor recibe lo que le llega. De hecho, por centímetro cúbico, el televisor actual es tal vez el aparato más soso de la casa (y no me refiero al contenido de los programas). Seguramente, un horno microondas cuenta con más microprocesadores que un televisor. En vez de pensar que el próximo paso evolutivo de la televisión será aumentar la resolución, mejorar el color o recibir más programas, imaginémoslo como un cambio en la distribución de la inteligencia o, mejor dicho, como el traslado de una parte de la inteligencia del transmisor al receptor.

En un periódico toda la inteligencia también se halla en el transmisor. Pero el periódico de gran formato alivia en parte la «monotonía» de la información, pues puede consumirse de muchas maneras, por gente diferente y en momentos distintos. Podemos hojearlo y saltarnos las páginas, guiados por titulares y fotografías, y cada uno de nosotros trata de forma muy diferente los mismos e idénticos bits que se entregan en cada ejemplar a cientos de miles de personas. Los bits son los mismos, pero la lectura se experimenta de forma diferente.

Una manera de estudiar el futuro de la digitalización consiste en preguntarse si la naturaleza de un medio puede reproducirse en otro. ¿Es posible que lo que

experimentemos al ver la televisión se parezca cada vez más a lo que experimentamos al leer el periódico? Muchos piensan que las noticias en los periódicos son mucho más profundas que las de la televisión, y de igual modo, consideran que esta última ofrece una experiencia sensorial más rica que la que proporcionan los periódicos. ¿Debe seguir siendo así?

La respuesta consiste en crear ordenadores para filtrar, clasificar, seleccionar y manejar multimedia en beneficio propio; ordenadores que lean periódicos y miren la televisión por nosotros y que actúen como editores cuando se lo pidamos. Esta clase de inteligencia puede alojarse en dos lugares diferentes.

En el primer caso, fluye del transmisor y se comporta como si uno tuviera su propia sección de escritores, como si *The New York Times* publicase un periódico a la medida de los intereses de cada uno. En este contexto, selecciona especialmente para nosotros un pequeño subconjunto de bits, que se filtran, se preparan y se entregan, ya sea para ser impresos en casa o para verlos de manera más interactiva en una pantalla electrónica.

En el segundo caso, nuestro sistema de edición de noticias se aloja en el receptor y *The New York Times* publica un número inmenso de bits, quizá cinco mil noticias diferentes, de las cuales nuestro aparato selecciona unas cuantas, según nuestros intereses, costumbres o planes para ese día. En este caso, la inteligencia está en el receptor y el aburrido transmisor envía indistintamente los bits a todo el mundo.

No obstante, el futuro no se limitará a uno o al otro, sino que recurrirá a los dos.

FÁBULAS Y MINUCIAS DIGITALES

LA LLAMADA DEL MÓDEM

Si usted fuera a contratar personal doméstico para cocinar, limpiar, conducir, encender el fuego o abrir la puerta, ¿les recomendaría que no se hablaran unos a otros, no viesen lo que los demás hacen y que no coordinaran sus funciones?

Pues aunque sea difícil de comprender, cuando son máquinas las que encarnan esas funciones, generalmente aislamos cada función. Hoy día, aspiradores, coches, timbres de puerta, frigoríficos o sistemas de calefacción son sistemas cerrados y con una función específica cuyos diseñadores no se esforzaron por hacerlos intercomunicables. Lo máximo que hacemos para coordinar el comportamiento de los aparatos es empotrar en muchos de ellos relojes digitales. Intentamos sincronizar algunas funciones con tiempo digital, pero la mayor parte de las veces acabamos con una colección de máquinas, cuyo parpadeo 12.00 es como un grito de «por favor, hazme un poco más inteligente».

Para servir mejor a las personas las máquinas tienen que poder hablar entre sí.

Ser digital cambia el carácter de las normas de comunicación entre máquinas. Varias personalidades se sientan en torno a una mesa en Ginebra y otros sitios parecidos para martillar (una elocuente metáfora de la era industrial) normas de aplicación mundial, desde la asignación del espectro hasta protocolos de telecomunicaciones. A veces se emplea tanto tiempo en un asunto, como en el caso de la norma de teléfono ISDN (Red Digital de Servicios Integrados), que cuando se llega a un acuerdo sobre la norma ésta ya es obsoleta.

La idea operativa y la mentalidad de los comités de normalización ha sido considerar las señales eléctricas como hilos. Para que los tornillos y tuercas funcionen de país a país, hay que estar de acuerdo en cada dimensión crítica, no sólo en algunas de ellas. Aunque tuviéramos el número correcto de hilos por pulgada o por centímetro, el acoplamiento de tornillos y tuercas no funcionaría si el diámetro fuera equivocado. El mundo mecánico es muy exigente en este sentido.

Los bits son más tolerantes. Se prestan a descripciones de alto nivel y a protocolos, un término que antes se reservaba a la sociedad educada. Los protocolos pueden ser muy específicos sobre cómo se saludan dos máquinas. *Handshaking* (apretón de manos o saludo) es el término técnico para definir la comunicación que se establece entre dos máquinas, la decisión de las variables que usarán en sus conversaciones.

Escuche su fax o su módem la próxima vez que los use. Todo ese ruido como de estática y los bips son literalmente el saludo (*handshaking*). Esos reclamos de apareamiento son negociaciones para encontrar el terreno más elevado desde el que transportar bits, tomando como máximo común denominador todas las variables.

A un nivel todavía más alto, podríamos decir que el protocolo son metanormas

o lenguajes a usar para negociar métodos más detallados de intercambio de bits. El equivalente en la Suiza multilingüe es estar esquiando solo y subir con un desconocido a un telesilla: lo primero que se negocia con el compañero de telesilla, si es que se habla de algo, es en qué lengua hablar. Los televisores y tostadoras también se lo preguntarán unos a otros como preámbulo de sus negociaciones.

COSAS DE LOS BITS

Hace veinticinco años, formé parte de un comité asesor para evaluar los diseños finales del UPC o Código Universal de Producto, el ahora omnipresente código de barras legible por ordenador que puso en un aprieto al presidente Bush cuando expresó su asombro a la salida de un supermercado automatizado. El UPC está en latas, cajas, libros (desfigurando las portadas) y en todas partes excepto en las verduras frescas.

La tarea del comité del UPC era aprobar el diseño final del código de barras. Después de juzgar a los finalistas (el diseño ganador iba en segundo lugar), repasamos un puñado de propuestas lunáticas pero intrigantes, tales como hacer toda la comida un poco radiactiva, en proporción a su valor, de modo que cada cajero de control fuera un contador Geiger en el que los compradores pagaran por el número de *rads* que hubiera en sus carritos. (Se estima que una lata normal de espinacas nos expone a una dosis de una décima de microrad por kilogramo y por hora; una milmillonésima de julio por hora, en comparación con los 100.000 julios de energía química, con los cuales Popeye aumenta su fuerza.)

Esta idea loca contenía un pequeño germen de sabiduría: ¿Por qué no hacer que cada UPC pudiera radiar datos? O bien, ¿por qué no hacer que fuera activable, de modo que pudiera levantar la mano como lo hacen los niños en el parvulario?

La razón es que consume energía, y por lo tanto los UPC y otras pequeñas «etiquetas» tienden a ser pasivas. Pero existen soluciones, como tomar energía de la luz o consumir tan poca que una pequeña batería se pueda usar durante años. Cuando esto ocurra en un formato diminuto, todas las «cosas» podrán ser activas digitalmente. Por ejemplo, las tazas de café, artículos de vestir y libros (sí) de la casa podrán decir dónde están. En el futuro, el concepto de «estar perdido» será tan inverosímil como estar «agotado».

Las etiquetas activas son una parte importante del futuro, porque llevan a la comunidad digital a pequeños miembros del mundo inanimado que no son eléctricos: ositos de felpa, llaves inglesas y cuencos de fruta. En el futuro más inmediato, las etiquetas activas se usarán (y se usan) como distintivos para personas y animales. No habrá mejor regalo de Navidad que un collar activo para perro o gato, de forma que los animales domésticos no puedan perderse o, mejor dicho, puedan perderse pero se pueda saber dónde están.

La gente usa ya distintivos activos por razones de seguridad. En Gran Bretaña, Olivetti está desarrollando una nueva aplicación. El edificio sabe dónde estamos si llevamos uno de esos distintivos. Cuando nos llaman, suena el teléfono más cercano a nosotros. En el futuro, estos dispositivos no estarán sujetos con una pinza o con un alfiler de seguridad, sino pegados o entretejidos en la ropa.

MEDIOS PARA VESTIR

Pana informática, muselina con memoria y seda solar pueden ser los tejidos de las ropas digitales del mañana. En lugar de cargar con el ordenador portátil, nos lo pondremos. Aunque suene escandaloso, ahora ya empezamos a cargar en nuestros cuerpos cada vez más equipo de comunicación e informática.

El reloj de pulsera es el más evidente. Seguro que cambiará del simple artículo horario de hoy a un centro móvil de mando y control el día de mañana. Se lleva de una forma tan natural que muchas personas duermen con él.

Un aparato múltiple de pulsera con teléfono, ordenador y televisión ya no es el dominio exclusivo de Dick Tracy, Batman o el capitán Kirk. Durante los cinco próximos años, estos dispositivos conformarán una de las mayores áreas de crecimiento de productos de consumo. Timex ya ofrece comunicaciones inalámbricas entre el PC y el reloj de pulsera. Se espera que el reloj Timex sea tan popular que su inteligente programa de transmisión (óptica) será incorporado en varios sistemas Microsoft.

Nuestra habilidad para miniaturizar sobrepasará rápidamente nuestra capacidad para dotar de energía a esos pequeños objetos. La energía es un área de la tecnología en la que se ha avanzado a paso de tortuga. Si el progreso en la investigación de nuevas tecnologías para baterías hubiera sido parejo al de los circuitos integrados, hoy viajaríamos a diario en coches alimentados con pilas de linternas. Desgraciadamente, cuando viajo tengo que llevar más de cinco kilos de baterías para alimentar mi ordenador portátil. Con el tiempo, y a medida que los ordenadores de bolsillo iban adquiriendo más funciones y pantallas más brillantes, las baterías para ordenadores portátiles se han hecho más pesadas. (En 1979, el Typecorder de Sony, el primer ordenador portátil, sólo usaba cuatro baterías AA.)

Seguramente aparecerán algunas soluciones imaginativas para responder al problema de la alimentación de ordenadores para vestir. Abercrombie & Fitch ya comercializa un salacot con una célula solar que alimenta un pequeño ventilador que abanica la frente. Un nuevo y excelente candidato para almacenar energía es el cinturón. Si nos lo quitamos veremos la enorme cantidad de superficie y volumen que abarca. Imaginemos un cinturón de cuero hueco con un diseño que permite enchufar la hebilla en la pared para recargar el teléfono móvil.

Lo mismo puede decirse de las antenas, de las cuales puede formar parte el propio cuerpo humano. Además, y gracias a su forma, las antenas se podrían entretejer en las telas o llevarlas como una corbata. Con un poco de ayuda digital, las orejas de la gente pueden funcionar tan bien como si fueran «antenas».

Lo importante es reconocer que el futuro de los dispositivos digitales incluirá algunas formas y tamaños muy distintos de los que nos acuden a la mente en nuestros marcos (sic) habituales de referencia. Los vendedores de equipo y recambios informáticos no serán sólo Radio Shack y Staples, sino también el tipo de tiendas que venden productos Nike, Levi's y Banana Republic. En un futuro más lejano, los visores de ordenador se venderán al por mayor y podrán pintarse, los CD-ROM serán comestibles y los procesadores paralelos se aplicarán como las cremas protectoras. Incluso, quizá viviremos dentro de nuestros ordenadores.

LOS BITS Y EL CEMENTO

En mi formación como arquitecto he encontrado muchos conceptos válidos de la arquitectura que se nutren directamente del diseño de ordenadores, pero muy pocos lo hacen a la inversa, aparte de poblar nuestro entorno con dispositivos más inteligentes, ocultos o a la vista. Concebir los edificios como enormes dispositivos electromecánicos no ha llevado a aplicaciones reales muy inspiradas. Incluso el comportamiento arquitectónico de la nave espacial *Enterprise* se limita a sus puertas corredizas.

Los edificios del futuro serán como la parte de atrás de los ordenadores: «inteligentemente preparado» (un término acuñado por la AMP Corporation para su programa de casa inteligente). Este concepto es una combinación de precableado y conectores omnipresentes para una (futura) señal compartida por instrumentos. Más tarde se puede añadir procesamiento de uno u otro tipo, por ejemplo, hacer que el ambiente acústico de las cuatro paredes de la sala de estar suene como el Carnegie Hall.

En la mayoría de ejemplos de «entornos inteligentes» que he visto falta la capacidad de sentir la presencia humana. Es el mismo problema de los ordenadores personales llevado a otro nivel: el entorno no puede vernos ni sentirnos. Incluso el termostato se refiere a la temperatura del muro, no a si nosotros tenemos frío o calor. Las habitaciones del futuro sabrán que acabamos de sentarnos a comer, nos hemos ido a dormir, vamos a darnos una ducha o vamos a sacar al perro a pasear. El teléfono nunca sonará. Si no estamos en casa, no sonará porque no estamos. Si estamos y el mayordomo digital decide pasarnos la llamada, entonces el pomo de puerta más cercano dirá: «Disculpe, señora», y pasará la llamada.

Algunas personas llaman a esto «informática omnipresente», y lo es, y algunas de estas personas lo presentan como lo contrario de usar agentes de interfaz, y no es así, sino que ambos conceptos son uno y lo mismo.

La ubicuidad de la presencia del ordenador de cada persona la determinarán los procesos informáticos variados e independientes de sus vidas normales (sistemas de reserva de plazas en avión, información de puntos de venta, utilización de servicios de conexión *on-line*, franqueo, mensajes). Estos estarán cada vez más conectados entre sí. Si su vuelo a Dallas a primera hora de la mañana se retrasa, el reloj despertador sonará un poco más tarde y se avisará al taxi automáticamente de acuerdo con las previsiones de tráfico.

Los robots domésticos casi nunca se incluyen en la mayoría de las versiones de la casa del futuro: un cambio curioso, porque hace veinte años casi todas las imágenes del futuro incluían una imagen robótica. C3PO sería un mayordomo excelente; incluso su acento es el adecuado.

El interés por los robots domésticos volverá, y podemos anticipar que existirán criados digitales con piernas para subir escaleras, brazos para quitar el polvo y manos para llevar las bebidas. Por razones de seguridad, un robot doméstico también tiene que ser capaz de ladrar como un perro fiero. Estos conceptos no tienen nada de novedoso, puesto que la tecnología ya casi lo permite. Es probable que haya unas cien mil personas en el mundo que quieran pagar 100.000 dólares por un robot así. Ese mercado de 10.000 millones de dólares no pasará desapercibido durante mucho tiempo.

BUENOS DÍAS, TOSTADORA

Si el frigorífico nota que nos hace falta leche, puede «pedir» al coche que nos recuerde comprarla en el camino de vuelta a casa. Los aparatos de hoy día cuentan con muy poca informática.

Una tostadora no debería quemar las tostadas y sí poder hablar con otros aparatos. Sería muy sencillo hacer que en nuestra tostadora apareciera cada mañana el precio de cierre de nuestras acciones favoritas. Pero antes, se tiene que conectar la tostadora con las noticias.

Nuestra casa actual tiene probablemente más de cien microprocesadores. Pero no están unificados. El sistema más integrado de la casa es tal vez el despertador y, en algunos casos, el mando a distancia de luces y aparatos pequeños. Algunas cafeteras se pueden programar para moler y preparar café antes de que nos levantemos. Pero si programamos el despertador para que suene cuarenta y cinco minutos después de lo normal, al despertar el café será terrible. La carencia de comunicación electrónica entre aparatos nos lleva, entre otras cosas, a que en cada uno de ellos haya interfaces muy primitivas y curiosas. Por ejemplo, si el habla es el modo de interacción dominante entre las personas y las máquinas, los accesorios pequeños necesitarán hablar y escuchar a la vez. Sin embargo, no se puede pretender que todos ellos dispongan de todos los medios para producir y comprender el lenguaje hablado, y por tanto deberían comunicarse y compartir tales recursos.

Adoptar un modelo centralizado de participación es tentador, y algunas personas han propuesto la creación de «hornos» de información en nuestros sótanos: un ordenador central de la casa que controle todas las entradas y salidas. Sospecho que no funcionará así, y que la función estará mucho más distribuida entre una red de aplicaciones, incluyendo una que sea maestra en reconocimiento y producción del habla. Aunque tanto la nevera como el armario lleven la cuenta de la comida leyendo los códigos de barras, sólo uno de los dos necesita saber cómo interpretarlos.

Se usan los términos «línea blanca» y «línea marrón» para distinguir entre aparatos pequeños, como tostadoras y batidoras, y los aparatos grandes y casi siempre integrados, como lavaplatos y frigoríficos. La división clásica entre blanco y marrón no tiene en cuenta los dispositivos de información, que la cambiará, porque tanto los electrodomésticos de línea blanca como los de línea marrón serán cada vez más productores y consumidores de información.

El futuro de todos los aparatos será llevar un PC oculto o visible. Una razón para avanzar en esa dirección es hacer los aparatos más amistosos, utilizables y autoexplicables. Pensemos por un momento cuántas máquinas tenemos (horno microondas, aparato de fax, teléfono inalámbrico) con un gigantesco vocabulario de funciones, algunas inútiles, que no nos hemos molestado en aprender sólo porque es demasiado difícil. Aquí es donde la informática incorporada puede ayudar mucho, aparte de asegurarse de que el microondas no convierte el queso Brie en una mezcla líquida. Las aplicaciones tendrían que ser buenos instructores.

La idea del manual de instrucciones es obsoleta. El hecho de que los fabricantes de hardware y software de ordenadores lo envíen con los productos es poco menos que perversa. El mejor instructor en cómo usar una máquina es la máquina misma. Ella sabe lo que estamos haciendo, lo que acabamos de hacer e incluso puede adivinar lo que haremos a continuación. Recoger esa conciencia en

un conocimiento de sus propias operaciones, es un paso fácil de dar para la ciencia informática, pero un paso de gigante en comparación con los manuales impresos que nunca se encuentran y casi nunca se entienden.

Añadamos a las máquinas un poco de familiaridad humana con nosotros, que somos zurdos, duros de oído y tenemos poca paciencia para las cosas mecánicas, y las propias máquinas nos ayudarán a manejarlas y mantenerlas más que cualquier instrucción de uso. Los aparatos del mañana no deberían llevar instrucciones impresas (excepto «Este Lado Hacia Arriba»), sino que el aparato debería enviar electrónicamente la «garantía», una vez que «supiera» que está bien instalado.

COCHES INTELIGENTES

El coste de la electrónica que incorpora un coche moderno no excede el coste del acero utilizado en su fabricación. De hecho, hoy día un automóvil incorpora más de cincuenta microprocesadores, aunque no se hayan usado con mucha inteligencia. Sentimos que hacemos el ridículo cuando alquilamos un coche europeo último modelo y, en una larga cola para poner gasolina, nos damos cuenta de que no sabemos cuál es el mando electrónico que abre el depósito.

Los principales habitantes digitales de los coches serán las radios inteligentes, el control de energía y las pantallas de información. Además, disfrutarán de una ventaja muy particular de ser digital: sabrán dónde están.

Los avances recientes en mapas y trazado hacen posible localizar la posición de un coche a través de un modelo informático de la red urbana. La localización de todas las calles de Estados Unidos puede estar incluida en un solo CD-ROM. Mediante el uso de satélites, y diversas técnicas de seguimiento (que añaden los movimientos graduales del coche), o con una combinación de esas técnicas, los coches se pueden localizar con un margen de error de unos pocos metros. Casi todos recordamos el Aston Martin de James Bond, en el que una pantalla de ordenador en el tablero de mandos situado entre su asiento y el de su acompañante le mostraba un mapa de dónde se encontraba y adonde se dirigía. Ahora esto es un producto comercial de amplia aceptación y uso creciente. En Estados Unidos fue Oldsmobile quien lo comercializó por primera vez en 1994.

Sin embargo, existe un pequeño problema. A mucha gente, sobre todo a los conductores mayores, les cuesta enfocar la vista rápidamente. Les resulta difícil cambiar la mirada de las cosas que están en la lejanía a las que están a un metro y a la inversa. Peor aún, algunos necesitamos usar gafas de lectura para consultar un mapa, lo que nos convierte en Mr. Magoo al volante. Una manera mucho mejor de proporcionar asistencia en ruta es por medio de la voz.

Dado que los oídos no se usan para conducir, se convierten en un canal ideal para decirnos cuándo girar, qué hay que buscar y que si estamos viendo tal y tal, es porque nos hemos pasado de largo. El reto de comunicar con exactitud las direcciones es difícil, y ésa es la razón por la que los seres humanos lo hacemos tan mal. La carretera está llena de ambigüedades. «La siguiente a la derecha» es un mensaje muy claro si la curva está a unos cientos de metros más allá. A medida que nos acercamos, sin embargo, dudamos si la «siguiente» es ésta o la que viene después.

Aunque es posible construir buenos «copilotos» digitales con salida de voz, no parece que los vayamos a ver muy pronto en el mercado americano. En su lugar, veremos exactamente lo que tenía James Bond, correcto o equivocado, seguro o no. La razón es ridícula. Si el coche nos habla y su información de ruta tiene un error, ¿quién es el responsable si nos envía en contra dirección y tenemos un accidente? Si por otra parte, eso ocurre leyendo un mapa, entonces es culpa de nuestra mala suerte. En Europa, donde están más instruidos en cuestiones de responsabilidad y litigio, Mercedes-Benz introducirá este año un sistema de ruta parlante.

Estos sistemas de navegación no se limitarán a llevarnos de A a B. Habrá mercados restringidos de guías acústicas de visitas a ciudades («a su derecha tienen el lugar de nacimiento de...») e información de restaurantes y hoteles («he hecho reservas en un buen hotel cerca de la salida 3»). De hecho, si nos roban el coche inteligente del futuro, éste podrá llamarnos y decirnos dónde está. Quizás incluso su voz suene atemorizada.

PERSONA DIGITAL

Una de las razones por las que ha sido impopular hablar a los coches es que han tenido menos personalidad que un caballito de mar.

En general, nuestra opinión de la personalidad de un ordenador se deriva de todas las cosas que hace mal, aunque en alguna ocasión puede ocurrir lo contrario. Una vez me partí de risa cuando mi programa de comprobación de ortografía vio escrito, en mi estilo disléxico, la palabra «tentó», en lugar de tanto, y sugirió con orgullo que la forma correcta era «tonto».

Poco a poco, los ordenadores adquieren personalidad. Un pequeño pero ya clásico ejemplo es el programa de comunicaciones Smartcom, de Hayes Corporation, que muestra un pequeño teléfono con una cara. Los dos ojos miran a una lista de los pasos del proceso de conexión y, a medida que el ordenador completa un paso y cambia al siguiente, los ojos siguen la lista. La cara sonríe al final si el reconocimiento ha sido correcto, y frunce el ceño si nos hemos equivocado.

Esto no es tan frívolo como parece. La persona de una máquina puede ofrecer diversión relajante, útil, amistosa y con espíritu menos «mecánico». Familiarizarse con un ordenador personal será parecido a entrenar en casa a un cachorro. Podremos seguir módulos de personalidad que incluirán el comportamiento y estilo de vida de caracteres ficticios. Tendremos la posibilidad de comprar una personalidad a lo Larry King para nuestra interfaz de prensa, e incluso puede que a los chicos les guste hacer surf en la Red con el doctor Seuss.

No estoy sugiriendo que se nos interrumpa con chistes tontos en mitad de un mensaje importante, sino que el estilo de interacción puede ser mucho más rico que los sonidos de click, vocecitas o pitos repetidos de mensajes de error. Veremos sistemas con humor, que dan codazos y pinchan, incluso algunos tan severos e implacables como una niñera alemana.

LOS NUEVOS E-XPRESIONISTAS

APRENDIZAJE Y CREATIVIDAD: EL PINTOR AFICIONADO

La imagen de un dibujo infantil pegado a la nevera es tan norteamericana como la tarta de manzana. Animamos a nuestros hijos para que se expresen y sean creativos. Pero, de repente, cuando ya tienen seis o siete años, las cosas cambian y les inculcamos que la clase de dibujo es una actividad extraescolar y no tan importante como, por ejemplo, el lenguaje o las matemáticas.

Las notas más altas se las llevan aquellos jóvenes que quieren ser alguien y hacer algo.

Durante los siguientes veinte años alimentamos el hemisferio izquierdo de su cerebro como si fuera el hígado de un ganso y dejamos que el otro se reduzca al tamaño de un guisante.

Seymour Papert nos cuenta la historia de un cirujano de mediados del siglo XIX que se trasladó mágicamente en el tiempo a un quirófano moderno. Seguro que ese médico no reconocería nada, no sabría qué hacer o cómo ayudar.

La tecnología moderna habría transformado la práctica de la cirugía hasta el punto que le sería imposible comprenderla.

Sin embargo, si un maestro de escuela de mediados del siglo XIX se trasladara en esa misma máquina del tiempo a un aula de hoy día podría continuar dando la clase que su colega hubiese interrumpido, excepto por algunos pequeños detalles. Existe muy poca diferencia entre la forma en que enseñamos hoy y cómo lo hacíamos hace ciento cincuenta años. La tecnología no se utiliza tanto como en el quirófano. De hecho, según las investigaciones recientes del Departamento de Educación de Estados Unidos, el 84 % de los maestros norteamericanos consideran indispensable sólo un tipo de tecnología de la información: una fotocopiadora con suficiente suministro de papel.

Sin embargo, parece que por fin estamos alejándonos de un modelo de línea dura en la enseñanza, que ha producido varias generaciones de niños compulsivos en serie, y vamos hacia uno más abierto, que no separa de manera tan tajante el arte de la ciencia, o el hemisferio derecho del izquierdo.

Cuando un niño utiliza un programa informático como Logo para hacer un dibujo en su ordenador, la imagen es una expresión artística y matemática y puede verse como cualquiera de las dos. En la actualidad, incluso un concepto tan abstracto como las matemáticas puede utilizar componentes concretos de las artes visuales.

Los ordenadores personales formarán generaciones futuras de adultos más hábiles en las matemáticas y más versados en las artes visuales. Es muy probable que dentro de diez años los adolescentes puedan disfrutar de un panorama mucho más rico en opciones porque la balanza de la realización intelectual se inclinará en favor de abarcar una variedad más amplia de sistemas de conocimiento, patrones de aprendizaje y comportamientos expresivos más que en formar ratones de biblioteca.

Habrá muchas más opciones intermedias entre el trabajo y la divers n.

La línea divisoria entre las aficiones y las obligaciones será menos perceptible gracias a un denominador común: ser digital. El pintor aficionado es el símbolo de una nueva era de oportunidades y respeto por los pasatiempos creativos: el poder expresarse y hacer cosas durante toda la vida. Cuando un jubilado empieza a pintar con acuarelas, es como volver a la infancia, con recompensas muy diferentes a las de años anteriores. El día de mañana, las vidas de las personas de todas las edades tendrán una continuidad más armoniosa porque se acerca el día en que las herramientas de trabajo y las que nos proporcionan divers n serán la misma cosa. El placer y el deber, la expresión personal y el trabajo en grupo compartirán la misma paleta.

Los usuarios de ordenadores, jóvenes y mayores, constituyen un ejemplo perfecto. Sus programas son como pinturas surrealistas pues tienen cualidades est ticas y excelencia técnica. Su trabajo se puede mirar en términos de estilo y contenido, de significado y ejecución. El comportamiento de sus programas de ordenador es un nuevo tipo de est tica.

Estos usuarios son los precursores de los nuevos e-xpresionistas.

EL PODER DE LA MÚSICA

La música ha sido uno de los elementos determinantes en la configuración de la informática.

Se puede analizar la música desde tres perspectivas complementarias: desde el punto de vista del procesamiento de la señal digital, como por ejemplo la cuestión de la separación del sonido (quitar, en una grabación de música, el ruido de una lata de Coca-Cola que cae al suelo); desde la perspectiva de la percepción del sonido (cómo interpretamos el lenguaje musical, en qué consiste su apreciación y de dónde viene la emoción), y finalmente, como expresión artística y narrativa (contar una historia y despertar sentimientos). Las tres perspectivas son importantes en sí mismas y hacen que el dominio musical sea el ámbito intelectual más idóneo para moverse con soltura entre el dominio de la tecnología y el de la expresión, entre ciencia y arte, entre lo privado y lo público.

Si le preguntamos a un auditorio formado por estudiantes de informática cuántos de ellos tocan algún instrumento musical o cuántos están interesados seriamente por la música, la mayoría levantarán la mano. La afinidad tradicional entre las matemáticas y la música se manifiesta de manera contundente en la informática contemporánea y en la comunidad de usuarios de ordenador. El Media Lab del MIT atrae a algunos de sus mejores estudiantes de informática a través de la música.

Los padres y la sociedad, ya sea de manera consciente o inconsciente, no fomentan el arte y la música en los niños, o consideran estas actividades como simples válvulas de escape de las presiones de tipo académico. Sin embargo, tendrían que ser los filtros a través de los cuales los niños explorasen diversos ámbitos del conocimiento que hasta ahora sólo han tenido un tipo de enfoque.

Cuando iba a la escuela no me gustaba la asignatura de historia, pero puedo recitar de memoria las fechas clave en arte y arquitectura aunque no recuerdo las

fechas de guerras o acontecimientos políticos. Mi hijo heredó mi dislexia pero lee con avidez revistas de esquí y windsurf, de cabo a rabo. Para algunas personas, la música puede ser la manera de estudiar matemáticas, aprender física y entender la antropología.

La cuestión es cómo aprender música. Durante el siglo XIX y a principios del siglo XX lo normal era estudiar música en la escuela. Pero luego, la tecnología de la música grabada cambió las cosas. No es sino hasta hace poco que las escuelas han empezado a retomar el aprendizaje de la música de manera activa, es decir, tocándola en lugar de sólo escucharla.

La utilización de ordenadores para aprender música a una edad muy temprana es un ejemplo del beneficio que proporcionan los ordenadores al ofrecer una gama tan amplia de modos de acceso.

El ordenador hace posible que niños que no tienen facilidad también puedan acercarse a la música. Los juegos musicales, las cintas con información sonora y la fácil manipulación del sonido digital son algunos de los medios a través de los cuales un niño puede experimentar la música. Incluso los que muestran preferencia por el mundo de lo visual pueden inventar diferentes maneras de ver.

ARTE CON «E» MAYÚSCULA

Los ordenadores y el arte pueden combinar mal cuando se encuentran por primera vez. Un motivo puede ser que la máquina tenga un efecto demasiado potente que puede dominar a la intención expresiva, como ocurre con frecuencia en el arte holográfico y en las películas en tres dimensiones. La tecnología puede ser como un chile jalapeño en una salsa francesa. El sabor del ordenador puede anular las señales más sutiles del arte.

No es sorprendente que la música y la interpretación sean las artes que mejor se adaptan al ordenador, ya que en ellas se mezclan la tecnología de la interpretación, la divulgación y la experiencia estética. Compositores, intérpretes y público pueden disponer de control digital. Si Herbie Hancock saca su próxima pieza en Internet, no sólo sería como tocar para una audiencia de 20 millones, sino que cada oyente podría transformar la música dependiendo de su situación personal. Para algunos esto puede limitarse a subir el volumen o convertir la música en un karaoke, pero otros podrían decidir modificar la orquestación.

La superautopista digital hará que el arte acabado e inalterable sea una cosa del pasado. El número de bigotes que se le pueden poner a la Mona Lisa es sólo un juego de niños. Seremos testigos de una verdadera manipulación digital de expresiones supuestamente acabadas que circulan por Internet, lo cual no tiene por qué ser malo.

Estamos entrando en una era en que la expresión puede ser más participativa y vital. Tenemos la oportunidad de distribuir y experimentar señales sensoriales muy ricas de formas mucho más accesibles que tener que desplazarnos al Louvre y menos comunes que la de hojear un libro. Los artistas llegarán a considerar Internet como la galería más grande del mundo para mostrar sus manifestaciones artísticas y difundirlas directamente al público.

La verdadera oportunidad aparecerá cuando el artista digital proporcione las

pautas para el cambio. Aunque esto pueda parecer una completa vulgarización de símbolos culturales importantes, como hacer postales de Steichen o pins de Warhol, la cuestión es que ser digital permite la transmisión del «proceso» además del producto. El proceso puede consistir en la fantasía o el éxtasis de una mente, en la imaginación colectiva de muchas o en la visión de un grupo revolucionario.

EL SALÓN DES REFUSÉS

El concepto original del Media Lab del MIT era llevar la interfaz humana y la inteligencia artificial por otros derroteros. El nuevo rumbo consistía en estructurarlas según el contenido de sistemas de información, las demandas del usuario de aplicaciones y la naturaleza del pensamiento artístico. La idea se vendió a las empresas de difusión, de publicidad y de informática como la convergencia de la riqueza sensorial del vídeo, la profundidad de contenido de las publicaciones y la interactividad intrínseca de los ordenadores. Ahora suena muy lógico pero en esa época pensaban que era una tontería. *The New York Times* publicó que «cierto individuo» de la facultad opinaba que los defensores de esta idea eran unos «charlatanes».

El Media Lab está en un edificio creado por el arquitecto I.M. Pei poco después de haber diseñado la extensión de la National Gallery de Washington y poco antes de la pirámide del Louvre en París. Tardaron casi siete años en financiar, construir y poner en marcha la facultad.

Como en 1863, cuando la institución artística de París se opuso a que los impresionistas participaran en su exhibición oficial, los miembros de la facultad que fundaron el Media Lab eran una especie de *Salón des Refusés*. En algunos casos eran demasiado radicales para su departamento académico, en otros demasiado ajenos a su departamento y algunos más ni siquiera pertenecían a un departamento. Aparte de Jerome Wiesner y de mí, el grupo lo componían un director de cine, un físico, un diseñador gráfico, un compositor, dos matemáticos y un grupo de investigadores quienes, entre otras cosas, habían inventado los multimedia en años anteriores. Nos unimos a principios de los años ochenta como una contracultura opuesta al *establishment* de la ciencia informática cuya preocupación seguía siendo los lenguajes de programación, los sistemas operativos, los protocolos de redes informáticas y las arquitecturas de sistema. Nos unía la convicción de que la omnipresencia de los ordenadores alteraría y afectaría a la calidad de vida de forma drástica, no sólo en el terreno científico, sino en todos los demás ámbitos de la vida.

Era el momento propicio porque estaban naciendo los ordenadores personales, la interfaz de usuario empezaba a adquirir importancia y la reglamentación de la industria de las telecomunicaciones estaba desapareciendo. Los dueños y directores de periódicos, revistas, libros, estudios de cine y canales de televisión estaban empezando a preguntarse sobre el futuro. Algunos sabios magnates de los medios, como Steve Ross y Dick Munro de Time Warner, tenían la intuición de que se avecinaba la era digital. Invertir en el grupo de lunáticos del MIT no salía muy caro, de manera que el grupo creció hasta que llegamos a ser trescientos.

Hoy día el Media Lab del MIT se ha convertido en una institución. Los

«navegantes» de Internet son los rebeldes del barrio. Los *digerati* han trascendido los multimedia hacia lo que es más un estilo de vida que una postura intelectual. Celebran sus nupcias en el ciberespacio. Se llaman a sí mismos «*bitniks*» y «*cybraians*». Su movilidad social cubre el planeta. Ahora son ellos el *Salón des Refusés*, sólo que éste no es un café de París o un edificio de I.M. Pei en Cambridge, sino que está en alguna parte de la Red. Eso es ser digital.

EPILOGO: UNA ERA DE OPTIMISMO

Soy optimista por naturaleza. Sin embargo, toda tecnología o avance científico tiene su lado menos positivo, y ser digital no es una excepción. La próxima década será testigo de un sinnúmero de casos de abusos de los derechos de propiedad intelectual y de invasión de nuestra intimidad. Habrá vandalismo digital, piratería del software y robo de información. Y lo peor de todo, mucha gente se quedará sin trabajo debido a los sistemas automatizados y las oficinas cambiarán tanto como lo han hecho las fábricas. La noción de tener el mismo trabajo toda la vida ha empezado a desaparecer.

La transformación radical de la naturaleza de nuestros mercados de trabajo, puesto que trabajamos con más bits y menos átomos, ocurrirá al mismo tiempo que la conexión a la Red de los 2.000 millones de personas que integran la fuerza laboral en India y China. Un diseñador independiente de software, desde Peoria competirá con su colega en Pohang. Un tipógrafo digital de Madrid hará lo mismo con su colega en Madras. Las compañías norteamericanas han empezado a desarrollar hardware y a producir software en Rusia y la India, no por la mano de obra barata sino para asegurar una fuerza intelectual muy bien preparada dispuesta a trabajar más, más deprisa y porque es más disciplinada que la de su propio país.

A medida que se globalice el mundo de los negocios e Internet crezca, se producirá un lugar de trabajo sin fisuras. Mucho antes de que se encuentren soluciones políticas o el GATT llegue a algún acuerdo respecto a las tarifas y al comercio de átomos (recuerden: el derecho de vender agua Evian en California), los bits no tendrán fronteras y se almacenarán y manipularán independientemente de las barreras geopolíticas. De hecho, las zonas horarias desempeñarán un papel más importante en nuestro futuro digital que las zonas comerciales. Puedo imaginar algunos proyectos de software que literalmente atraviesen el planeta de este a oeste en veinticuatro horas y vayan de persona en persona o de grupo en grupo; uno trabaja mientras el otro duerme. Microsoft necesitará abrir sucursales en Londres y Tokio para producir software en tres turnos.

A medida que nos acerquemos a ese mundo digital, todo un sector de la población será o se sentirá desplazado. Cuando un trabajador siderúrgico de cincuenta años pierda su trabajo, lo más seguro es que, a diferencia de su hijo de veinticinco años, le sea imposible adaptarse al mundo digital. Sin embargo, si un secretario pierde su trabajo, al menos estará familiarizado con el mundo digital y poseerá habilidades transferibles.

Los bits no se comen; en ese sentido no pueden calmar el hambre. Los ordenadores tampoco son entes morales; no pueden resolver temas complejos como el derecho a la vida o a la muerte. Sin embargo, ser digital nos proporciona motivos para ser optimistas. Como ocurre con las fuerzas de la naturaleza, no podemos negar o interrumpir la era digital. Posee cuatro cualidades muy poderosas que la harán triunfar: es descentralizadora, globalizadora, armonizadora y permisiva.

En donde más claramente se nota el efecto descentralizador de ser digital es en el comercio y la industria de los ordenadores. Los llamados Sistemas de "Gestión

de la Información (MIS), zares que solían reinar en un mausoleo de cristal con aire acondicionado, han perdido su poder y se han extinguido casi por completo. Aquellos que sobreviven es porque son más fuertes que las personas que podrían despedirlos y la junta directiva de la empresa lo ignora o está en las nubes, o ambas cosas a la vez.

Thinking Machines Corporation, una magnífica e imaginativa empresa de superordenadores que fundó el genio en ingeniería eléctrica Danny Hillis, desapareció al cabo de diez años. En ese corto espacio de tiempo introdujo en el mercado mundial de los ordenadores las arquitecturas masivamente paralelas. Su desaparición no se debió a la mala administración o al descuido en la ingeniería de la llamada Connection Machine, sino a que el paralelismo podía descentralizarse; este mismo tipo de arquitecturas masivamente paralelas se obtuvo después a través de la producción masiva de ordenadores personales a bajo coste.

Aunque esto no fue agradable para Thinking Machines, es un mensaje importante para todos nosotros, en el sentido literal y metafórico. Quiere decir que la empresa del futuro puede satisfacer sus necesidades informáticas de una manera adaptable y nueva, es decir suministrando ordenadores personales que, cuando sea necesario, puedan trabajar al unísono para afrontar los problemas que se pueden resolver con una mayor actividad informática. Los ordenadores funcionarán de forma individual y en grupo. El mismo patrón de descentralización lo está implantando en nuestra sociedad la joven población del mundo digital. La tradicional visión centralista del mundo pertenecerá al pasado.

La misma nación-estado está sufriendo un cambio y una globalización muy fuertes. Dentro de cincuenta años los Gobiernos serán más grandes y a la vez más pequeños. Europa se está dividiendo en entidades étnicas más pequeñas y al mismo tiempo está tratando de unirse económicamente. Las fuerzas del nacionalismo propician una actitud más cínica y rechazan cualquier intento de unificación a nivel mundial. Pero en el mundo digital, las soluciones que antes eran imposibles ahora son viables.

En la actualidad, cuando el 20 % del mundo consume el 80 % de sus recursos, cuando una cuarta parte de nosotros tiene un nivel de vida aceptable y tres cuartas partes no lo tienen, ¿qué se puede hacer para unificar el planeta? Mientras los políticos tienen que cargar con la historia, emerge en el paisaje digital una nueva generación liberada de muchos de los viejos prejuicios. Estos niños «digitales» están libres de limitaciones tales como la situación geográfica como condición para la amistad, la colaboración, el juego o la comunidad. La tecnología digital puede ser una fuerza natural que propicie un mundo más armónico.

De hecho, el efecto armonizador de ser digital ya se empieza a percibir, pues disciplinas y proyectos que antes estaban divididos están ahora colaborando, no compitiendo. Emerge un lenguaje común que antes no existía y que permite a la gente entenderse sin importar las fronteras. Actualmente, en las escuelas, los niños tienen la oportunidad de ver lo mismo desde muchas perspectivas. Un programa de ordenador, por ejemplo, puede verse simultáneamente como un conjunto de instrucciones o como poesía concreta formada por los espacios en el texto del programa. Los niños aprenden muy rápido que conocer un programa quiere decir conocerlo desde muchas perspectivas, no desde una sola.

Pero más que nada mi optimismo deriva del carácter permisivo de ser digital. El acceso, la movilidad y la habilidad para propiciar el cambio son los factores que harán que el futuro sea diferente del presente. La superautopista de la información puede estar de moda ahora, pero subestima el futuro. Se extenderá

más allá de lo que nadie haya sido capaz de predecir. En la medida en que los niños se apropien de un recurso de información global y descubran que sólo los adultos necesitan permiso para aprender, podremos encontrar nuevas esperanzas en lugares donde antes había muy pocas.

No soy optimista porque me anticipe a alguna invención o descubrimiento. Encontrar la cura del cáncer o del sida, una manera digna de control de la población o inventar una máquina que pueda respirar nuestro aire, beber nuestros mares y que sus desechos no contaminen el ambiente, son sueños que pueden o no ser realizables. Ser digital es diferente. No se trata de una invención, sino que está aquí y ahora. Podríamos decir que es genético por naturaleza, ya que cada generación será más digital que la que la precede.

Los bits que controlan ese futuro digital están cada vez más en manos de los jóvenes. Nada podría hacerme más feliz.