

## “COMO PODRÍAMOS PENSAR”

Vannevar Bush

Versión traducida y comentada por Juan Voutsás para sus cursos escolares. **“Las notas y comentarios al texto en negritas han sido agregadas por el traductor”**

La presente no ha sido una guerra única y exclusiva de científicos. Ha sido una guerra en la que todos hemos desempeñado nuestro papel. Los científicos, haciendo a un lado su consabida competencia profesional en aras de una causa común, han compartido entre ellos enormemente y han aprendido más, de tal forma que el trabajo compartido ha resultado especialmente estimulante para todos. Sin embargo, en estos momentos en que parece que el fin de la guerra se aproxima, cabe hacernos la pregunta: ¿a qué se dedicarán los científicos a partir de ahora?

Para los biólogos, y más particularmente, para los investigadores médicos, la incertidumbre próxima será más bien pequeña, pues la guerra apenas les obligó a abandonar sus senderos habituales. De hecho, muchos de ellos han podido continuar sus investigaciones en sus mismos familiares laboratorios en los que trabajaban en tiempos de paz, y sus objetivos continúan siendo los mismos que antes de la guerra.

Han sido los físicos quienes se han visto apartados abruptamente de su camino habitual, quienes han debido abandonar sus investigaciones académicas para dedicarse a la construcción de dispositivos de destrucción, y han tenido que discernir nuevos métodos para llevar a cabo las imprevistas tareas que les han sido encomendadas. Ellos han desempeñado el papel que les correspondía en la fabricación de armas destinadas a derrotar al enemigo, y lo han hecho en estrecha colaboración con físicos procedentes de países aliados al nuestro en el conflicto y han sentido la satisfacción de hacerlo con éxito. En definitiva, todos los científicos han sido parte de un gran equipo. Pero ahora que la paz se aproxima, me pregunto si serán capaces de hallar nuevos horizontes que se encuentren a la altura de su categoría.

¿Cuáles han sido los beneficios duraderos que la raza humana ha obtenido del uso de la ciencia y de los nuevos instrumentos que su investigación ha dado como fruto? En primer lugar, éstos han aumentado su control sobre su medio ambiente. Han mejorado su comida, su vestido y su refugio; han aumentado además su seguridad y lo han liberado, al menos parcialmente, de las ataduras de su existencia primitiva. Asimismo, le han proporcionado un creciente conocimiento de sus propios procesos biológicos, de modo que progresivamente lo han ido liberando de la enfermedad y han incrementado su esperanza de vida. Igualmente, han arrojado luz sobre las interacciones de sus funciones psíquicas y fisiológicas, ofreciéndole la promesa de una mayor salud mental.

*Este artículo, cuyo título original fue “As We May Think” fue publicado en julio de 1945 en “The Atlantic Monthly”, un mes antes de acabar la segunda guerra mundial, precedido de la siguiente nota del editor: «Como Director de la “Oficina para la Investigación y el Desarrollo Científico” del gobierno de los Estados Unidos, el doctor Vannevar Bush coordinó a unos seis mil de los más connotados científicos estadounidenses de la época en diversos proyectos destinados a aplicar la ciencia al esfuerzo bélico. En este significativo artículo Bush trata de buscar un incentivo para esos científicos toda vez que la guerra está a punto de terminar, exhortándolos a inclinar sus esfuerzos a la masiva tarea de hacer más accesible la apabullante reserva de conocimiento de la raza humana. Durante años, las invenciones de la humanidad han servido para aumentar el poder físico de las personas y no su poder mental. Así, los martillos neumáticos que multiplican la fuerza de sus puños; los microscopios que agudizan la visión y los artilugios de detección y destrucción constituyen los nuevos resultados, apero no los resultados finales de la ciencia. Ahora, afirma Vannevar Bush, tenemos en nuestro poder instrumentos que desarrollados de manera adecuada, pueden proporcionar al género humano el acceso y el control sobre el conocimiento que hemos heredado a lo largo de nuestras eras. El perfeccionamiento de estos instrumentos de paz deberá constituir el objetivo primordial de nuestros científicos ahora que van dejando atrás sus esfuerzos en el terreno bélico. De manera similar al trabajo que Emerson publicó en 1837 en “The American Scholar”, este artículo del doctor Vannevar Bush hace un llamado al establecimiento de una nueva relación entre el ser humano pensante y la suma de nuestro conocimiento».*

La ciencia ha proporcionado al ser humano las más veloces formas de comunicación entre individuos, le ha permitido el registro y almacenamiento de las ideas y le ha otorgado la capacidad de manipular este archivo y extraer de él lo necesario para que el conocimiento evolucione y perdure a lo largo de toda la existencia del género humano, y no sólo de la vida de sus individuos.

Hay una enorme y siempre creciente montaña de investigaciones científicas, pero paradójicamente, cada vez está más claro que hoy en día nos estamos rezagando debido a nuestra creciente especialización. El investigador se encuentra abrumado por los hallazgos y conclusiones de miles de colegas, hasta el punto de no disponer de tiempo para revisar, y mucho menos recordar, sus diferentes conclusiones a medida que van viendo la luz. Sin embargo, podemos afirmar también que la especialización resulta cada vez más necesaria para el progreso y que como consecuencia, el esfuerzo de construir puentes entre las distintas disciplinas resulta por lo mismo cada vez más superficial.

Profesionalmente, nuestros métodos para transmitir y revisar los resultados de las investigaciones tienen varias generaciones de antigüedad y hoy por hoy, han dejado de ser adecuados a la finalidad que persiguen. Si todo el tiempo acumulado para escribir obras científicas y el dedicado a leer aquellas que han escrito los demás pudiese ser cuantificado, la proporción entre ambos resultaría apabullante. Todo aquel que tenga como propósito mantenerse al día sobre el pensamiento actual por medio de la lectura continua y detallada, incluso restringiendo su interés a campos muy específicos del conocimiento, podría llegar a sentirse profundamente desencantado si se le demostrase, mediante examen de las fechas de los documentos, que parte del esfuerzo realizado durante los meses anteriores ya habría podido estar a su disposición con mucha anticipación. Sin ir más lejos, las leyes de la genética que Mendel formulara se perdieron durante toda una generación debido a que no llegaron a ser vistas por esos pocos científicos de la época capaces de comprenderlas y difundirlas; y este tipo de catástrofe continúa repitiéndose hoy en día entre nosotros, ya que logros verdaderamente significativos se pierden entre el conglomerado de lo inconsecuente y carente de interés.

La dificultad parece residir no tanto en que cuanto publicamos resulta irrelevante con respecto a la amplitud y variedad de los intereses de hoy en día, sino en que las publicaciones han sobrepasado los límites de nuestra capacidad actual de hacer uso de la información que contienen. La suma de las experiencias del género humano está creciendo a una tasa prodigiosa, y los medios que utilizamos para orientarnos a través del laberinto de informaciones hasta llegar a lo que nos es relevante en cada momento son exactamente los mismos que se utilizaban en la época de los barcos de velas cuadradas.

Sin embargo, existen signos de cambio en esta situación, en tanto vamos disponiendo de nuevas y poderosas herramientas. Células fotoeléctricas capaces de *ver* los objetos en un sentido físico, fotografía avanzada que puede registrar lo visible e incluso lo que no se ve, válvulas eléctricas o "*bulbos*" capaces de controlar potentes fuerzas por medio del uso de una potencia menor que la que un mosquito necesita para batir sus alas, tubos de rayos catódicos que vuelven visibles sucesos tan breves que, en comparación, un microsegundo es un largo lapso de tiempo, combinaciones de relevadores eléctricos que pueden llevar a cabo secuencias de movimientos con mayor confiabilidad y miles de veces más rápido que cualquier ser humano. Disponemos ya de un sinnúmero de ayudas de tipo mecánico por medio de las cuales podemos efectuar una transformación en los archivos científicos.

Hace dos siglos, Leibniz concibió una máquina calculadora que ya contemplaba gran parte de las características de los recientes dispositivos basados en teclados, pero nunca pudo llevarse a la práctica. El entorno económico-tecnológico de su época se lo impedía; en efecto, el trabajo necesario para construir en aquella época, anterior a la de la producción en masa, un aparato como el que Leibniz concibió excedía con mucho el trabajo que tal dispositivo podría ahorrar, puesto que un uso amplio de papel y lápiz podría cumplir la misma misión que su invento. Además, la máquina que este científico hubiera podido construir en aquella época habría estado expuesta a frecuentes averías, por lo que no se hubiera podido depender de ella en absoluto. En aquella época, y durante mucho tiempo después, complejidad de un dispositivo y poca confiabilidad eran sinónimos.

Babbage, contando incluso con un generoso patrocinio económico para su época, tampoco pudo llegar a realizar su gran máquina aritmética. Su idea era lo suficientemente sólida, pero el

costo de construcción y el mantenimiento de un aparato como aquél resultaban enormes por entonces. Y es que aun en el supuesto caso de que un faraón del antiguo Egipto dispusiese de diseños altamente explícitos y muy detallados de un automóvil, y llegase a comprenderlos en su totalidad, habría debido comprometer todos los impuestos de su reino en la construcción de las miles de piezas que lo componen, y de todas formas el vehículo se habría estropeado en su primer viaje a Gizah.

Hoy en día se pueden construir máquinas de piezas intercambiables con gran economía de esfuerzo. Por más complejo que sea su diseño, las máquinas actuales funcionan con enorme grado de confiabilidad. Como testigos están la humilde máquina de escribir, la cámara de cine o el automóvil. Los conmutadores eléctricos han dejado de pegarse cuando hemos llegado a comprenderlos por completo. Notemos al efecto la conmutación automática telefónica, que a pesar de sus cientos de miles de contactos, resulta altamente confiable. Una pequeña rejilla de metal encerrada al vacío en un delgado contenedor de cristal, con una pequeña luz brillante -la válvula de vacío o "bulbo" que se utiliza en los aparatos de radio- se fabrica en la actualidad por cientos de millones de unidades, se distribuye por todo el mundo en paquetes y cuando se conecta al soporte adecuado, ¡funciona! La enorme cantidad de piezas que lo componen, así como el preciso posicionamiento y alineación necesarios durante el proceso de su construcción, habrían mantenido ocupado a un maestro artesano de las antiguos cofradías durante meses; y sin embargo hoy en día se fabrica por unos treinta centavos de dólar la pieza. El mundo ha entrado en una era de dispositivos complejos pero altamente confiables y económicos a la vez. Y algo se ha de derivar, necesariamente, de ello.

## 2

Para que el registro de algo resulte útil a la ciencia, ha de estar en continua ampliación, almacenado convenientemente en algún lugar y sobre todo, ha de poder ser consultado. En la actualidad, podemos efectuar registros gracias a la escritura y la fotografía y, en menor grado, a la impresión. Pero también nos auxiliamos de películas cinematográficas, de discos fonográficos y de bobinas magnéticas. Incluso, en el caso de no aparecer nuevos medios para confeccionar archivos, los ya existentes se encuentran sumidos en un continuo proceso de modificación y expansión.

Ciertamente, el progreso en el campo de la fotografía no va a detenerse. Es ya inminente el advenimiento de nuevas lentes y materiales más rápidos, de cámaras más automáticas y de películas de grano más fino, que contribuirán a la expansión de la idea de la minicámara. Proyectemos a continuación esta tendencia en el futuro, hacia un escenario si no inevitable al menos lógico. La cámara fotográfica del futuro contendrá, en su parte frontal, un saliente de un tamaño ligeramente mayor al de una nuez. Tomará fotografías de tres milímetros cuadrados de superficie, que posteriormente deberán ser proyectadas o ampliadas, algo que no es más allá de diez veces más con respecto a lo que ya existe en la actualidad. Las lentes serán de foco infinito y funcionarán a cualquier distancia a la que se pueda acomodar el ojo humano sin ayuda alguna debido, simplemente, a su corta distancia focal. La cámara fotográfica dispondrá asimismo, de una célula fotoeléctrica en la ya mencionada protuberancia, similar a la que ya posee al menos una de las cámaras existentes en la actualidad. Esta célula fotoeléctrica tendría como misión ajustar amplia y automáticamente el tiempo de exposición según los niveles de iluminación. El rollo fotográfico tendrá capacidad para unas cien exposiciones, y el resorte que acciona el disparador y corre la película en el interior de la cámara quedaría correctamente situado al momento mismo de introducir la película. Ésta producirá sus imágenes, sin duda alguna, en color, y es posible que la cámara incluso sea estereoscópica, de modo que registre las imágenes por medio de dos lentes separadas entre sí como dos ojos de cristal, pues no debemos olvidar que las mejoras en las técnicas estereoscópicas están a la vuelta de la esquina. **(en efecto, la segunda gran era de la fotografía estereoscópica fue de 1945-1960)**

El cable que acciona el obturador de la cámara podría descender a través de la manga del operador y llegar hasta sus dedos, de modo que bastaría una ligera presión para tomar la fotografía. Uno de los cristales de un par de anteojos comunes podría tener grabado en su parte superior, para que no estorbe la visión, un pequeño cuadrado de mira. Cuando un objeto apareciese dentro de sus límites, se encontraría convenientemente encuadrado para ser fotografiado. De esta forma, el científico del futuro

se movería libremente por su laboratorio o por el campo objeto de su estudio y, cada vez que encontrara algo digno de retratar, podría oprimir el disparador de su minicámara para fotografiarlo sin apenas un audible «click». ¿Suena a fantasía? Pues lo único de fantástico que hay en todo ello es la idea de poder tomar tantas fotografías como pudiera resultar útil.

¿Habría realmente una fotografía en seco? En la actualidad, este tipo de fotografía se da en dos formas. Cuando Brady llevó a cabo sus fotografías de la Guerra Civil estadounidense, la placa fotográfica de colodión debía estar húmeda en el momento de la exposición. Actualmente, es necesario que esté húmeda durante su revelado. Sin embargo es posible que, en el futuro, no tenga por qué estar húmeda en absoluto. Existen desde hace ya algún tiempo películas fotográficas que, impregnadas con una emulsión diazoica, no necesitan ser sometidas al proceso del revelado, por lo que la imagen es ya visible instantes después de accionarse el disparador de la cámara. **(este primer tipo de fotografía seca, como puede verse, es la actual técnica de fotografía “polaroid”)**. Una exposición al vapor de amoníaco destruye la emulsión que no ha sido expuesta y permite que la película recién sensibilizada pueda observarse aún a la luz del día. En la actualidad este proceso es algo lento, pero alguien conseguirá acelerarlo en el futuro ya que con el tamaño del grano de la película no se preven problemas que puedan entretener demasiado a los científicos encargados de la investigación en materiales fotográficos. Seguramente en muchas ocasiones resultará de gran utilidad el poder disparar el obturador de la cámara y ver la fotografía inmediatamente después.

Otro proceso de fotografía en seco en uso hoy en día es también lento y algo torpe. Desde hace ya cincuenta años, algunos papeles impregnados con ciertas sustancias químicas se oscurecen en los puntos en los que un flujo electrostático los toca. Este cambio en el color del papel se consigue por la transformación química que el campo eléctrico produce sobre una sustancia derivada del iodo contenida en la emulsión. Por ello, se ha utilizado para elaborar páginas o registros: un apuntador que se mueva por toda la superficie del papel puede producir trazos en ella y si el potencial eléctrico no se mantiene continuo en el tiempo, la línea puede aumentar o disminuir de grosor de acuerdo con sus variaciones.

Este esquema de elaboración de registros gráficos se utiliza en la actualidad para la transmisión de facsímiles. El apuntador dibuja sobre la superficie del papel una serie de líneas con mínimos espacios entre una y otra. A medida que se mueve, el potencial eléctrico del apuntador va variando de acuerdo a las variaciones de la corriente que, a través de alambres, va recibiendo de la estación emisora remota que, a su vez, ha ido convirtiendo en impulsos eléctricos las lecturas de una célula fotoeléctrica dedicada a explorar el documento original. En cada instante del proceso, el tono de la línea dibujada en el papel del aparato receptor es idéntico al del punto de la imagen que la célula fotoeléctrica está leyendo en el documento del aparato emisor. Por tanto, cuando el documento original se haya explorado en toda su extensión, se habrá creado en un lugar remoto una copia idéntica a él. **(esta “segunda técnica” de fotografía en seco mencionada por Bush dió origen a dos tecnologías: la del fax y la de la fotocopia)**

Siguiendo este esquema, una célula fotoeléctrica podría observar, línea a línea, una escena real análogamente a como lo hace una cámara fotográfica. Este aparato se podría considerar, en realidad, como una cámara fotográfica con la característica añadida, si se desea, de poder tomar fotografías a una gran distancia. El proceso es lento y la imagen pobre en detalles, pero constituye otra forma de fotografía en seco en la que la fotografía está lista en el instante mismo de ser tomada.

Sería alguien muy osado el que se atreviese a vaticinar que este proceso continuará siendo torpe, lento y pobre en detalles en el futuro,. No hay más que pensar que en la actualidad, los equipos de televisión transmiten ya dieciséis imágenes por segundo a una calidad razonable. Y este proceso se diferencia del mencionado con anterioridad sólo en dos puntos fundamentales: en primer lugar, el registro de la imagen se lleva a cabo por medio de un rayo de electrones en movimiento en lugar de utilizar un apuntador, por la sencilla razón de que un rayo de electrones puede recorrer la imagen a una velocidad mucho mayor que un apuntador. La otra diferencia consiste en que se utiliza una pantalla en la que cada punto brilla momentáneamente cuando los electrones lo alcanzan, en lugar de un papel tratado o de una película fotográfica cuya superficie queda alterada de manera permanente. La velocidad es necesaria en el caso de la televisión, puesto que su finalidad es la de transmitir imágenes en movimiento y no estáticas.

Si se utilizase una película fotográfica tratada en lugar de una pantalla brillante y se permitiese al aparato descrito previamente transmitir una imagen aislada en lugar de una sucesión de imágenes, obtendríamos como resultado una cámara rápida para fotografía en seco. Sería necesario que la película tratada fuese más rápida en su acción que los ejemplos presentes, pero es posible que llegue a serlo. La objeción más seria, sin embargo, es que este esquema conllevaría el tener que colocar la película en un ambiente al vacío, puesto que el haz de electrones se comporta normalmente únicamente en un entorno enrarecido. Esta dificultad podría superarse permitiendo al haz de electrones actuar en uno solo de los compartimentos de una partición y situando a presión la película en el otro, siempre y cuando esta partición permitiese que los electrones se moviesen perpendicularmente a su superficie evitando que éstos se esparciesen hacia los lados. Estas particiones ya son susceptibles de ser construidas en la actualidad, si bien es cierto que de una manera algo tosca, y es muy poco probable que ello limite el desarrollo general de la técnica.

Al igual que la fotografía seca, la microfotografía aún tiene un largo camino que recorrer. El concepto básico de reducir el tamaño de un archivo, para examinarlo posteriormente mediante proyección en vez de la simple vista, augura posibilidades demasiado amplias como para ser ignoradas. La combinación de proyección óptica y reducción fotográfica está produciendo ya algunos resultados en el terreno de los microfilms para fines educativos, y su potencial es altamente sugerente. Hoy en día, con el microfilm se pueden emplear reducciones a razón de uno a veinte sin que ello afecte a la claridad de la imagen cuando el material se amplía de nuevo para examinarlo. Los límites vienen impuestos por el grano de la película, la calidad del sistema óptico y la eficiencia de las fuentes de luz utilizadas. Y todos estos factores están mejorando con gran rapidez.

Asumamos que es posible alcanzar en el futuro una razón de uno a cien e imaginemos también una película fotográfica del espesor del papel, aunque podría llegar a usarse otra aun más fina. Bajo tales condiciones, se daría un factor de reducción de diez mil a uno entre el volumen de un archivo ordinario en forma de libro y su réplica en microfilm. Toda la Enciclopedia Británica cabría así en el interior de una caja de cerillos, y una biblioteca de un millón de volúmenes podría caber en una esquina de nuestro escritorio. Si, desde la invención de los tipos de imprenta móviles, la raza humana ha producido un archivo total, en forma de revistas, periódicos, libros, octavillas, folletos publicitarios y correspondencia equivalente a mil millones de libros, todo esa ingente cantidad de material, microfilmado, podría acarreararse en una camioneta. Por supuesto, la mera compresión no resultaría suficiente; no necesitamos únicamente construir y almacenar un archivo, sino también ser capaces de consultarlo, y este aspecto de la cuestión será tratado después. Incluso las más grandes bibliotecas modernas no son consultadas por todos: sólo unos pocos se aventuran realmente dentro de ella.

La compresión, sin embargo, resulta de gran importancia cuando entramos a la cuestión de los costos. El material para microfilmear la Enciclopedia Británica costaría unos cinco centavos de dólar y podría ser enviado por correo por otro centavo. ¿Cuánto costaría imprimir un millón de copias? Si tomamos en cuenta que imprimir una sola página de un diario en una prensa rotativa y masivamente, cuesta una pequeña fracción de un centavo de dólar, y que todo el material contenido en la Enciclopedia Británica podría caber en una hoja de película tamaño carta, con las técnicas de reproducción fotográfica del futuro los duplicados en grandes cantidades podrían tener un coste aproximado de un centavo de dólar por unidad, dejando los costes de material aparte. ¿Y la preparación de la copia original? Esta pregunta nos conduce hasta el siguiente aspecto de nuestra cuestión.

### 3

En la actualidad, para introducir un registro en el archivo utilizamos el método de ejercer presión con un lápiz sobre un papel o el de pulsar las teclas de una máquina de escribir. A continuación sigue el proceso de compilación y corrección, seguido de un intrincado proceso de composición tipográfica, impresión y distribución. Con respecto a la primera etapa del proceso, podemos preguntarnos: ¿dejará el autor del futuro de escribir a mano o a máquina para «hablar» directamente con el archivo?. Ya lo puede hacer hoy de manera indirecta, hablando a una estenógrafa o a un cilindro de cera o cerámica, pero ya existen todos los elementos para, si así lo desea, conseguir que sus palabras habladas den como resultado directo un archivo mecanografiado. Todo lo que necesita es utilizar los mecanismos ya existentes y alterar su lenguaje.

En una reciente Exposición Universal, se exhibía una máquina denominada *Voder*. Una joven oprimía las teclas del aparato, y éste emitía un habla audible y reconocible. En ninguna parte del proceso entraban en función cuerdas vocales humanas, pues las teclas simplemente procedían a combinar vibraciones de origen eléctrico, las que pasaban posteriormente a una bocina. En los Laboratorios Bell se encuentra la máquina opuesta al *Voder*, denominada *Vocoder*, en la que la bocina se sustituye por un micrófono para capturar el sonido. Al hablar a través del micrófono, se puede observar cómo se mueven las correspondientes teclas, produciendo texto. Este podría ser entonces uno de los elementos del sistema que estamos visualizando en este documento.

El otro elemento se observa en las máquinas estenográficas o taquígrafos, ese algo desconcertante aparato que encontramos usualmente en juntas o reuniones públicas en los cuales una señorita oprime lánguidamente las teclas mirando hacia la sala o hacia alguno de los oradores con un aire inquietante. Mientras, del estenógrafo surge una larga tira de papel que registra, en un lenguaje fonético simplificado, todo lo que se supone que el orador ha dicho durante su intervención. Esta larga tira de información será, posteriormente, reescrita en lenguaje ordinario, ya que en su forma original resulta ininteligible para los no iniciados. Combinemos los dos anteriores elementos, haciendo que sea el *Vocoder* el que opere el estenógrafo, y obtendremos como resultado una máquina capaz de escribir a medida que se habla.

Es cierto que nuestros lenguajes actuales no están especialmente adaptados a este tipo de mecanización. Resulta extraño que los inventores de lenguajes universales no hayan concebido la idea de crear un lenguaje que se adapte mejor a la transmisión y la grabación del habla. No obstante, la mecanización podría forzar su creación, en especial en el terreno de los estudios científicos, con lo cual la jerga científica se convertiría en algo aún menos inteligible para el profano en la materia.

Podemos hacernos ya una imagen mental del investigador del futuro trabajando en su laboratorio. Sus manos están libres, y no está atado a un punto concreto del lugar de modo que, a medida que se mueve por su lugar de trabajo y lleva a cabo sus observaciones, va tomando fotografías y realizando comentarios. La hora queda automáticamente grabada en ambos tipos de registro, para que exista un vínculo entre ellos. Si el científico va a trabajar al campo, puede mantenerse conectado a su grabadora por medio de una radio. Con todo ello, por la tarde al revisar sus notas, la grabadora registrará también sus comentarios para añadirlos al archivo del proyecto. Tal archivo, junto con todas las fotografías tomadas a lo largo de la investigación, podrían ser miniaturizados para ser examinados posteriormente mediante proyección.

De cualquier forma, muchas cosas deben ocurrir durante las investigaciones aparte de los procesos de recolección de datos y observaciones, la búsqueda de material de archivo y la inserción final del nuevo material en el cuerpo general del archivo común. Ciertamente, no existe ningún sustituto mecánico para el pensamiento maduro; el pensamiento creativo y el pensamiento repetitivo esencial son muy diferentes, y para éste último ya existen, y podrán existir en el futuro, poderosas ayudas mecánicas.

Sumar una columna de cifras constituye un proceso ligado al pensamiento repetitivo, y hace ya buen tiempo que la tarea ha sido delegada a máquinas. Es cierto que la máquina está controlada a veces por un teclado, y resulta necesario un cierto tipo de pensamiento para leer las cifras y oprimir las correspondientes teclas, pero incluso podría prescindirse de esta tarea, pues ya se han construido máquinas capaces de leer, mediante células fotoeléctricas, series de cifras impresas y como consecuencia, accionan alguna tecla. En estas máquinas se combina la acción de las celdas fotoeléctricas que escanden el texto impreso, la acción de circuitos eléctricos que clasifican las variaciones eléctricas resultantes, y la acción de circuitos de relevadores que interpretan el resultado para que la acción de los solenoides presione la tecla correspondiente al guarismo leído.

Todas estas complicaciones resultan necesarias debido a la torpe forma en que hemos aprendido a escribir cifras. Si las registrásemos de manera posicional, simplemente mediante la disposición de un conjunto de puntos en una tarjeta, los mecanismos automáticos de lectura resultarían comparativamente más sencillos. De hecho, si los puntos fuesen agujeros, podríamos utilizar las máquinas a base de tarjetas perforadas que Hollerith creó como ayuda para el recuento del censo de los Estados Unidos y cuyo uso se encuentra muy extendido hoy en día en el ámbito comercial, hasta

el punto de que algunos negocios difícilmente podrían operar sin tales máquinas.

La suma es tan sólo un tipo de operación. Pero el cálculo aritmético conlleva otras operaciones, como la resta, la multiplicación y la división, además de algún método para almacenar temporalmente los resultados, para removerlos del almacenamiento con el fin de utilizarlos posteriormente y para presentar los resultados finales en forma impresa. Actualmente, las máquinas que cumplen tal finalidad son de dos tipos: máquinas con teclado para contabilidad y trabajos afines, en las que se controla manualmente la introducción de datos y automáticamente su funcionamiento y secuencia de operaciones; y máquinas basadas en tarjetas perforadas en las que las distintas operaciones son encomendadas a una serie de máquinas diferentes entre las cuales hay intercambio físico de las tarjetas. Ambos tipos resultan de gran utilidad, pero si tenemos en cuenta la necesidad de llevar a cabo procesos computacionales realmente complejos, hemos de reconocer que ambos se encuentran aún en una fase puramente embrionaria. **(en efecto, en la fecha que se escribe el artículo, sólo existía una computadora experimental, la “Eniac I”, la cual sólo se usaba para cálculo de trayectorias balísticas).**

El conteo eléctrico rápido apareció poco después de que los científicos comenzasen a establecer la necesidad de contar los rayos cósmicos. Para este propósito, los propios físicos construyeron aparatos de válvulas termoiónicas o “bulbos” capaces de contar los impulsos eléctricos a una tasa de 100,000 por segundo. Las máquinas aritméticas avanzadas del futuro serán de naturaleza eléctrica y funcionarán a una velocidad unas 100 veces superior a las de hoy, o quizá aún mayor. **(aquí Bush se quedó corto. Las máquinas actuales trabajan 40,000 veces más rápido que aquellas en lo que respecta a ciclos por segundo).**

Además, serán mucho más versátiles que las máquinas comerciales de hoy en día, por lo que podrían ser adaptadas para realizar una amplia variedad de operaciones. Estarán controladas por tarjetas o películas, seleccionarán sus propios datos y los manipularán según las instrucciones que les hayan sido insertadas, llevarán a cabo complejos cálculos aritméticos a altas velocidades y registrarán los resultados de tal forma que resulten fácilmente accesibles para distribución o para una posterior manipulación. Tales máquinas tendrán un apetito insaciable: una sola de ellas devorará todas las instrucciones y datos provenientes de toda una sala llena de capturistas con teclados, y producirá cada pocos minutos hojas y hojas de resultados impresos. Siempre habrá abundancia de cosas que calcular en los detallados asuntos de millones de personas haciendo tareas complicadas.

#### 4

De cualquier forma, los procesos repetitivos del pensamiento no se encuentran confinados a asuntos meramente aritméticos o estadísticos. De hecho, cada vez que combinamos y registramos hechos en concordancia con ciertos procesos lógicos establecidos, el aspecto creativo del pensamiento se relaciona únicamente con la selección de datos y el proceso a emplear para manejarlos; por ende la manipulación posterior es de naturaleza repetitiva y susceptible por ello de ser delegada a una máquina. No se ha logrado mucho que digamos en este terreno como podría haberse hecho, más allá de los límites de la aritmética, debido fundamentalmente al entorno económico. Las necesidades de las empresas y el extenso mercado que las esperaba aseguraron el advenimiento de máquinas aritméticas fabricadas en serie en cuanto los métodos de producción resultaron lo suficientemente avanzados para ello.

Con las máquinas para el análisis avanzado no ha ocurrido algo similar. Para ellas no ha existido ni existe un amplio mercado puesto que los usuarios de métodos de manipulación de datos constituyen tan sólo una pequeña fracción de la población. Sin embargo, ya existen máquinas capaces de resolver ecuaciones diferenciales, así como ecuaciones funcionales e integrales. Ya hay también numerosas máquinas especializadas, como el sintetizador armónico que predice las mareas. En el futuro habrá muchas otras más que aparecerán primero en manos de los científicos en cantidades pequeñas.

Si el razonamiento científico se limitase a los procesos lógicos de la aritmética, no llegaríamos muy lejos en nuestro conocimiento del mundo físico. Si eso fuese posible, podríamos intentar dominar el juego del póker utilizando solamente la matemática de la probabilidad. Como ejemplo tenemos al ábaco, con sus cuentas incrustadas en alambres paralelos, el cual permitió a los árabes formular la numeración posicional y el concepto del cero muchos siglos antes que al resto del mundo, y se

convirtió en una herramienta muy útil, tanto, que hasta el día de hoy se sigue utilizando.

Hay un largo camino entre el ábaco y la moderna máquina calculadora con teclado, el mismo largo camino que entre ésta y las máquinas aritméticas del futuro. Pero ni siquiera estas nuevas máquinas conducirán al científico al punto al que necesita llegar. Ciertamente, se deberá asegurar la delegación en las máquinas del arduo trabajo que requiere la compleja y detallada manipulación matemática de los datos, si deseamos que el cerebro de esos científicos quede libre para canalizarlo a tareas mucho más importantes que la mera transformación repetitiva de los datos según reglas preestablecidas. Un matemático no es tan sólo una persona capaz de manipular eficientemente cifras; de hecho, con frecuencia no lo hace bien. Por lo general no es tampoco la persona que lleva a cabo rápidas transformaciones de ecuaciones utilizando el cálculo. El matemático es, esencialmente, una persona avezada en el uso de la lógica simbólica a un nivel muy alto y, en especial, alguien que posee un juicio intuitivo para la elección de los procesos de manipulación de datos a emplear.

Este matemático debería poder delegar todo lo demás a sus máquinas aritméticas con la misma confianza con la que delega la propulsión de su auto al motor. Sólo entonces serán efectivas las matemáticas en la aplicación del creciente conocimiento de la física atómica a la solución de avanzados problemas provenientes de los campos de la química, la metalurgia o la biología. Por esta razón, aún estamos por ver llegar máquinas que permitan a los científicos manejar problemas matemáticos avanzados. Algunas de tales máquinas serán lo suficientemente sofisticadas como para satisfacer al más exigente conocedor de los actuales artilugios de nuestra civilización.

## 5

El científico, de cualquier forma, no es la única persona que manipula datos y examina el mundo que le rodea utilizando procesos lógicos, si bien es cierto que en ocasiones preserva esta apariencia acogiendo bajo este término a cualquier persona que parezca lógica, de forma muy similar a aquella en la que un líder sindical británico puede ser elevado a la categoría de caballero. Siempre que un proceso lógico de pensamiento pueda ser empleado -es decir, siempre que los pensamientos para esa ocasión vayan por un camino aceptado y preestablecido, existe una oportunidad para la máquina-. La lógica formal solía ser un instrumento recurrente en manos del profesor que intentaba elevar las almas de sus alumnos. En la actualidad, resulta posible construir una máquina capaz de manipular premisas preestablecidas según una lógica formal mediante el uso, sencillamente, de circuitos de relevadores. Al introducir en tal dispositivo un conjunto de premisas y girar una manivela, éste puede ir obteniendo rápidamente una conclusión tras otra. Todas ellas estarán de acuerdo con la ley de la lógica, sin más errores de los que se podrían dar en una típica máquina calculadora de teclado.

La lógica puede convertirse en algo altamente engorroso, por lo que sin duda sería conveniente aumentar el nivel de seguridad en su uso. Las máquinas para el análisis de alto nivel han sido, generalmente, aquellas capaces de resolver ecuaciones. Ya han comenzado a aparecer ideas para la creación de máquinas capaces de transformar ecuaciones y por tanto capaces de reorganizar la relación expresada por una ecuación según una lógica estricta y bastante avanzada. El progreso se ha visto inhiibido por la excesivamente burda manera en que los matemáticos expresan tales relaciones, puesto que emplean un simbolismo que surgió como de cabeza y que resulta muy poco coherente, algo verdaderamente extraño en un campo generalmente más lógico.

Un nuevo simbolismo, probablemente posicional, debe preceder, aparentemente, a la reducción de las transformaciones matemáticas a procesos mecánicos. Solamente así, la aplicación de la lógica a los asuntos cotidianos irá más allá de la estricta lógica de los matemáticos. En el futuro podríamos extraer argumentaciones de una máquina con la misma facilidad con la que hoy en día introducimos ventas en una caja registradora. Si bien, esa máquina de lógica no se parecería a las cajas registradoras de hoy en día, ni siquiera a los modelos más estilizados

Y lo mismo ocurre con la manipulación de las ideas y su inserción en un archivo. En este aspecto, podemos afirmar que las cosas van de mal en peor con el tiempo, pues somos capaces de continuar ampliando indefinidamente la extensión del archivo, pero no nuestra capacidad de consultarlo. Este es un aspecto que va mucho más allá de la simple extracción de datos para la

investigación científica; tiene que ver con la manera en la cual el ser humano saca beneficio de su herencia de conocimientos adquiridos. La acción primaria más relevante es la selección, y por ello la analizaremos con un poco más detalle. Podríamos tomar en consideración millones de pensamientos de gran valor y la suma de experiencias en que se basan, y juntar todo ello dentro de cuatro paredes de forma arquitectónica aceptable, pero si el erudito, tras una empeñosa búsqueda, sólo pudiese acceder a uno de ellos por semana, lo más probable sería que sus síntesis no estuviesen a la altura de las exigencias de su época.

La selección, en su sentido más amplio, es como un hacha de piedra en manos de un ebanista. Sin embargo, en un sentido estricto y en otras áreas, se han llevado a cabo logros a este respecto. Así, el personal administrativo de una empresa dada puede insertar en el interior de una máquina seleccionadora varios miles de tarjetas perforadas conteniendo datos de los empleados, y al establecer un código de selección según una convención preestablecida, tras un breve período, puede recibir una lista de todos los empleados que, por ejemplo, viven en Trenton y hablan español. Pero aún estos dispositivos pueden resultar lentos cuando se tratase, por ejemplo, de hacer coincidir unas huellas dactilares específicas con su equivalente dentro de un archivo de cinco millones. Pronto veremos cómo estos dispositivos de selección verán aumentada su velocidad de revisión de datos, que en la actualidad es de unos pocos cientos por minuto. Con el uso de microfilms y células fotoeléctricas, esta velocidad llegará a alcanzar las mil comprobaciones por segundo, obteniendo también una copia impresa de los elementos seleccionados.

Este proceso, no obstante, es una selección simple: se realiza examinando un registro a la vez dentro de los elementos de una amplia colección seleccionando aquellos que cumplen ciertas características preestablecidas. Existe una forma de selección que puede quedar mejor ilustrada por el ejemplo del sistema telefónico de conmutación automática. Cuando uno marca un número telefónico, la máquina selecciona uno de entre un millón de posibles números de destino. Pero no lo hace recorriendo todas y cada una de las posibles combinaciones sino que presta atención únicamente a la clase definida por el primer dígito del número marcado; luego pasa a la subclase definida por el segundo dígito, y así sucesivamente hasta conectar con el receptor marcado. Este proceso dura unos pocos segundos, aunque podría ser acelerado si hubiese razones económicas que así lo requirieran. Si esto fuese así, se podrían sustituir los conmutadores mecánicos por conmutadores basados en válvulas termiónicas o bulbos, de modo que el proceso total de selección podría llevarse a cabo en tan sólo una centésima de segundo. Esto es técnicamente posible, aunque nadie querría gastar la cantidad de dinero que esta sustitución de conmutadores requeriría, y la idea es aplicable a cualquier otro terreno.

Tomemos, por ejemplo, el prosaico caso de una gran tienda departamental. Cada vez que se realiza una compra con cargo a la cuenta del cliente, debe desencadenarse una serie de eventos. Así, el inventario ha de ser revisado y actualizado, debe anotarse la venta al vendedor, la contabilidad general de la empresa debe recibir el asiento correspondiente y, lo más importante de todo, ha de cargarse su importe al cliente. Hemos ideado un dispositivo centralizado por medio del cual se puede llevar a cabo gran parte de estas tareas, y que funciona del siguiente modo: el vendedor coloca en un lugar adecuado del sistema la tarjeta de identificación del cliente, su propia tarjeta de identificación y la tarjeta de identificación del artículo objeto de la venta, todas ellas convenientemente perforadas. Cuando se acciona una palanca, tienen lugar una serie de contactos eléctricos gracias a los agujeros de las tarjetas por medio de los que se indica a la máquina central el tipo de operaciones a realizarse, tras lo cual se imprime un recibo que el vendedor debe entregar al cliente.

Pero es posible que existan diez mil clientes con cuenta abierta en esa tienda, por lo que, para que toda la operación pueda tener lugar, es necesario que alguien de la oficina central seleccione la tarjeta perforada apropiada y la introduzca en el lugar adecuado. Ahí es donde entraría en juego un sistema de selección rápida que, en un abrir y cerrar de ojos, sitúe esa tarjeta apropiada en el lugar adecuado y la devuelva, tras la venta, a su lugar de origen. Tenemos otra dificultad: alguien debe leer el total que aparece en la tarjeta, de modo que la máquina pueda añadir a éste el precio del artículo recién comprado. Para ello, podemos asumir la posibilidad de que las tarjetas estuviesen cubiertas de película fotográfica seca, del tipo que ya he descrito previamente, de modo que el total pueda ser leído por una célula fotoeléctrica y actualizado mediante un haz de electrones.

Las tarjetas podrían estar miniaturizadas y ocupar en consecuencia muy poco espacio.

También deben poder trasladarse a gran velocidad, aunque no parecería necesario que recorriesen grandes distancias; únicamente aquella que separa su lugar de almacenamiento del lugar en que pueden ser leídas por la célula fotoeléctrica y actualizadas por el dispositivo de registro de datos, los cuales estarán basados en puntos bajo notación posicional. Al final del mes, una máquina creada al efecto leería las tarjetas e imprimiría una factura a nombre de cada uno de los clientes. Mediante el uso de válvulas e vacío (bulbos) en vez de piezas mecánicas durante el proceso de conmutación, se necesitaría muy poco tiempo, -no más de un segundo- para utilizar cada tarjeta en particular. Si se deseara, todo el registro de datos sobre la superficie de ésta podría llevarse a cabo por medio de puntos magnéticos sobre una placa de acero, en lugar de puntos que han de ser observados ópticamente, siguiendo el esquema bajo el que Poulsen registró el habla en un alambre magnetizado. Este método tiene como ventajas la simplicidad y la facilidad de borrado. Utilizando la fotografía, sin embargo, se podría conseguir proyectar una ampliación del resultado a distancia, por medio de procesos ya comunes utilizados en el terreno de las transmisiones televisivas. **(la técnica descrita aquí de registro de puntos magnéticos, dará origen después al almacenamiento magnético en discos duros y flexibles, etcétera.)**

Se puede considerar también esta forma de selección rápida y proyección a distancia para otros fines. El ser capaces de seleccionar una tarjeta de entre un millón y situarla frente a un operador en sólo un par de segundos, con la posibilidad de añadirle otras anotaciones, resulta muy sugerente. Podría resultar de utilidad, por ejemplo, en las bibliotecas, pero eso es otra historia. Lo importante no es la velocidad exacta, sino el hecho de que se pueden crear combinaciones entre unos elementos tecnológicos y otros. Por ejemplo, se podría hablar ante un micrófono -de la forma que he descrito más arriba cuando describí la máquina de escribir controlada por la voz- para activar la selección de tarjetas a una velocidad imposible de alcanzar por ningún catálogo. **(esta es una interesante visión de un catálogo automatizado NO basado en una computadora, sino en una seleccionadora de tarjetas)**

## 6

El verdadero núcleo del asunto de la selección, no obstante, va más allá de un rezago en la adopción de mecanismos por parte de las bibliotecas, o de la falta de desarrollo de dispositivos para su utilización dentro de ellas. Nuestra ineptitud a la hora de acceder a los registros de un archivo reside mayormente en la artificialidad de los sistemas de indización. Cuando se almacenan datos de cualquier tipo, se archivan en orden alfabético o numérico, y la información localiza (cuando se logra) siguiéndole la pista descendiendo a través de clases y subclases. Como la información se encuentra en un único sitio, a menos que se utilicen duplicados de ella, debe disponerse de ciertas reglas para localizarla a través de una ruta; reglas que por cierto resultan ineficientes y engorrosas. Además, una vez que se encuentra uno de los elementos buscados, se debe salir del sistema hasta el primer nivel y seguir una nueva ruta para buscar otro elemento.

La mente humana no funciona de esa manera; ella opera por medio de la asociación. Cuando tiene un elemento a su alcance, salta instantáneamente al siguiente que es sugerido por la asociación de pensamientos, de acuerdo a una intrincada red de senderos de información que poseen las células del cerebro. Obviamente, no es su única característica los senderos de información que no se transitan con frecuencia tienden a desvanecerse: los elementos no son del todo permanentes. La memoria, ciertamente, es transitoria. Y sin embargo, la velocidad de la acción, lo intrincado de los senderos y la riqueza de detalle en las imágenes mentales nos maravillan mucho más que cualquier otra cosa en la naturaleza.

El ser humano simplemente no puede albergar la esperanza de replicar cabalmente este proceso mental artificialmente, pero sí debería ser capaz de aprender de él e, incluso, mejorarlo en algunos pequeños detalles, puesto que los archivos construidos por él tienen un carácter más permanente. No obstante, la primera idea que se puede extraer de esta analogía tiene que ver con la selección, puesto que la selección por asociación, y no por indización, puede ser mecanizada. Ciertamente, no podemos esperar que la velocidad flexibilidad con que la mente sigue un sendero asociativo pueda ser igualada, pero sí puede superarse de manera decisiva, en cuanto a la permanencia y claridad de los elementos resucitados de su almacenamiento.

Consideremos un futuro dispositivo para uso personal, el cual es una especie de archivo privado mecanizado y biblioteca a la vez. Necesita un nombre, y acuñando uno al azar, se me ocurre llamarlo «memex». Un «memex» es entonces un dispositivo en el cual un individuo almacena todos sus libros, registros y comunicados, y está automatizado de tal forma que puede ser consultado con enorme velocidad y flexibilidad. Es una adición enorme e íntima a su propia memoria. **(algunos autores afirman que «memex» proviene de las palabras “memory extender” o “extensor de la memoria”)**.

Consiste en un escritorio, pero es al mismo tiempo un artilugio que puede usarse como una estación de trabajo a la vez que puede ser operado a control remoto. En la parte superior cuenta con pantallas translúcidas, en las cuales el material puede ser desplegado para una conveniente lectura. **(La televisión no era conocida por el público entonces)**. Hay un teclado, y grupos de botones y palancas; por lo demás su aspecto es el de un escritorio ordinario.

En un extremo se encuentra el material almacenado para consulta. No hay problema por lo voluminoso de la información ya que esta reside en microfilm mejorado. Sólo una parte del interior del mémex está dedicado al almacenamiento; el resto es el mecanismo. Aun si el usuario introdujera 5,000 páginas diarias de materiales le tomaría cientos de años llenar el repositorio, así que puede ser generoso e introducir materiales con liberalidad.

La mayoría de los contenidos del mémex han sido comprados en microfilmes editados previamente y listos para su inserción. Libros de todo tipo, imágenes, revistas, periódicos, etcétera son así obtenidos y puestos en su lugar. La correspondencia de negocios sigue la misma ruta. Y todavía sobra espacio para inserciones de material propio en forma directa. Sobre el mémex, existe una pantalla transparente sobre la cual pueden ponerse notas, textos, fotografías, etcétera. La acción de un botón hace que sea fotografiado y almacenado en el siguiente espacio disponible en una sección de la película del mémex. **(excelente definición para 1945 de un no inventado escáner)** Se utilizará la técnica de fotografía en seco. **(así se denominaba en ese entonces a la fotocopia)**.

Se ha previsto, por supuesto, la consulta del registro por el usual sistema de indizado. Si el usuario desea consultar un cierto libro en particular, introduce su código en el teclado, y la cubierta del libro aparece rápidamente ante sus ojos, proyectada en una de sus pantallas. Los códigos frecuentemente usados son nemónicos, así que él no consulta a menudo su libro de códigos. No obstante, cuando lo necesita, un simple teclazo lo trae a la pantalla para su uso. Además, él tiene botones adicionales para esta tarea. Cuando él presiona uno de ellos un poco a la derecha, él pasa las páginas hacia adelante a una gran velocidad, apenas visibles lo suficiente para reconocerlas; un poco más de presión al botón hace que pasen 10 páginas a la vez, y más presión hace que pasen 100 a la vez. Lo mismo sucede hacia la izquierda, regresando las páginas. **(en aquel entonces no había caseteras o ningún otro aparato con “ff” o “rew”)**

Un botón especial transfiere al usuario inmediatamente a la primera página del índice. Cualquier libro de su colección puede así ser traído y consultado con mucha mayor facilidad que si fuera tomado de un estante. Como él dispone de varias pantallas de proyección, puede ver simultáneamente varias obras **(nótese el uso de “ventanas”)**. Él puede agregar a esas páginas notas al margen, comentarios, tal como si tuviera la página real frente a él, sacando ventaja de algún tipo de fotografía en seco, posiblemente con un accesorio tipo pluma de manera similar al teleautógrafo, como el utilizado hoy en día en las salas de espera de ferrocarril, gracias al “teleautógrafo”. **(este era una especie de “fax” que podía enviar texto manuscrito entre estaciones de ferrocarril remotas)**.

## 7

Todo lo que acabo de describir es bastante convencional, con la sólo excepción de la proyección hacia el futuro de los mecanismos y artilugios varios de que disponemos hoy en día. No obstante, representa un paso inmediato hacia la indización o archivado de tipo asociativo, cuya idea básica consiste en lograr que cada uno de los elementos seleccione o busque, según nuestra voluntad, a otro elemento de una manera inmediata y automática. Esta constituye la característica esencial del memex; el proceso de enlazar dos elementos distintos entre sí es lo que le otorga su verdadera importancia.

Cuando el usuario está construyendo una pista o sendero de información, le pone un nombre, lo inserta en su libro de códigos y lo tecléa, tras lo cual aparecen ante su vista, proyectados en dos posiciones adyacentes en su pantalla, los dos elementos que desea ligar. Debajo de cada uno de ellos existe un cierto número de espacios vacíos, y un apuntador indica uno de ellos en cada uno de los elementos. El usuario, con pulsar tan sólo una tecla, hace que los dos elementos queden enlazados de manera permanente. En cada uno de los espacios del código aparece la palabra código. Fuera de la vista del usuario, pero también en el espacio del código, es insertado un conjunto de puntos legibles por una célula fotoeléctrica y en cada uno de los elementos, tales puntos posicionales indican el número de índice del otro.

De ahí en adelante, cada vez que el usuario tenga a la vista uno de los elementos, puede llamar al otro en un instante, con sólo oprimir un botón situado bajo el correspondiente espacio del código. Más que eso, una vez que numerosos elementos han sido enlazados entre sí para conformar un sendero de información, pueden consultarse uno tras otro, rápida o lentamente según se desee, simplemente moviendo una palanca similar a la que se usa para pasar las páginas de un libro. Es exactamente igual que si los distintos elementos físicos hubiesen sido colectados a partir de fuentes muy separadas entre sí, y luego encuadernados para conformar un nuevo libro. Y todavía más: cada uno de esos elementos puede pertenecer a su vez, a múltiples senderos de información.

El propietario del memex, pongamos por caso, está interesado en el origen y las propiedades del arco y la flecha; en concreto, está estudiando las razones por las que, al parecer, el arco corto turco pareció superior al arco largo de los ingleses durante las escaramuzas de la época de las Cruzadas. Almacenados en su memex tiene a su disposición docenas de libros y artículos pertinentes para llevar a cabo su estudio. Para comenzar, consulta una enciclopedia en la que encuentra un breve e interesante artículo que decide mantener proyectado en una de sus pantallas; sigue con la consulta de un libro de historia y encuentra un elemento de su interés que decide enlazar con el artículo de la enciclopedia. Prosigue, de esta manera, construyendo un sendero de información compuesto por múltiples elementos singulares. Ocasionalmente, inserta un comentario propio, enlazándolo de manera directa al sendero principal que está creando o generando una liga a un sendero secundario. Cuando a lo largo de su investigación, al usuario le parece lo suficientemente evidente que las propiedades elásticas de los materiales disponibles en esa época guardaban una gran relación con las propiedades del arco resultante, crea una bifurcación hacia un sendero lateral o cruzado que lo llevará a través de libros de texto sobre la elasticidad de los materiales y tablas de constantes físicas. Posteriormente, añade una buena porción de sus propias notas para terminar de crear el sendero de información que enlaza los elementos de su interés a través del laberinto de la inmensa cantidad de material que tiene a su disposición.

Los senderos de información creados con el memex no se disuelven. Varios años después de esta búsqueda, en una charla entre amigos, sale a colación la extraña forma en la que la gente se resiste a las innovaciones, incluso a aquellas que tienen un interés vital. Como ejemplo, él recuerda el hecho de cómo los europeos fueron muy retiscentes a adoptar el arco corto de los turcos. De hecho, afirma, ha construido un sendero de información acerca de ese tema. Una simple tecla de su memex trae ante su vista el libro de códigos, y unos teclazos más sitúan en la pantalla el primero de los elementos de su sendero de información. Accionando una palanca, se mueve por el sendero a voluntad deteniéndose en los elementos interesantes, y de vez en vez, lleva a cabo excursiones por senderos laterales al principal. Todo ello constituye un sendero de información muy pertinente a la conversación que estaban manteniendo. Como es del interés de su interlocutor, activa el modo de reproducción, fotografía todo el sendero de información y se lo pasa a su amigo para que éste a su vez lo introduzca en su propio memex y lo conecte con su sendero de información principal.

Veremos aparecer formas totalmente nuevas de enciclopedias, conteniendo de origen numerosos senderos de información preestablecidos, listas para ser introducidas en el memex con la capacidad de ser ampliadas por el usuario. Así, el abogado tendrá a su alcance las opiniones y

decisiones de toda su carrera, así como las de de la experiencia de sus amigos y de las autoridades en la materia. El jurista de marcas y patentes tendrá a su disposición toda la información relativa a millones de patentes, en la cual ya ha creado los familiares senderos que resulten del interés de sus clientes. El médico, confundido por la reacción de un paciente, accederá a los senderos que creó al estudiar un caso parecido, y recorrerá rápidamente el archivo de los historiales de casos clínicos análogos, así como las referencias cruzadas a los clásicos de la anatomía y la histología. El químico, lidiando con la síntesis de un compuesto orgánico tiene a su disposición toda la literatura química dentro de su propio laboratorio, con senderos de información que siguen las analogías entre distintos compuestos, así como senderos bifurcados que dan cuenta de su comportamiento físico y químico.

El historiador, teniendo ante sí la vasta cronología e historia de un pueblo, establecerá paralelismos por medio de un sendero de información que se detiene únicamente en los elementos más sobresalientes, pudiendo seguir en cualquier momento senderos contemporáneos que lo conducen a través de toda la civilización a una época determinada. Aparecerá una nueva profesión, la de los "*trazadores de senderos*", es decir, aquellas personas que encuentran placer en la tarea de crear senderos de información útiles que transcurran a través de la inmensa masa del archivo total de la humanidad. La herencia de los maestros pasará a ser no sólo su contribución al archivo universal, sino también los senderos de información que fue estableciendo a lo largo de su vida, y que constituirán los cimientos fundamentales de los conocimientos de sus discípulos.

De este modo, la ciencia puede aplicar las formas en las que el ser humano produce, almacena y consulta el archivo de toda nuestra especie. Ciertamente, hubiera sido más llamativo señalar los instrumentos del futuro de una manera más espectacular en lugar de limitarnos a los elementos que ya conocemos en la actualidad y que ya se encuentran bajo un rápido desarrollo, como aquí se ha hecho. Ciertamente, hemos pasado por alto de forma deliberada las dificultades técnicas de todo tipo que nuestro pronóstico conlleva, pero también hemos pasado por alto los medios, aún desconocidos, que podrían acelerar el progreso técnico de una manera tan explosiva como lo hizo la aparición de la válvula termiónica. Con miras a que la imagen que he descrito no resulte un lugar común al ajustarme a los patrones de la época actual, cabe mencionar que lo descrito es tan sólo una de las posibilidades de solución que se nos presentan. Con ello no intento pronosticar sino únicamente sugerir la posibilidad, pues un pronóstico basado en lo ya conocido está justificado, mientras que lo que se basa en lo desconocido no constituye más que una apuesta de naturaleza doble.

Todos nuestros pasos destinados a la creación o absorción de material relacionado con el archivo mundial toman forma a través de alguno de nuestros sentidos: el del tacto cuando operamos sobre las teclas, el oral cuando escuchamos o hablamos, o el de la vista cuando leemos. Ahora bien ¿sería posible establecer una ruta más directa?

Sabemos que cuando el ojo ve, toda la información consecuente se transmite al cerebro por medio de vibraciones eléctricas a través del canal del nervio óptico. Este proceso es análogo al de las vibraciones eléctricas que tienen lugar en el cable de un equipo de televisión: captan la imagen por medio de células fotoeléctricas y la transportan hasta la antena del transmisor, quien se encarga de transmitir las al público. Sabemos además que si podemos acercarnos a ese cable los instrumentos apropiados, no necesitaríamos tocarlo para captar las imágenes, ya que es posible captarlas simplemente por medio de inducción eléctrica y poder reproducir así la señal que está siendo emitida a través de él, de manera similar a cuando se inserta un conector en un cable telefónico para tener acceso a una conversación.

Los impulsos que fluyen a lo largo de los nervios del brazo de una mecanógrafa transportan hasta sus dedos la información que había llegado hasta sus ojos u oídos, con el fin de que los dedos opriman la tecla adecuada. ¿sería posible poder interceptar dichos impulsos eléctricos, ya sea en la forma original en que la información llegó hasta el cerebro o en la maravillosamente metamorfoseada forma en que aquéllas continúan hasta la mano?

A través de los huesos somos ya capaces de introducir sonidos por medio de los conductos nerviosos de las personas sordas que, de ese modo, pueden llegar a oír. De la misma manera ¿no sería posible aprender a introducirlos sin el torpe proceso de transformar, en primer lugar, las vibraciones eléctricas en vibraciones mecánicas y posteriormente convertirlas de nuevo en vibraciones eléctricas? Por medio de un par de electrodos situados en el cráneo de una

persona, somos capaces de crear gracias al electroencefalógrafo representaciones gráficas de tinta sobre papel que guardan cierta relación con los fenómenos eléctricos que tienen lugar en el interior del cerebro. Es verdad que todavía tales representaciones gráficas nos resultan ininteligibles, excepto cuando indican graves disfunciones en los mecanismos del cerebro, pero ¿quién se atrevería a establecer límites respecto al punto al que esta técnica podría llegar en un futuro?

En el mundo exterior todas las formas de inteligencia, ya estén relacionadas con la vista o con el oído, han sido reducidas a variaciones de corriente recorriendo un circuito eléctrico para ser así transmitidas a puntos lejanos. En el interior del ser humano se observa el mismo proceso. Por consiguiente, ¿Estaremos siempre obligados a pasar por el proceso intermedio de la transformación hacia movimientos mecánicos cada vez que queremos pasar de un fenómeno eléctrico a otro? Este es un pensamiento muy sugerente pero a duras penas garantiza una predicción que mantenga el contacto con lo real e inmediato.

Presumiblemente, el espíritu humano se elevaría enormemente si fuese capaz de revisar su oscuro pasado y de analizar más completa y objetivamente los problemas presentes. La raza humana ha creado una civilización tan compleja que le resulta indispensable mecanizar por completo sus archivos si desea llevar toda su experiencia a su conclusión lógica en vez de quedarse bloqueado por sobrecargar su limitada memoria. Sus excursiones conceptuales podrían resultar más placenteras si pudiese recuperar el privilegio de olvidar todas esas cosas que no necesita tener a la mano inmediatamente, sin renunciar a la seguridad de poder encontrarlas en el momento en que las considerase útiles.

La ciencia aplicada ha permitido al ser humano construirse hogares bien equipados, y le están enseñando a habitarlos saludablemente. Pero también ha puesto a su alcance la posibilidad de enfrentar entre sí a muchedumbres con crueles armas de destrucción. Ella también puede concederla la capacidad de abarcar la vasta memoria compilada y con ello crecer en la sabiduría creada durante toda la experiencia del género humano. Es posible que pueda perecer en un conflicto global antes de aprender a utilizar tan vasto archivo para su propio bien, pero interrumpir repentinamente este proceso, o perder la esperanza del beneficio en sus resultados, parecería ser un paso especialmente desafortunado en la aplicación de la ciencia a los deseos y necesidades del ser humano.

V. B.

*Traducción y comentarios: Juan Voutssás.*

Publicado originalmente como: Bush, Vannevar. "As We May Think". En: The Atlantic Montly. July 1945; Volume 176, No. 1; pp. 101-108.