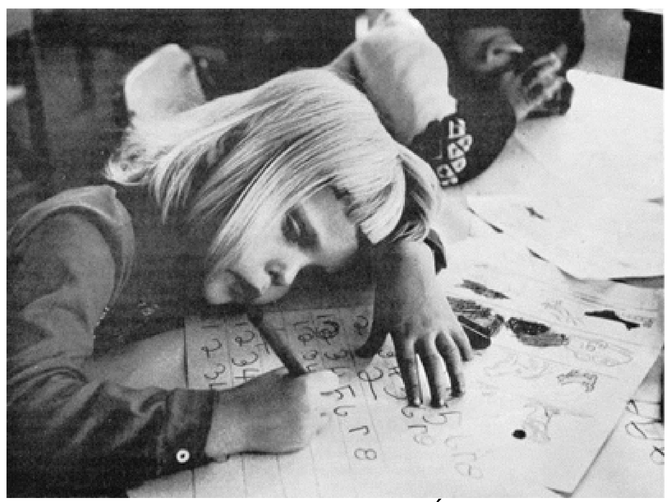
Capítulo 1
Los números: un largo recorrido desde uno hasta cero

Contenido:

1.1 Introducción
Piensan los radioastrónomos que, algún día, uno de sus colegas experimentará la enorme sensación de recibir el primer mensaje procedente de seres inteligentes radicados en otro planeta o en otra estrella. ¿Y cómo descifrarán el mensaje? ¿Pero qué podrían decir que entendiéramos, estos seres diferentes de nosotros en sus orígenes y evolución, y probablemente también en su estructura biológica? Después de ponderar el problema, los científicos han concluido que el tipo de mensaje con mayor probabilidad de tener sentido en cualquier forma de vida inteligente, en cualquier parte, sería matemático.


INICIACIONES MATEMÁTICAS.
Una atenta alumna de primer grado se esfuerza en aprender las formas de los números. Durante este proceso repite las etapas primitivas del desarrollo matemático del hombre: después de aprender a contar, inventó las palabras para los números, y más tarde los símbolos numéricos.

Una raza adelantada extraterrena podría transmitir un simple fragmento de aritmética en clave, por ejemplo, y seguir repitiéndolo como tipo de señal de llamada. «Bip, bip-bip, bip-bip-bip» podría significar «Contando, uno, dos tres». «Punto-raya-punto» -pausa- «punto-punto» podría significar «Uno más uno igual a dos.» Una vez que se hubieran captado y reconocido signos sencillos de esta clase, se podrían intercambiar grupos enteros de hechos matemáticos y de fórmulas a fin de establecer un vocabulario básico para una comunicación posterior.
En el Observatorio Nacional de Radio en Green Bank, Virginia Occidental, los radioastrónomos han dirigido antenas gigantescas en forma de disco en dirección a dos estrellas remotas, Tau Cita y Épsilon Eridani, a fin de escuchar «bips» matemáticamente organizados. El que este esfuerzo haya sido efectuado con toda seriedad subraya una cualidad de universalidad en las matemáticas que todo el mundo siente, pero nadie sabe cómo definir. Muchos de los grandes pensadores de la humanidad, intoxicados por este algo indefinible, han decidido que las matemáticas representan la verdad absoluta. «Dios siempre hace geometría», dijo Platón. «Dios siempre hace aritmética», repitió el prusiano del siglo XIX Carl Gustav Jacob Jacobi. En nuestra misma época, el

físico británico sir James Jeans ha declarado: «El Gran Arquitecto del Universo empieza ahora a revelarse como un matemático puro».
Hoy, aunque los matemáticos afirman la universalidad de su disciplina, muchos niegan que posea categoría de verdad absoluta. De hecho, una de las definiciones favoritas de las matemáticas es la aguda síntesis de Bertrand Russell: «La ciencia de la que nunca sabemos a qué nos referimos ni si lo que decimos es cierto». Esta definición no refleja modestia alguna, sino una jactancia tan orgullosa como jamás hiciera el hombre. En efecto, estos matemáticos dicen que su trabajo puede aplicarse al universo y a nuestro mundo debido a que lo diseñaron para que fuese aplicable a todo posible mundo y universo que pudiera imaginarse dentro de unas líneas lógicas. Dicen que las matemáticas llegan a un grado tal de sofisticación final que ya no importa la verdad o falsedad de cualquier premisa dada. Lo que importa, dicen, es que la premisa esté razonada correctamente hasta su conclusión. Utilizando este criterio, un matemático podría suponer a ciegas que la luna está hecha de queso verde, y argumentar a través de una serie de premisas hasta llegar a la conclusión de que los astronautas deberían llevar galletas «crakers».
Las matemáticas no constituyen tanto un cuerpo de conocimiento como un tipo especial de lenguaje, tan perfecto y abstracto que es de esperar sea comprendido por seres inteligentes en todo el universo. La gramática del lenguaje -su adecuada utilización- viene determinada por las reglas de la lógica. Su vocabulario está formado por símbolos tales como:

- cifras para los números
- letras para los números desconocidos
- ecuaciones para las relaciones entre números
- π para la relación entre la longitud de la circunferencia y su diámetro
- sen (para el seno), cos (para el coseno) y tan (para la tangente) para las relaciones entre los lados de un triángulo rectángulo;
- $\sqrt{\ }$ para una raíz cuadrada
- ∞ para el infinito;
- $\sum$, $\int$, ∂ y $\rightarrow$ para otros conceptos de las matemáticas superiores.

Todos estos símbolos ayudan muchísimo al científico, ya que sirven para abreviarle su pensamiento. Para los muchos no versados, no obstante, hacen que las matemáticas parezcan, más que una lengua universal, una barrera lingüística entre «dos culturas».
Sólo una parte del vocabulario de las matemáticas ha sido seleccionado por la ciencia. El resto -y toda su gramática- permanece en la esfera del pensamiento general humano. En realidad, las matemáticas pueden relacionarse tanto con la filosofía, la economía, la estrategia militar, la composición musical, la perspectiva artística y los juegos de salón como con la física atómica. Se comprende que quien esté instruido en matemáticas pueda amarlas con tanta efusión como un apasionado del ballet, de la plata fina, de las antigüedades o de cualquier otro adorno de la civilización.
Debido a su aspecto estético y a su total falta de relación con la práctica, las matemáticas puras pueden parecer el logro más absurdo jamás imaginado por los soñadores. Pero incluso algunas ramas de las matemáticas que hasta hace poco se consideraban inútiles, hoy han adquirido una importancia vital para los industriales, los generales y los planificadores gubernamentales. Nuestra civilización apenas existiría sin las leyes físicas y las técnicas intelectuales desarrolladas como producto conjunto con la investigación matemática. Nadie puede saldar su talonario de cheques sin hacer uso de la aritmética inventada por los antiguos mesopotámicos e hindúes. Nadie puede construir una pared sin utilizar las técnicas de medición geométrica creadas por los matemáticos egipcios. Fueron los pioneros griegos de la geometría quienes concibieron la idea que la tierra podría tener la forma de una esfera. Las matemáticas clásicas, al ser rescatadas del olvido de la Edad de las Tinieblas, favorecieron la propagación del espíritu aventurero de la era de Colón. Los hombres que forjaron la Revolución Industrial pusieron su confianza en las máquinas y en las investigaciones de Galileo y Newton. Hoy en día, la investigación atómica descansa en gran parte en la Teoría de la Relatividad de Einstein, quien a su vez utilizó las abstrusas especulaciones matemáticas del siglo XIX.
Los dos pilares de las matemáticas de la Antigüedad fueron la aritmética, la ciencia de los números, y la geometría, la ciencia de las formas y de las relaciones espaciales. A través de los siglos la aritmética fue ampliada por el álgebra, la cual suministró una notación abreviada para resolver los problemas en el supuesto de que hubiese cantidades desconocidas. En el siglo XVII, la aritmética y el álgebra se unificaron con la geometría en la «geometría analítica», la cual suministró una técnica para representar los números

como puntos en un diagrama, para convertir las ecuaciones en formas geométricas y para convertir las formas geométricas en ecuaciones. La aproximación analítica de esta nueva geometría, aclarando una rama de las matemáticas en función de otra, abrió el camino a disciplinas de matemáticas superiores resumidas en la palabra «análisis».

CUATRO SÍMBOLOS FAMILIARES ESCRITOS EN ESTILO ANTIGUO.
Desde la primitiva Babilonia los matemáticos han ahorrado tiempo y esfuerzos al sustituir los símbolos por palabras. Entre dichas creaciones abreviadas se encuentran nuestros guarismos y los breves signos +, -, ×, : que utilizamos para indicar suma, resta, multiplicación y división. Estos cuatro cálculos son relativamente nuevos en la historia matemática. Abajo aparecen algunas formas primitivas de representarlos.

LA SUMA
El calculista del Renacimiento, Tartaglia utilizó la primera letra del italiano «piu» (más) para representar la adición. El signo + es una forma taquigráfica del latín «et» (y).

LA SUSTRACCIÓN
Este signo menos fue utilizado en los tiempos griegos por Diofanto. Nuestro símbolo de sustracción puede derivar de una barra que utilizaban los comerciantes medievales.

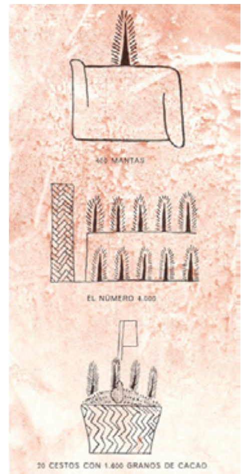
LA MULTIPLICACIÓN
Nuestro signo x, basado en la Cruz de San Andrés, se conoció cuando el signo representado fue utilizado por Leibniz en la Alemania del siglo XVIII

LA DIVISIÓN
En la Francia del siglo XVIII J. E. Gallimard utilizó esta D invertida para la división. El signo que utilizamos puede provenir de la línea fraccionaria adornada por dos puntos

El primer descendiente del análisis fue el cálculo, un sistema para analizar el cambio y el movimiento en función de puntos o números unidos en una sucesión continua. Esto permite a los científicos solucionar problemas de dinámica: comprender las ondulaciones de una onda, la trayectoria de una estrella errante. El cálculo continúa siendo un patrón para los tecnólogos cuando diseñan coches y cohetes.
Volver

1.2 Jugadores, contadores de votos y átomos
Muchos científicos creían, cuando el cálculo empezó a utilizarse por primera vez, que les permitiría finalmente predecir el comportamiento continuo de todo objeto en movimiento. Pero en la misma época aproximadamente, mediante el estudio de los juegos de azar, los matemáticos descubrieron las leyes de la probabilidad que recordaron la creciente incertidumbre que acecha prácticamente a toda sucesión de hechos. En la actualidad dichas leyes sirven para facilitar el cálculo de lo que debe pagar un hombre de cincuenta años por una nueva póliza de seguros. Hacen posible que los contadores de votos puedan hacer una predicción exacta del resultado de las elecciones. Y se utilizan en los experimentos atómicos para valorar estadísticamente tipos de distribución de la descarga que efectúan los millones de invisibles partículas subatómicas cuando dan en el blanco en el fondo de un desintegrador de átomos.
Por medio de ecuaciones muy complicadas descubiertas a partir del cálculo y de la geometría analítica, los matemáticos concibieron formas geométricas fuera del alcance de nuestra vista: formas de un número cualquiera de dimensiones. También concibieron espacios de infinitas dimensiones para hacer encajar las formas. El concepto de espacio de más de tres dimensiones se ha tornado fundamental para las ideas acerca de la relatividad y el universo.

SÍMBOLOS NUMÉRICOS PRECOLOMBINOS. Los aztecas de México del siglo XV representaban los objetos cotidianos con pinturas que a menudo incluían símbolos numéricos. Un símbolo común, una espiga orlada, significaba el número 400. Una espiga sobre la pintura de una manta (arriba) significa «400 mantas». Diez espigas (medio) significaban el número 4.000. Las espigas del cesto (abajo) indicaban 1.600 granos de cacao; la bandera colocada sobre las espigas significaba 20 cestos



También ha servido para la solución de difíciles problemas referentes a campos eléctricos y magnéticos del complicado mecanismo de los computadores y de los aparatos de televisión. En la época actual los geómetras están alcanzando una abstracción todavía mayor de su arte a través de la «topología», el arte de analizar aquellas propiedades de una forma que permanecen inalteradas después de que ésta se ha contraído, alargado o retorcido.
Volver

1.3 La lógica de los ojos azules
Otros matemáticos han retrocedido para encontrar la inspiración entre las más elementales de todas las ideas matemáticas. Los «teóricos del número» han vuelto a los primeros pasos, los más falaces, por los que contamos, y reiteradamente han llegado a la conclusión de que los enteros son los más engañosos, estimulantes y divertidos de los temas que estudian las matemáticas. Incluso los procesos fundamentales del propio pensamiento han pasado a ser objeto de la exploración matemática. Los significados de los nombres y de los verbos utilizados en el razonamiento humano habitual, dicen los matemáticos, están sujetos a diferentes interpretaciones: ¿por qué no reemplazarlos por símbolos numéricos precisos y por operaciones concretas tales como la suma y la multiplicación? Si tal se hiciera, se lograría hacer desaparecer la ambigüedad de la interpretación. Los que proponen «esta lógica simbólica» han buscado ansiosamente la manera de reducir todos los objetos de estudio humano a «conjuntos» y «grupos», colecciones de pensamientos o de cosas que van enlazadas lógicamente, tales como «todos los ojos azules» o «todas las señoras que conducen». Y han tratado de encontrar caminos estrictamente lógicos para no hacer comparaciones odiosas al relacionar los elementos de un conjunto o de un grupo con los de otro.
Las distintas clases de matemáticas arriba esbozadas constituyen los montes principales de estas cordilleras. Las ramas de la geometría comprenden la proyectiva, la afín, la euclidiana y la de Riemann; las del álgebra incluyen la de Banach, la de Boole y la conmutativa. Todas estas ingeniosas creaciones del pensamiento no tan sólo tienen aplicación en la vida cotidiana, sino que en cierto sentido emanan de la vida misma. Cuando un indio del Amazonas dispara una flecha envenenada a un mono que está en la copa de un árbol, intuitivamente está juzgando la trayectoria de un proyectil que podría ser estimada más exactamente a través del análisis y de las leyes del movimiento. Cuando aceleramos el coche, arriesgamos la vida por una estimación precisable por medio del cálculo.
En la actualidad apenas existe actividad humana o proceso del pensamiento que los matemáticos no hayan intentado reducir a sus elementos esenciales. Como resultado de esto, las matemáticas han seguido desarrollándose. Sus grandes obras son revisadas continuamente y puestas en términos más simétricos, generales y precisos. Esta revisión sin fin ha contribuido a evitar que las matemáticas, incluso después de unos 6.000 años de desarrollo, llegaran a ser voluminosas y dispersas. Hasta hace un siglo, un matemático dotado podía confiar en dominarlas con bastante detalle; incluso en la actualidad, un estudiante puede obtener una visión de conjunto bastante representativa, a fin de elegir una especialidad.
Inevitablemente el lenguaje de las matemáticas ha pasado a ser mucho más útil y difícil que cualquiera de las lenguas habladas. Los niños tienen una mayor oportunidad que los adultos para familiarizarse con él.

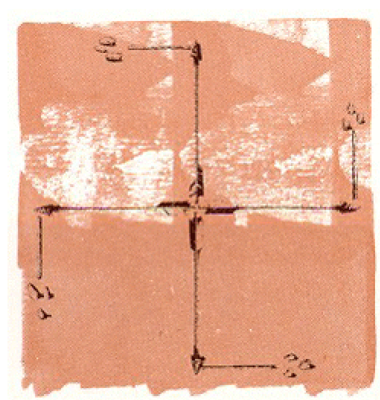
Más de un padre puede mirar desdeñosamente a su hijo que está en la escuela elemental y que está familiarizado con parte de la terminología e ideas de la lógica simbólica, pero el hecho es que básicamente los nuevos conceptos de las matemáticas superiores son a menudo mucho menos difíciles que las ideas del último curso de aritmética elemental. Un grupo de matemáticos franceses que trabajan bajo el pseudónimo colectivo de «Nicholas Bourbaki» demostraron este punto hace algunos años cuando emprendieron una descripción enciclopédica de todas las matemáticas y encontraron que habían dedicado 200 páginas para el concepto, aparentemente inocente, del número «uno».
Mientras que ambas técnicas pedagógicas y de solución de problemas pueden a menudo simplificarse, los fundamentos abstractos nunca pueden ser expresados en forma fácil. Hace unos 2.300 años, se dice que Ptolomeo I pidió al matemático griego Euclides una explicación rápida de la geometría. La respuesta fue áspera: «No hay en la geometría camino especial para los reyes». La respuesta de Euclides sigue siendo válida. Los profesionales que se han adentrado por este camino, naturalmente, sienten una mezcla de superioridad y de impotencia hacia todos los Ptolomeos preguntones de la actualidad.

$$\lim_{\Delta x_i \to 0} \sum_{i=1}^{m} f(x_i)\Delta x_i$$

Afortunadamente, de la misma forma que no es necesario llegar a hablar con fluidez la lengua de un país para apreciar el carácter de su pueblo, tampoco es necesario ser capaz de decir a un matemático -o incluso pronunciarlo correctamente- para poder apreciar las ramas principales de su disciplina, a saber de qué tratan, por qué emocionan y tienen valor, y cómo han llegado a tener existencia.

CONTADOR PRECOLOMBINO
Las cuentas en el Imperio Inca del Perú (siglos XII a XVI las llevaba el denominado «gran tesorero». Utilizando un ábaco con granos de maíz (abajo), trasladaba después sus resultados a una larga cuerda. Los nudos hechos en los cordeles hacían posible tener un registro permanente de los impuestos, los gastos y las estadísticas vitales.

Las matemáticas empezaron con la invención de los números para contar. La necesidad de contar del hombre prehistórico era limitada, como podemos apreciar a través de sus últimos descendientes, los hombres de las tribus supervivientes de la Edad de Piedra en Australia, Nueva Guinea y Brasil.



UN SISTEMA PRIMITIVO DE CONTAR
Esta svástica rudimentaria trazada en el suelo representa el número 21 en la forma que lo «escriben» los pueblos indios del Sudoeste de los Estados Unidos. Cada una de las cuatro flechas en la svástica vale 1. El «místico centro» en donde se encuentran las flechas vale 1. Cuatro flechas, 1 centro místico, 4 palos y 12 guijas igual a 21. Los otros números se construían utilizando guijas, flechas y palos en una diversidad de combinaciones distintas.

Muchos no tienen nombres para los números superiores al dos o al tres. En parte, sin duda alguna, la razón es que viven en pequeños grupos familiares y son pobres en posesiones. Probablemente, también tienen pocas palabras para representar grupos. Algunos son botánicos instintivos que pueden reconocer y nombrar cientos de distintas especies de árboles, pero no tienen una palabra genérica para el árbol mismo. Un jefe indio del Brasil es probable que reaccione con desdén a la pregunta «¿cuántos?» Si se le presiona, normalmente recurre a un brujo -los antropólogos, por cierto, llaman a este hombre un «numerador»- para que invente nombres de números compuestos a partir de 1, 2, 3, y los recite después de cada objeto que el jefe enumere.

Al retirarse los glaciares hace unos 10.000 años, originando un cambio de clima, los hombres que habían sido cazadores nómadas de la Edad de Piedra se reunieron paulatinamente en los valles del Nilo, Tigris y Éufrates y se dedicaron a la agricultura. Inmediatamente el campesino individual afrontó el problema de tener en cuenta los días y las estaciones, de saber cuándo tenía que plantar y la cantidad de grano y semilla que debía guardar, de pagar las deudas sociales llamadas impuestos y dejar una herencia equitativa de tierra a sus hijos. Todos estos incidentes hicieron preciso que se diera nombre a los números y que se elaborara la operación de contar más allá de las nociones de «uno» y «muchos».

Volver

1.4 Los dedos de la mano, los del pie y las antiguas veintenas

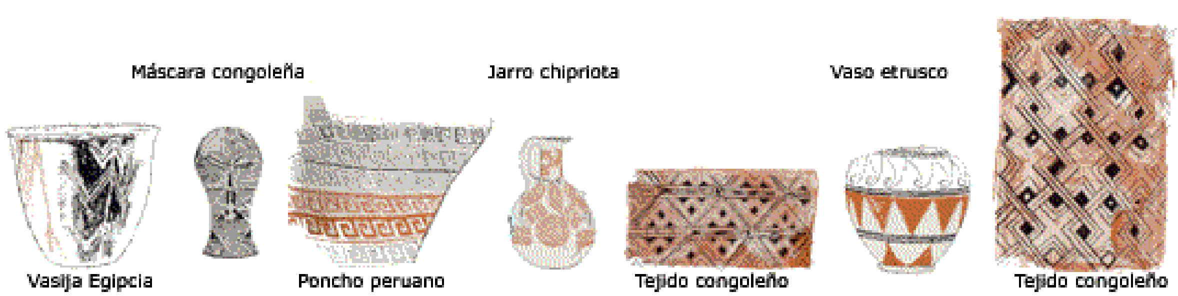
Algunas tribus antiguas, según se cree, utilizaban una base de dos para contar: 1, 2, 2-1, 2-2, 2-2-1, etc. Otras utilizaban una base de 3: 1, 2, 3, 3-1, 3-2, 3-3, 3-3-1, etc. A medida que se convertían en campesinos y constructores, las gentes más avanzadas aumentaron su límite básico para contar. Muchos utilizaron sus propios dedos de la mano y del pie como instrumentos de cálculo, contando así hasta 20. Los sistemas de numeración con base 20 están todavía presentes en las palabras francesas de 80 y 90, «quatre-vingt» y «quatre-vingt-dix», que significan «cuatro veintes» y «cuatro veintes y diez», y en la libra inglesa de 20 chelines.

(El tradicional sistema británico, con sus medio penique, penique, tres peniques, seis peniques, chelines, medias coronas, libras y guineas, es un sistema de ½ -1-3-6-12-30-240-252, una mezcla de varios sistemas arcaicos que el Parlamento decidió abandonar en 1967.)

Cualquiera que fuera el sistema que utilizaran para contar, parece ser que los comerciantes de las primeras civilizaciones utilizaron guijas amontonadas en el suelo para representar los números contados.

Probablemente de este método derivó el mecanismo de cálculo conocido por ábaco, que todavía se utiliza como un instrumento común en los bazares de Teherán a Hong-Kong. El ábaco puede haber empezado como una especie de pote de póquer en el que una clase determinada de fichas debía representar el 1, otra el 10, otra el 100. Con el tiempo, se desarrollaron distintos tipos de ábaco. Algunos estaban organizados mecánicamente de forma tal que las fichas de uno se deslizaban por una barra, las fichas de 10 por otra, las fichas de cien y de mil en una tercera y una cuarta.

La destreza en el uso de las fichas de cálculo para los cálculos financieros puede haber retrasado la perfección de los números escritos.



EL INSTINTO DE LA GEOMETRÍA

El arte primitivo muestra claramente que los hombres con pocos conocimientos matemáticos pueden tener un sentido innato de la geometría. Los recipientes egipcios, chipriotas y etruscos datan de antes de Cristo. Las máscaras contemporáneas y tejidos hechos por las tribus del Perú y África tienen una forma precisa y audaz.

Y fue a partir del desarrollo de las anotaciones escritas para los números de donde brotaron las ideas de la aritmética y álgebra modernas. Una de las formas más elementales de escribir los números la conservamos en los números romanos I, II, II, IV, V, VI, etc. Básicamente es una técnica según la cual cada número se expresa como la adición o sustracción de unos cuantos símbolos básicos. Utilizamos un sistema similar cuando anotamos los resultados a través de |, ||, |||, ||||.

Se cree que los símbolos escritos, para los números que utilizamos en la actualidad, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9, deben su origen a los hindúes. Se idearon para un método de cálculo de base 10, o «decimal», denominado así a partir de la palabra latina décima, que significa diez o diezmo. La forma en que unimos nuestros números parece bastante simple, pero de hecho es el resultado artificioso de siglos de desarrollo, lo que los matemáticos denominan una «notación posicional». En este sistema la posición de cada dígito en una sucesión de números determina su valor. Los números mayores de uno están separados de los números menores (las fracciones) por una coma decimal. A la izquierda de la coma, el primer dígito vale lo que representa; el dígito siguiente vale diez veces su valor representativo; el dígito siguiente cien veces; el siguiente mil veces su valor, y así sucesivamente. A la derecha de la coma, el primer dígito vale 1/10 de su valor; el dígito siguiente, 1/100; el siguiente, 1/1.000, etc.

El número 8.765,4321, por ejemplo, significa:

$$8 \times 1.000 + 7 \times 100 + 6 \times 10 + 5 \times 1 + 4 \times 1/10 + 3 \times 1/100 + 2 \times 1/1.000 + 1/10.000.$$

Finalmente se inventó un sistema abreviado, el denominado «potencial», o «exponencial», mediante el cual el número 8.765,4321 puede expresarse también así:

$$8 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 5 \times 10^0 + 4 \times 10^{-1} + 3 \times 10^{-2} + 2 \times 10^{-3} + 1 \times 10^{-4}.$$

En el caso de 10^3 el número 3 indica la «potencia» y es otra forma de escribir 10 x 10 x 10, o sea 1.000. De manera parecida, se usan los exponentes negativos para denotar las fracciones decimales; así:

$$10^{-3} = 1/10^3 = 1/1.000.$$

Dentro de este sistema de potencias se plantea algunas veces la cuestión del significado de 10^0 ó 10 elevado a cero. De nuestra sucesión de cifras, 8.765,4321, resulta obvio que 10^0 se encuentra entre 10^1 y 10^{-1} o entre 10 y 1/10 y, por lo tanto, 10^0 se define arbitrariamente que es igual a uno. Esta simetría de los exponentes se extiende a otros números y, excepto el cero, todo número elevado a la potencia cero se define como igual a 1.

El sistema para contar que se utiliza en la actualidad -el sistema de notación posicional decimal, para designarlo con su nombre completo utiliza una base de 10. Pero en modo alguno está justificado que no escribamos en su lugar números con una base de 12 ó 20. Durante más de la mitad del transcurso de la civilización los científicos del mundo occidental escribieron sus fracciones por un sistema de notación posicional en una base diferente. Era un sistema «sexagesimal», sorprendentemente artificioso, de los antiguos mesopotámicos, a base del número 60.

A pesar que 60 es un número extraordinariamente grande para utilizarlo como la base de un sistema de notación, todavía lo utilizamos diariamente en nuestra división de la hora en 60 minutos, del minuto en 60 segundos, y en la del círculo en 6 veces 60°. Si un oficial de la marina dice a sus hombres que sincronicen sus relojes a las 5:07:09, saben que quiere decir nueve segundos y siete minutos después de las 5 en punto. Pocos serían capaces de descifrar el número antiguo de base 60, 579, por el que los mesopotámicos querían decir:

$$5 \times 60^2 + 7 \times 60^1 + 9 \times 60°;$$

pero si pudieran llegarían al número actual 18.429. Y esto es lo que 5:07:09 significa: exactamente 18.429 segundos después de medianoche.

El sistema de base 60 tenía un importante inconveniente derivado de su amplia base. Para representar cada número desde cero hasta 59, los mesopotámicos tuvieron que hacer frente a la situación de tener que idear 59 símbolos separados. Nadie, ni siquiera los amantes de los números, sumerios y babilonios, quienes habitaron en Mesopotamia a continuación, quisieron jamás aprender de memoria los 59 números. Para superar esta dificultad, los antiguos utilizaron combinaciones de dos símbolos cuneiformes, uno que representa al número 1, el otro que representa el número 10.

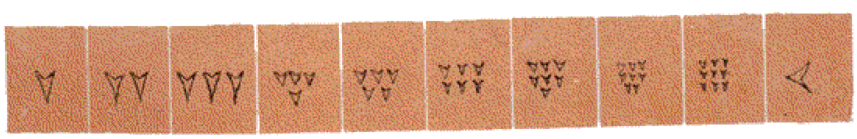
Volver

1.5 El esplendoroso 60

Con su única desventaja, el sistema de base 60 también tenía ciertas virtudes. El número 60 es divisible por 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30 y 60, mientras que 10 sólo es divisible por 1, 2, 5 y 10. Esto significa que los problemas de aritmética resueltos por el sistema 60 dieron resultados exactos con más frecuencia que el sistema de base 10. Lo que tal vez fue más importante para los mesopotámicos, que eran ávidos astrónomos, es que las base 60 encajaba bien con su división del año en 360 días.

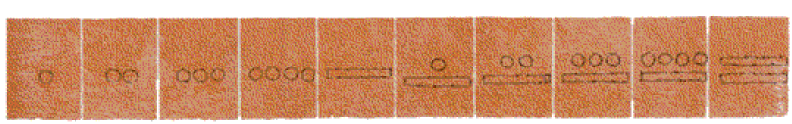
CÓMO EVOLUCIONARON LOS NÚMEROS. Los signos numéricos familiares de la actualidad derivan de la escritura hindú y de los numerales arábigos de la España musulmana, con posteriores refinamientos europeos. El punto redondo al final de ciertas columnas representa el símbolo del cero, cuya importancia reconocieron los árabes en una frase mordaz: «Cuando [al restar] no quede nada, escríbase el pequeño círculo de forma que el lugar no quede vacío».

El sistema 60 se originó con anterioridad al año 1700 a. de C. Las tablas cuneiformes de esa época muestran que por entonces ya era utilizado para las grandes hazañas del cálculo por parte de los matemáticos del reino de Hammurabi, rey-intelectual de Babilonia. Pero por aquel entonces no tenían ningún símbolo para el cero. Para indicar una posición vacía en una sucesión de números, dejaban un hueco. Pero como a menudo se olvidaban de hacerlo, a veces los números resultaban ambiguos.

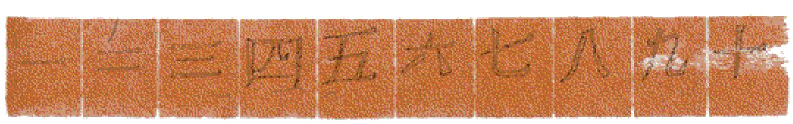


Numerales cuneiformes babilonios

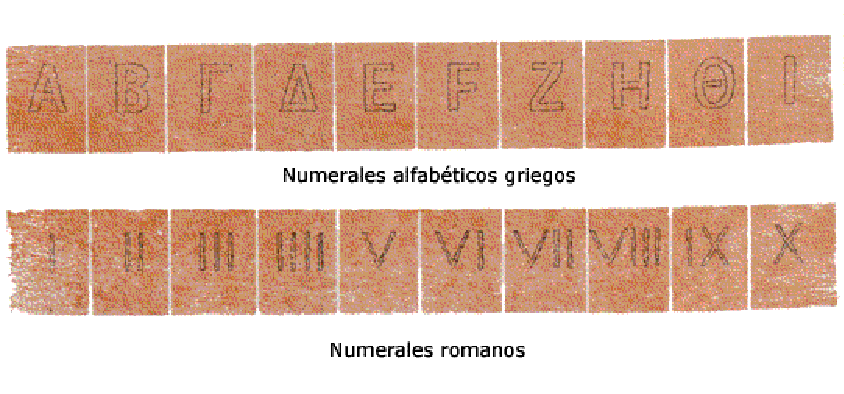
Numerales hieráticos egipcios



Numerales mayas



Numerales chinos modernos



SEIS FORMAS DE ESCRIBIR DEL 1 AL 10
La mayoría de las notaciones antiguas muestran la influencia de las primeras incisiones practicadas por el hombre. Los babilonios usaron el estilete sobre barro; la hierática egipcia, la pluma sobre el papiro; los mayas, palos y guijas; los chinos, la pluma sobre papel. Los signos numéricos griegos se formaron a partir de las letras de su alfabeto. Los signos numéricos romanos, se cree que derivaron del contar con los dedos.

Alrededor del año 300 a. de C., la era del siguiente grupo importante de tablas cuneiformes que han descubierto los arqueólogos, había aparecido un símbolo para el cero, una señal algo parecida a una W con los extremos elevados.
Durante este período los persas gobernaban Mesopotamia, y el sistema 60 mostraba un considerable desarrollo sobre su forma original. La naturaleza prodigiosa de lo que se había logrado puede estimarse echando un vistazo a una secuencia de cifras del sistema 60 de sólo cuatro lugares. Si, por ejemplo, los persas deseaban expresar el número cinco millones once mil ciento sesenta y siete, lo hacían así: 23,11,59,27 que significa

$$23 \times 60^3 + 11 \times 60^2 + 59 \times 60^1 + 27 \times 60^0$$
$$(4.968.000 + 39.600 + 3.540 + 27 = 5.011.167).$$

El sistema 60 sobrevivió a los mesopotámicos quienes lo adoptaron debido a que su notación posicional continuó, durante siglos, siendo la única existente. Los astrónomos griegos lo utilizaron para registrar, en forma posicional, las fracciones que resultaban de la representación del firmamento. Los griegos y los hindúes también utilizaron el sistema 10, pero sólo para simples operaciones de contar. Las letras del alfabeto griego e hindú sirvieron de símbolos para los números decimales.
Después, probablemente alrededor del año 500, algún hindú ideó una notación posicional para el sistema decimal. Los hindúes abandonaron los ya innecesarios símbolos escritos que habían utilizado para los números mayores de 9 y estandarizaron los símbolos de los nueve primeros. Aunque modernizados posteriormente, estos nueve símbolos constituyen lo que hoy conocemos por números del uno al nueve. El signo para el cero no se obtuvo hasta que se desarrolló la notación posicional.
El primer gran popularizador de esta notación fue un matemático árabe, al-Khowarizmi de Bagdad, quien alrededor del año 825 escribió un libro sobre los números indios en el que recomendaba la nueva técnica a los matemáticos y comerciantes del resto del mundo. Los nuevos números tardaron dos siglos en llegar a España, donde fueron reconstituidos en una escritura moderna reconocible a la que se conoce por guarismos de Ghobar, denominados así, según se cree, debido a la palabra árabe «polvo», o arena, ya que ocasionalmente se utilizaba una especie de caja de arena para contar. A finales del siglo XIII el gobierno de la ciudad de Florencia estaba dictando leyes contra el uso de los primeros guarismos decimales a fin de proteger a los honrados ciudadanos de las fáciles alteraciones, que los falsificadores de billetes de Banco, por ejemplo, podían realizar en los números 0, 6 y 9. Por la misma época la nueva técnica para escribir números llegó a Inglaterra con el *Crafte of Nombrynge*.
Volver

1.6 El triunfo de la base decimal
El sistema de notación posicional de base 10 se impuso finalmente sobre los anteriores sistemas debido a que los comerciantes europeos lo adoptaron. Es muy probable que los expertos árabe-indios de los

despachos de las empresas navieras más importantes de Génova y Hamburgo encontrasen que podían hacer las cuentas más rápidamente que los colegas que se especializaban, por ejemplo, en los números romanos. En el entusiasmo de los hombres de negocios no participaron inicialmente los científicos y eruditos. Los círculos cultos continuaron apoyándose en el viejo sistema de base 60.

Nuestro propio sistema para designar las fracciones decimales -$0,23 para 23/100 de un dólar, o 0,365 para el promedio de «battings» de un jugador de base-ball- hemos de agradecerlo a ciertos pensadores, tanto de Asia como de Europa. Uno de éstos fue al-Kashi, que en el siglo XV era director del Observatorio Astronómico de Samarcanda, fundado por Ulugh Beg, nieto de Tamerlán el Conquistador. Al-Kashi fue uno de los primeros matemáticos en darse cuenta que los exponentes podían utilizarse en el sistema de base 10 así como en el de base 60. Un alemán del siglo XVI, Cristoff Rudolff, elaboró una explicación aclaratoria más avanzada. Después un belga, Simon Stevin, presentó el primer tratamiento sistemático de las nuevas fracciones decimales en una obra orientadora denominada La Disme («El arte de los Dieces»). El punto decimal en la forma en que lo conocemos apareció por primera vez en 1617 en el libro de un escocés, John Napier.

Incluso hoy en día, con todos nuestros conocimientos, sería temerario pensar que ya hemos solucionado nuestro sistema de cálculo. Hay algunos ateos inconvertibles, que no son de carne y hueso: los «robots» o máquinas de cálculo. Estas criaturas del genio humano funcionan por medio de interruptores eléctricos que pueden estar o bien «cerrados» o «abiertos». Como resultado de esto sólo pueden contar dos números: « 1 al estar abierto y 0 al estar cerrado». Por lo tanto, cada vez más el hombre moderno se apoya en un sistema de aritmética de base 2 o binario.

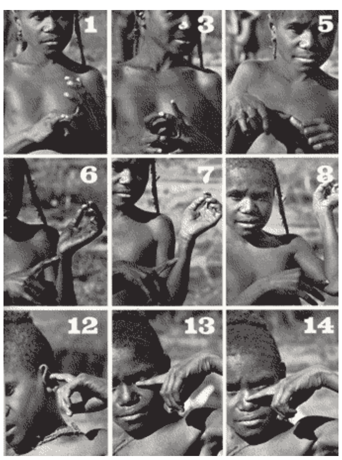
Irónicamente, en el momento en que oigamos el primer «Bip, bip-bip, bip-bip-bip» desde un planeta, puede que retrocedamos a la simplicidad de un aborigen, pero podremos añadir la comprensión de un Einstein.

Volver

1.7 Ensayo Gráfico

El cálculo: desde los dedos hasta los cerebros hechos por el hombre

La operación de contar es un proceso intrincado; de todos los seres de la tierra sólo el hombre puede hacerlo.



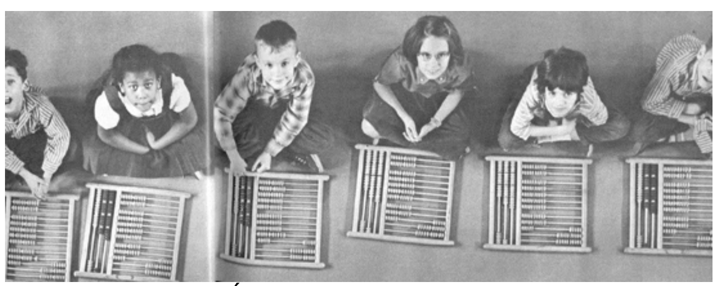
EL CALCULO PRIMITIVO
Usando los dedos y otras partes del cuerpo, un niño de la tribu Sibiller, Nueva Guinea, cuenta hasta 27. Utiliza su índice derecho para señalar los dedos de la mano izquierda (1-5), después su muñeca izquierda, antebrazo, bíceps, clavícula, hombro, oreja y ojo (6-13). La nariz es el 14. Señalando con su índice izquierdo, desciende del ojo hasta el meñique para los números 15 al 27.

Los primeros hombres probablemente formaron números con sus dedos, como todavía lo hacen algunos pueblos primitivos. A medida que la sociedad iba evolucionando, el hombre tuvo que hacer cálculos bastante complicados que comprendían resta, multiplicación y división, y los medios de que se valió progresaron más.

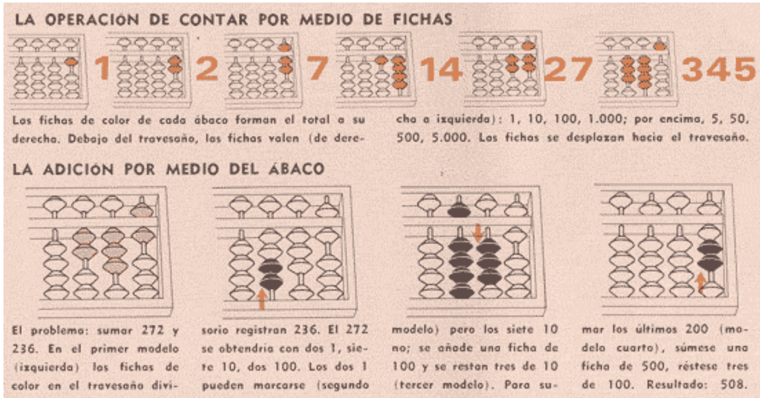
EL ÁBACO EN EL ORIENTE
Un japonés calcula por medio de fichas. El ábaco todavía es el computador más corriente en Asia. Algunos calculan más aprisa que los oficinistas con máquinas de sumar.

EL ÁBACO EN LA VIEJA EUROPA
A través de la mayor parte de la historia de Europa, aparece el ábaco. Un antiguo grabado representa a Boecio y a Pitágoras calculando con signos numéricos escritos y con el ábaco.

En la época de los antiguos griegos ya se utilizaban los calculadores mecánicos, y en los 2.000 años transcurridos desde entonces se ha desarrollado una colección de máquinas de cálculo cada vez más complicadas. La culminación fue el computador electrónico, ese maravilloso «cerebro» que puede resolver problemas matemáticos en una fracción de segundo. En realidad, puede haber algo de verdad en la exuberante afirmación del gran matemático-filósofo Augusto Comte: «No hay investigación que no sea finalmente reducible a un problema de números».



EL ÁBACO EN LA ESCUELA
Utilizan el «Abacounter» los alumnos de segundo grado en Columbus, Ohio. Las doce barras horizontales son para las unidades, y las tres verticales para los múltiplos decimales.

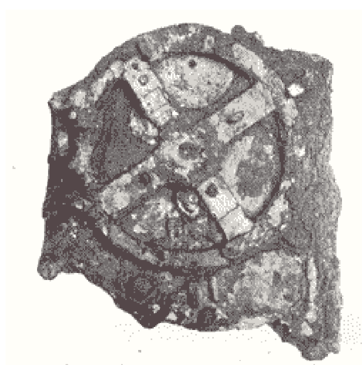


UN COMPUTADOR QUE HA RESISTIDO LA PRUEBA DEL TIEMPO
El ábaco (arriba) es una de aquellas raras invenciones que se transmiten de civilización en civilización. Puede ser que sucediera hace unos 5.000 años, en la antigua Babilonia, que el hombre descubrió por primera vez que si marcaba las cifras en un tablón cubierto de polvo podía contar más rápidamente que con los dedos. Este "tablón de polvo" se transformó en el "ábaco calculador" en el que se hicieron unas ranuras en el tablón y los pequeños discos que representaban los signos numéricos eran movidos a lo largo de las ranuras. Los chinos son probablemente los responsables del refinamiento que el ábaco tiene en la actualidad.

Volver

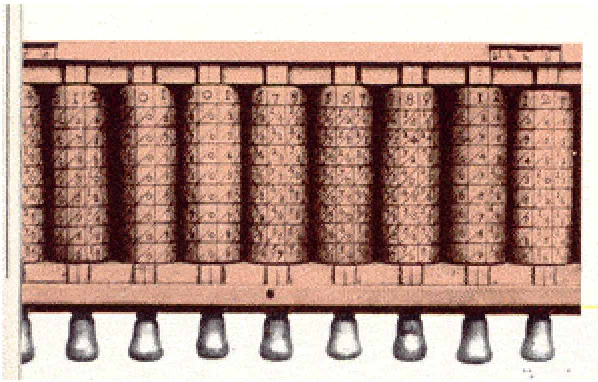
1.8 Maravillas mecánicas para acelerar el trabajo de cálculo

En 1900, los pescadores de esponjas griegos descubrieron el mecanismo corroído que había permanecido en el fondo del mar Egeo durante 2.000 años. La mayoría de los historiadores modernos quedaron sorprendidos al averiguar que este mecanismo provenía de un complejo computador con engranajes.



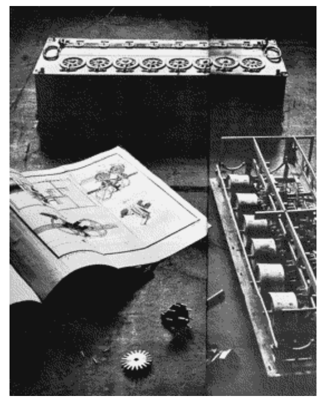
Parte de un antiguo computador

Los museos de computadores que posee la Humanidad están repletos de estos extraños ingenios. Varían desde el tamaño de un bolsillo de chaleco, como los Rodillos de Napier, al tamaño de una habitación, como el analizador diferencial y reflejan la necesidad de máquinas cada vez más perfeccionadas para facilitar los cálculos.



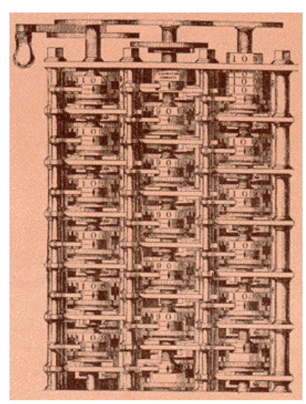
«LOS RODILLOS DE NAPIER»
El descubrimiento tan simple y barato de John Napier para multiplicar, conocido por «los rodillos de Napier», fue popular en la Europa del siglo XVII. Cada uno de sus círculos (arriba) contenía los dígitos del 1 al 9, con sus múltiplos en columnas debajo de ellos. La multiplicación se hacía al hacer girar los círculos en una forma determinada.

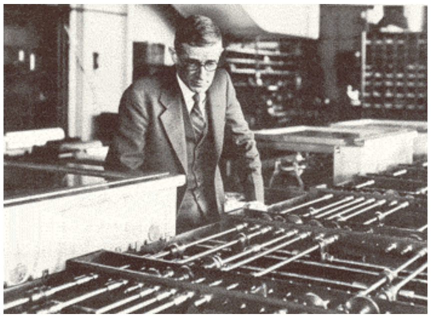
LA MAQUINA SUMADORA DE PASCAL
En 1642 el filósofo francés Blaise Pascal inventó la fantástica máquina para sumar y restar. Sus cilindros y sus engranajes (primer término) estaban encerrados en una pequeña caja (parte posterior). Las ruedas de la parte superior de esta caja correspondían a las unidades, decenas, centenas, etc. Cada rueda registraba de 0 a 9.



ADELANTADO A SU ÉPOCA
Charles Babbage, inventor inglés del siglo XIX, ideó su Máquina de Diferencias para calcular e imprimir tablas matemáticas. Fracasó debido a que sus piezas no pudieron mecanizarse.

EL MULTIPLICADOR DE BABBAGE
El elemento de cálculo (parte de éste se muestra en la figura) de la complicada máquina de Babbage para multiplicar, estaba formado por una serie de ruedas dentadas girando sobre ejes.





EL FINAL DE UNA ÉPOCA
El analizador diferencial que se muestra aquí junto con su inventor, el doctor Vannevar Bush, es un gigantesco computador moderno construido en 1930 en el MIT, para resolver ecuaciones diferenciales. Un modelo posterior, transición a la era de la electrónica, reemplazó muchos de los engranajes y de los ejes que se ven por interruptores eléctricos.

Volver

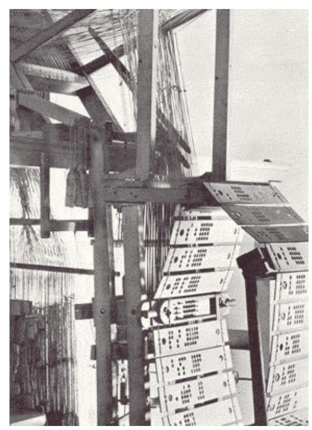
1.9 El maravilloso lenguaje del "sí o no" de las fichas perforadas

La ficha perforada, emblema de la época de los computadores electrónicos, fue inventada hace casi 250 años, al ser utilizada en un telar para acelerar el tejido de tela con dibujos. Pero las fichas perforadas realmente empezaron a tener importancia en 1890, cuando se utilizaron en un computador mecánico para poder manejar las cifras del censo de los Estados Unidos.

Hoy, la ficha perforada es un instrumento tradicional del computador electrónico. Los datos se registran en las fichas agujereándolas en lugares específicos. Estos agujeros son "leídos" por los computadores casi de la misma forma que el telar sigue a su plantilla de tejedura: la corriente eléctrica del computador atraviesa o no la ficha en determinado lugar, lo cual depende de si hay allí un agujero.

Puesto que el computador se limita a esta respuesta de si ha penetrado o no, los números que se introduzcan en él deben ser perforados en las fichas. Se han ideado códigos para las fichas perforadas incluyendo el código binario básico que funciona sobre el sistema de números binarios que se explica a continuación. Los números binarios están representados en las fichas por agujeros y espacios.

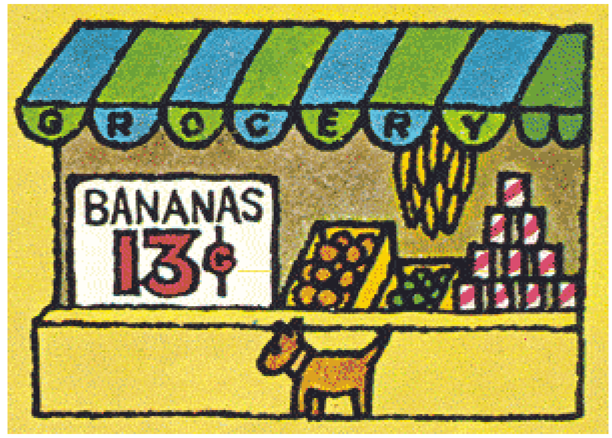
TEJIENDO CON FICHAS
En 1728 un ingeniero francés inventó este telar automático. Una cadena sin fin de fichas perforadas fue preparada para que girara pasando por las agujas del telar. Sólo las agujas que coinciden con los agujeros pueden penetrar y sus hilos forman el diseño.

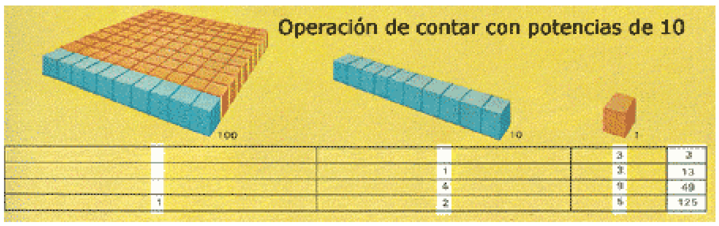


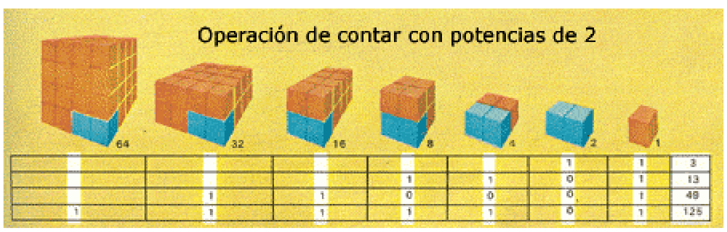
LA PERFORACIÓN A MÁQUINA
En 1890 Herman Hollerith, un ingeniero americano, había perfeccionado la primera máquina de preparación de datos para utilizar fichas perforadas. Los agujeros tenían que taladrarse uno a uno, pero en 1916 se patentó un invento para solucionar el problema.

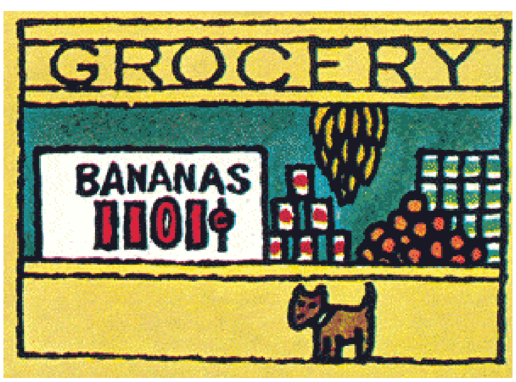
EL SISTEMA DECIMAL PARA CONTAR

El conocido sistema decimal para contar necesita solamente 10 símbolos, 0 y los dígitos 1 al 9, para escribir cualquier número por grande que sea. Todos los números en este sistema son construidos a base de bloques valorados en 1,10 y potencias de 10 (tales como 100, que equivale a 10 x 10; 1.000, que equivale a 10 x 10 x 10; etc.). Como puede observarse en la tabla situada debajo de los bloques, para construir el número 3 son necesarios tres bloques de uno. Para construir el número 13, del corte de la ventana de la tienda de comestibles del grabado, se requiere un bloque de 10 y tres bloques de 1; 49 requiere cuatro dieces y nueve unos. Todo número decimal es un resumen de los bloques que se requieren para construirlo.









EL SISTEMA BINARIO PARA CONTAR

El sistema binario utiliza bloques que valen 1, 2 y potencias de 2 (tales como 4, que es 2 x 2; 8, que es 2 x 2 x 2; etc.). Construir el número 3 con bloques binarios requiere un bloque 1 y un bloque 2, por lo tanto se escribe 11. Escribir el 13 en forma binaria para la tienda de comestibles requiere un bloque 8, un bloque 4, ningún bloque 2 y un bloque 1, escribiéndose así 1101. El número 49 precisa un 32, un 16, cero 8, cero 4, cero 2 y un 1, se escribe 110001. En el lenguaje del sí-o-no de los computadores electrónicos, cuando el sistema binario escribe 100 como 1100 100, realmente dice: «Un bloque de 64, sí; bloque de 32, sí; bloque de 16, no; bloque de 8, no; bloque de 4, sí; bloque de 1, no».

Volver

1.10 Computadores: Máquinas universales para la era electrónica

En 1946, el primer computador electrónico, el ENIAC de la Universidad de Pensilvania, hizo 1500 sumas en tres décimas de segundo. Pero lo que era velocidad de relámpago en el decenio de 1940, resulta lento en el de 1970, cuando algunos computadores podrían hacer cinco millones de sumas en ese mismo tiempo. El secreto radica en la electricidad que, a diferencia de los lentos engranes y palancas de los computadores mecánicos, pasa por microcircuitos de transistores casi a la velocidad de la luz. En los computadores digitales como el ENIAC o los del sistema 370 de la IBM, la información se transforma en códigos eléctricos. El código emplea el sistema binario, cuya notación de "unos" y "ceros" simulan el apagar y encender la corriente eléctrica.

Los computadores no sólo son notables por la rapidez con que hacen operaciones sencillas: también pueden realizar varias tareas en el mismo instante. Trabajando en terminales distantes, diferentes operadores pueden introducir información en la unidad de memoria o recibirla por líneas telefónicas arrendadas, mientras otros pueden resolver complicados problemas con el mismo computador.

Pero, aunque parezca sobrehumano, un computador no hace nada que no pudiera hacer un hombre, si tuviese tiempo. Todavía los seres humanos deben preparar los problemas antes que el computador pueda aplicar sus "procesos de pensamiento", descritos en las páginas siguientes.

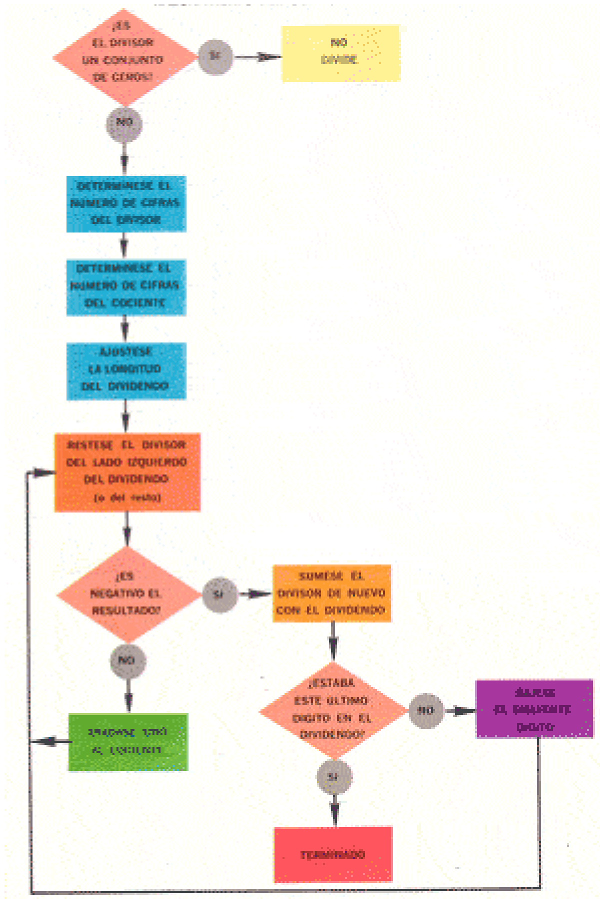
SOLUCIONES TODO EL DIA
En la sala de computadores del Centro de Sistematización de Datos del Condado de Nassau, Nueva York, un operador (derecha, primer término) da instrucciones a uno de los dos computadores del centro. La información se introduce por medio de lectores de fichas perforadas (izquierda, primer término) y conductores de cinta, como el de la izquierda, que atiende un empleado (camisa púrpura). Los datos se almacenan en datos o cintas de los muebles blancos (derecha). Las soluciones del computador aparecen en impresores como el del centro, a la izquierda, atendido por un ayudante (camisa amarilla). En otros puntos del condado hay otros terminales de entrada y salida. Para aprovechar toda su capacidad, la sala de computadores funciona las 24 horas del día, durante todo el año.

Volver

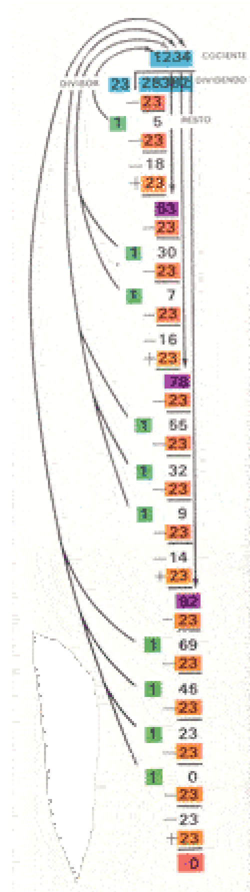
1.11 En un computador: división por medio de la sustracción

Un computador al que se le ordena que divida 28.382 por 23 tiene que seguir un camino de razonamiento que se le ha programado para realizar las operaciones aritméticas necesarias.

Para seguir el procedimiento se deben leer juntas las columnas de razonamiento y de operaciones aritméticas, paso a paso, haciendo coincidir los colores. Las operaciones aritméticas consisten en restar repetidamente el divisor, 23, del dividendo, 28.382. Estas restas se muestran a la derecha en forma de pequeños cuadros de color naranja. Cada vez que puede hacerse satisfactoriamente una sustracción, la máquina agrega un 1 (cuadros verdes) al cociente. Cuando ocurre que no es posible la resta, se borra y se agrega un nuevo 23 al resto negativo (cuadros naranja pálido), se registran en el cociente las unidades acumuladas y se inicia una nueva secuencia. Se baja un nuevo número del dividendo y se añade al resto; empieza de nuevo la resta. (Adviértase que las unidades que resultan de esta nueva secuencia se agregan al cociente un lugar más a la derecha.) Cuando se han bajado todos los números del dividendo y se han anotado todas las restas que han podido realizarse, el problema se ha terminado.



Razonamiento del computador



Operaciones del computador

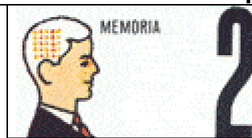
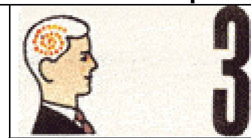
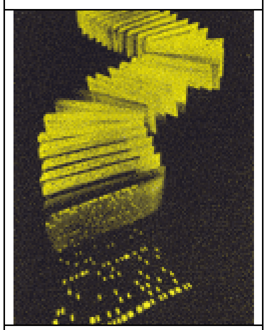
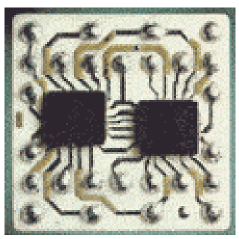
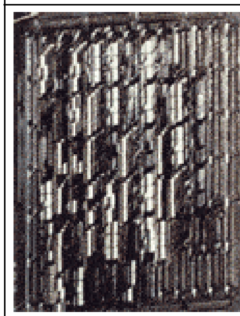
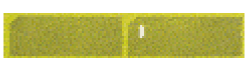
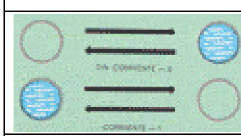
[Volver]()

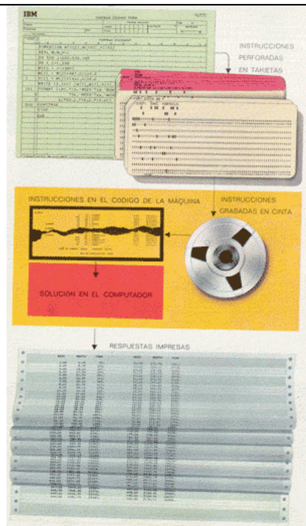
1.12 Instrucciones detalladas para guiar a un cerebro complejo

Todo problema que soluciona un computador debe primero ser descompuesto por un programador humano en pasos sencillos que pueda resolver la máquina con su lenguaje de sí o no. El programador escribe el problema en las palabras, numerales y símbolos del "lenguaje" del computador. Pero éste no puede aceptar -y menos resolver- el problema en esta forma. Se le puede representar con agujeros perforados en una ficha. La presencia o ausencia de un agujero indica la información: código Binario. Se transfiere el de las fichas a una cinta magnética, que indica la información mediante la presencia o ausencia de áreas magnetizadas, y la almacena para uso futuro. En los nuevos sistemas se puede prescindir de las fichas e introducir directamente la información en la cinta.

Antes de que pueda empezar el cálculo final, se necesita otra traducción. El computador tiene que convertir las instrucciones de la cinta magnética en su propio lenguaje especializado. Es una tarea puramente mecánica, para la que cada computador se ha programado una vez por todas. A la derecha, partes de la serie de instrucciones necesarias para resolver un problema. A la izquierda se diagrama simbólicamente cómo se realiza un proceso elemental en ese procedimiento: la división. Cada paso debe indicarse en detalle; se supone que cuando el divisor es cero no puede haber división, pero el computador no da nada por supuesto.

Las cuatro fases del "pensar" de un computador

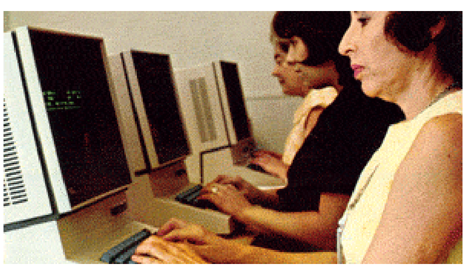
			
Al igual que el cerebro humano, al computador se le han de dar el problema y la información que necesita para solucionarlo. A esto se llama «alimentación».	Toda la información que un computador necesita para solucionar un problema y la forma de utilizar la información se almacena en las unidades de memoria.	El computador soluciona el problema. En forma distinta al cerebro humano, actúa por repetición, con la lógica suministrada por un programador humano.	La voz del computador, su resultado, da las respuestas en varias formas: fichas perforadas, cintas perforadas, cinta magnética, hojas escritas a máquina.
			
Las fichas perforadas son un medio muy común de proporcionar información al computador. Una ficha puede contener, en forma de código, 96 informes o más.	La memoria está formada por 10.000 módulos con circuitos transistorizados, encajados en delgados discos de silicio, montados en un azulejo de cerámica.	La unidad de elaboración, como la memoria, consiste en tableros de circuitos que contienen módulos interconectados. Los tableros están en marcos metálicos.	Impresores rápidos, activados por los mensajes del computador, escriben hasta 300.000 caracteres por minuto, que son el equivalente de unas 2.000 líneas.
			
Una ficha utilizando el código binario registro el 1 si la corriente penetra en un agujero, el 0 si no lo hay.	En los discos, la información se almacena por transistores pareados que regulan la corriente eléctrica.	Los transistores de la unidad de elaboración reciben y despachan rápidamente la notación binaria.	Una sección de la hoja impresa da los resultados, en este caso datos en clave para la previsión del tiempo.



LA RUTA DE UN PROBLEMA
En el problema representado aquí, se pidió al computador que hiciera una tarea de rutina: calcular los salarios mensuales y anuales con los salarios semanales. El programador escribió primero el problema en el lenguaje algebraico apropiado (llamado Fortran) y lo mecanografió en una hoja de código. Luego se perforaron las instrucciones en las tarjetas, se pusieron en el computador y se registraron en cinta magnética. El computador tradujo la versión de las tarjetas perforadas a su propio lenguaje, hizo los cálculos necesarios y finalmente dio las soluciones en hojas escritas en máquina.

[Volver]

1.13 Un computador común para acelerar la tarea de una comunidad
Ante la pasmosa tarea de dar todos los servicios que exige la sociedad moderna, los órganos de la comunidad y del gobierno recurren cada día más a los computadores. Como las nuevas máquinas pueden servir a muchos amos a la vez, ha resultado más eficaz y económico compartir un computador o centro de sistematización de datos, unido a terminales remotos mediante líneas telefónicas.
Uno de esos centros es el del condado de Nassau, en los suburbios de Nueva York, que tiene una población de 1,4 millones de habitantes, un presupuesto de 600 millones de dólares y los problemas propios de una urbe. Dos computadores del Sistema 370 de la IBM en Mineola, Long Island, sirven a más de 30 departamentos diferentes con más de 2200 programas distintos. De ellos, 15 o más pueden usar las máquinas al mismo tiempo, examinando pagos de impuestos, pagos de seguridad social, resolviendo problemas de ingeniería de caminos, tabulando los resultados de las elecciones. Aquí vemos cómo usan sus terminales algunos de los principales departamentos: la policía, los tribunales, el hospital y el colegio de la comunidad.



MODERNIZACIÓN DE LOS TRIBUNALES
Los empleados que manejan las terminales del Palacio de Tribunales del Condado introducen los datos sobre los acusados. La información, almacenada en discos magnéticos en la sala de computadores del condado, ayudará a hacer más expeditos los procesos.

INVESTIGANDO A UN SOSPECHOSO
En la jefatura de policía del condado, un patrullero interroga al computador central acerca de una persona buscada por las autoridades, escribiendo el nombre del sospechoso en una terminal. La respuesta aparece a la vez en la pantalla y la hoja impresa.

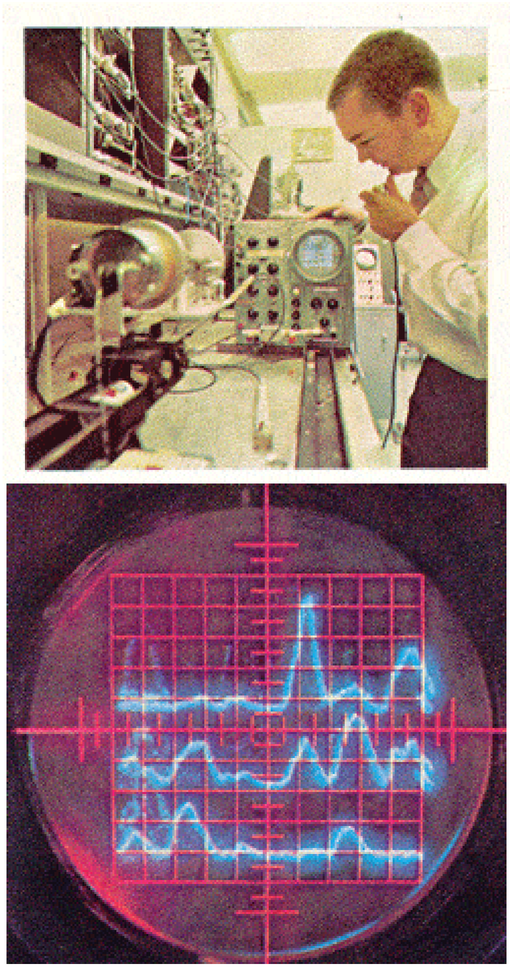
EL CONTROL DE LOS PACIENTES
La información sobre los pacientes -nombre, edad, estado, fecha de entrada y salida se escribe en una terminal del Centro Médico del Condado de Nassau. Los médicos del hospital usan esta información.

APRENDIZAJE DE UN PROGRAMADOR
Los estudiantes del Colegio de la Comunidad del Condado de Nassau que estudian los computadores, son adiestrados por el computador del condado. Cuando el estudiante introduce programas en una de las terminales, en la pantalla se ven correcciones y explicaciones.

Volver

1.14 Máquinas inteligentes que actúan casi como un ser humano
Los computadores parece que están asumiendo cada vez más y más las funciones humanas. Escriben música, componen poesía, valoran carteras de acciones e incluso juegan al tan intelectual juego del ajedrez. Los expertos están tratando ahora de hacerlos más parecidos a los hombres al entrenarles para que respondan a la voz humana. Un gran obstáculo es que los tipos de sonido que emiten los hombres, son tan distintivos como sus huellas digitales; cuando el computador del futuro "oiga" una palabra hablada tendrá que eliminar sonidos peculiares de la voz y retener solamente la pronunciación fonética. Se expresan temores de que a medida que los computadores adquieran una forma parecida a los seres humanos "las máquinas se apoderarán de todo".

EL REY DEL AJEDREZ
Un computador que juega al ajedrez hace sus movimientos en hojas que llevan impreso un modelo de tablero de ajedrez (izquierda). Los jugadores no deben temer que los eclipsen los computadores. Los programas planean buenos movimientos, pero les falta el talento de la estrategia general, signo del maestro

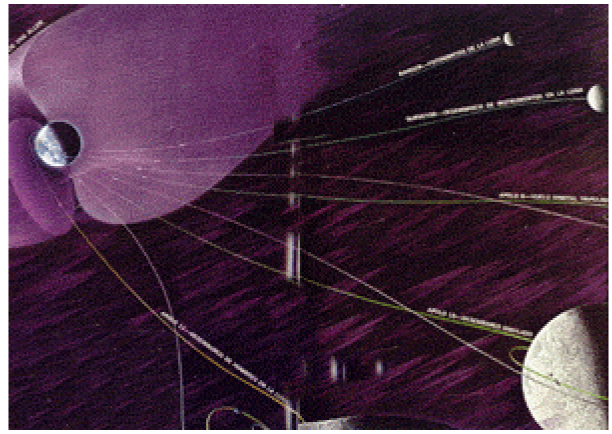


LA CURVA DE UNA FRASE
Un ingeniero de sonido que estudia los problemas de construcción de computadores que actúen al dictado, dice «Estados Unidos» en un micrófono (arriba). Esto crea un modelo único (abajo), en la pantalla de un osciloscopio. Estas ondas estaban en constante movimiento pero en la actualidad las oscilaciones las «materializan» en modelos de palabras.

LA FORMA DE UNA PALABRA
A partir del modelo de una palabra hablada en el osciloscopio, los ingenieros pueden construir un modelo plástico tridimensional es la palabra «cinco»). A los computadores se les puede enseñar a que busquen estos sonidos básicos.

Volver

1.15 El hombre ha ido a la luna y regresado de ella gracias a los computadores
Los problemas matemáticos planteados por un programa para desembarcar hombres en la Luna habrían sido insolubles hace poco más de diez años. El programa americano a la Luna, expuesto aquí en sus cinco etapas, requiere millones de sumas y restas para calcular los efectos de los constantes cambios de gravitación de la Tierra, la Luna y el Sol. El calcular todo esto con lápiz y papel supondría para los seres humanos varios siglos. Los cálculos del vuelo a la Luna se hacen por medio de computadores electrónicos en los centros de la tierra y en las naves espaciales; los computadores calculan las fuerzas que actúan en un cohete dirigido, controlan el vuelo y hacen los ajustes del rumbo. Todo esto es resultado de la mayor rapidez. Lo que empezó llevando al hombre más allá del número 1, lo ha llevado más allá de la Tierra.



SIGUIENDO AL APOLO
Siguiendo a los astronautas del Apolo 11 (pantalla de TV, el computador de control del vuelo analiza los datos que se ven en la pantalla grande.

Volver