

La Computación:

Antes, ahora y...

Lic. Juan R. González Naranjo
Visofted

Amigo estudiante: la historia de las disciplinas científicas es apasionante. El conocimiento de ellas muestra con qué dramática intensidad se ha gestado el proceso de ascensión del ingenio humano en todas las ciencias. Vamos a hacer un viaje por la trayectoria de una disciplina bastante reciente: la Computación. Pero como suele hacerse en todos los panoramas históricos, primeramente estableceremos la división por etapas, de esta manera:

- Prehistoria de la Computación.
- La era mecánica (siglos XVI al XIX).
- La primera generación (electromecánicos y electrónicos de tubos de vacío).
- La segunda generación (los transistores y los avances en programación).
- La tercera generación (circuitos integrados y miniaturización).
- La cuarta generación (ordenadores personales de uso doméstico).

Comencemos ya nuestro viaje.

Prehistoria de la Computación

Una de las ciencias más jóvenes es, sin lugar a dudas, la computación; si la comparamos, por ejemplo, con la Astronomía, la Matemática o la Física, comprendemos enseguida que, en el sentido estricto de la palabra, su punto de partida no va más allá del siglo XVII, con la primera regla de cálculo, fabricada por Robert Bissaker en Inglaterra en 1654, antecedida por otro invento genial, la primera máquina de calcular mecánica, conocida con el nombre de “pascalina” diseñada en 1642 por el matemático francés Blaise Pascal.

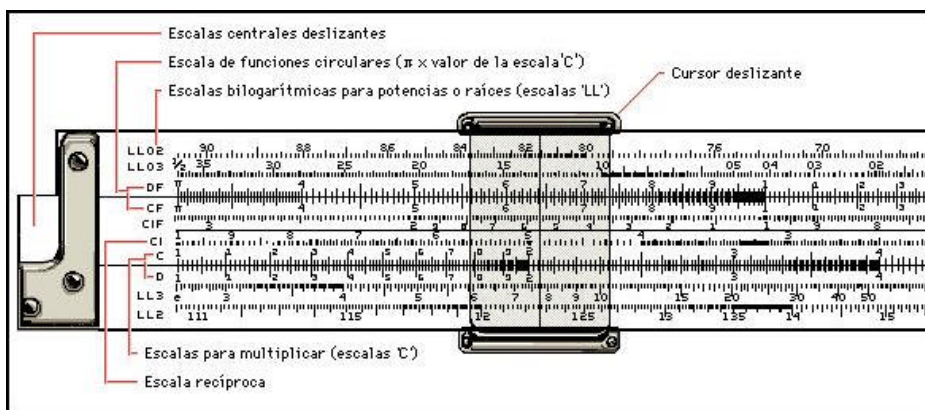


Fig. 1.1. La regla de cálculo de Bissaker (1654), instrumento eficaz hasta la primera mitad del siglo XX.

Aunque todas las ciencias necesitan herramientas o equipos, es decir, una base material mínima para desarrollar sus funciones, algunas pueden apoyarse

en recursos algo más sencillos (la Matemática, por ejemplo), pero esta que ahora ocupa nuestra atención, la Computación, sí necesitó siempre de una “maquinaria” cada vez más compleja.

Pero, ¿no crees que vale la pena viajar en el tiempo hacia el pasado y reencontrarnos con los orígenes de la Computación? A lo mejor dirás: ¡Pero si me acaban de decir ahora mismo que se remontan al siglo XVII! Bien, si queremos ser respetuosos con la trayectoria de la inteligencia humana debemos retroceder más aún.

-¿Cuánto? ¿Un siglo, dos siglos? –preguntarás intrigado.

Pues no te sientas sorprendido porque vamos a comenzar nuestro itinerario ¡en la prehistoria!

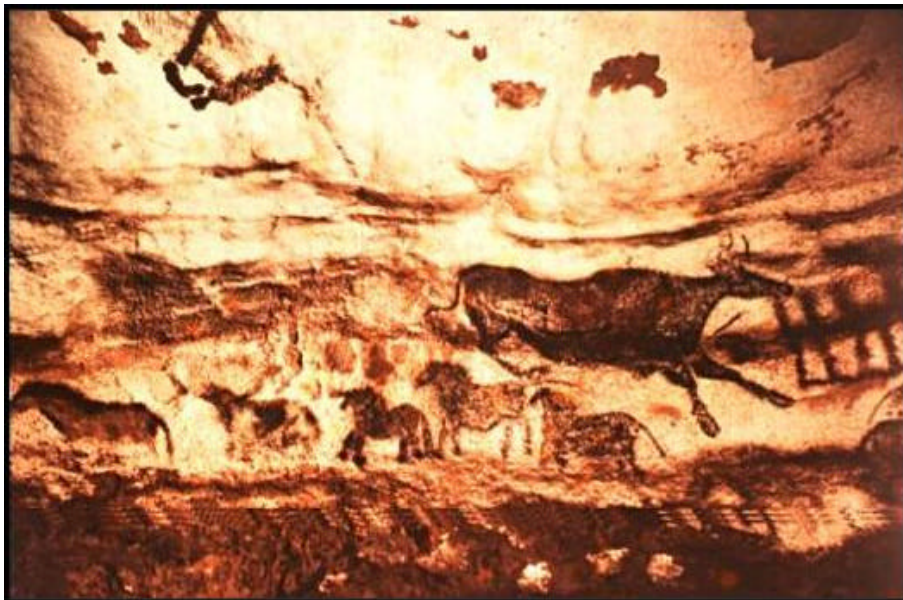


Fig. 1.2. Grupo de animales pintados en las paredes de las cuevas de Lascaux (Francia), 15,000 años antes de nuestra era,

Desde que el hombre primitivo se convirtió en “homo sapiens” (40000 – 30000 a.n.e.) se inclinó por las estadísticas y las expresó en la forma de artes gráficas, creando una incipiente modalidad de cálculo. Pintaba con gran realismo la cantidad de animales que había cerca de su terreno de caza, pero no podía desarrollar aún habilidades de cálculo. Hoy en día apreciamos esas pinturas rupestres como maravillosas obras de arte pero no le concedemos importancia estadística.

Transcurrieron unos 27 000 años para que surgieran los primeros vestigios de cálculo realizado por medios artesanalmente mecánicos, por decirlo de algún modo, los que se remontan a 3000 años antes de nuestra era. Fueron los babilonios que habitaron en la antigua Mesopotamia, que empleaban unas pequeñas bolas hechas de semillas o pequeñas piedras, a manera de “cuentas” y que eran agrupadas en carriles de caña.

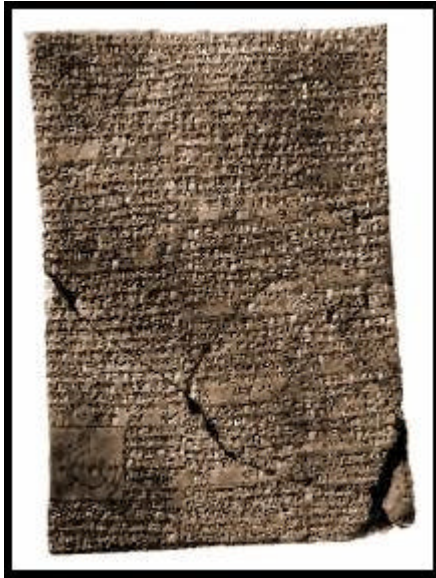


Fig. 1.3. Sistema de cálculo y escritura utilizado en la antigua Mesopotamia.

Fueron los egipcios quienes 500 años AC inventaron el primer dispositivo para calcular, basado en bolitas atravesadas por alambres. Posteriormente, a principios del segundo siglo de nuestra era, los chinos perfeccionaron este dispositivo, al cual le agregaron un soporte tipo bandeja, poniéndole por nombre Saun-pan. El nombre de este ingenioso dispositivo fue **ábaco**.

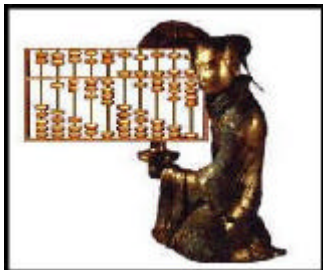


Fig. 1.4. El ábaco, ingenioso dispositivo de cálculo perfeccionado por los chinos.

El ábaco permite sumar, restar, multiplicar y dividir y su uso en actividades comerciales aún subsiste en pequeños negocios. Los japoneses copiaron el ábaco chino y lo rediseñaron totalmente a 20 columnas con 1 bolita en la parte superior y 10 en la inferior, denominándolo Soroban.



Fig. 1.5. En la actualidad el ábaco continúa utilizándose en regiones de Asia. Obsérvese en esta imagen su presencia junto a una computadora.

Los tiempos remotos nos han proporcionado muchas sorpresas y cosas espléndidas. ¿Recuerdas las siete maravillas de la antigüedad? Pues otra singularidad menos conocida es el **Mecanismo de Antikythera**, recuperado en 1900, construido alrededor del año 80 a.C., en la isla griega de Rodas, ubicada en el mar Egeo.

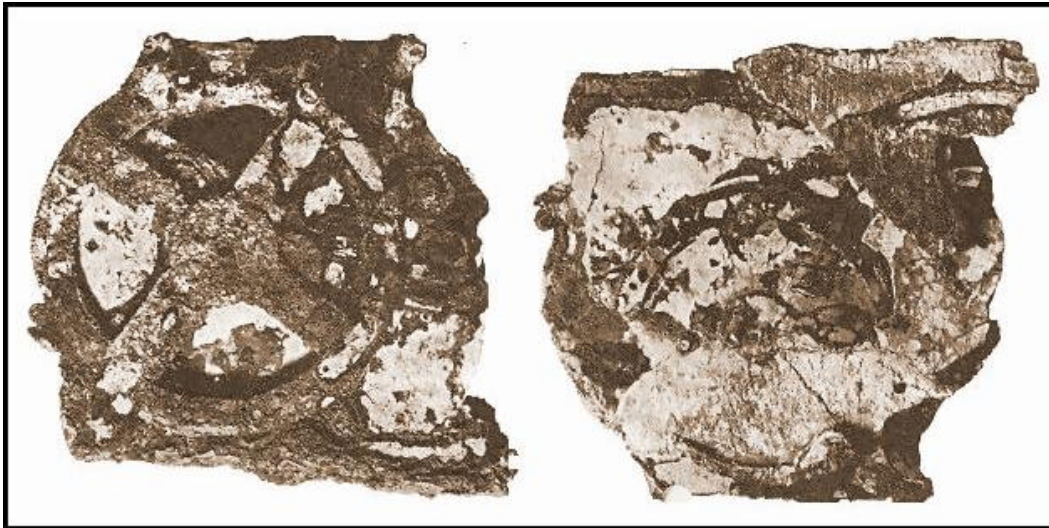


Fig. 1.6. El mecanismo de Antikythera, prodigioso artefacto de la antigüedad. Estado actual tras su descubrimiento arqueológico.

Era un artefacto de cálculo astronómico con mecanismos de precisión. El usuario, por medio de una perilla, podía accionar un simulador en miniatura del movimiento del sol, la luna y varios planetas, teniendo a la vista la fecha en que se había dado, o se daría, tal combinación. Era tan elevado su refinamiento técnico que ha sido llamado la primera computadora de Occidente.

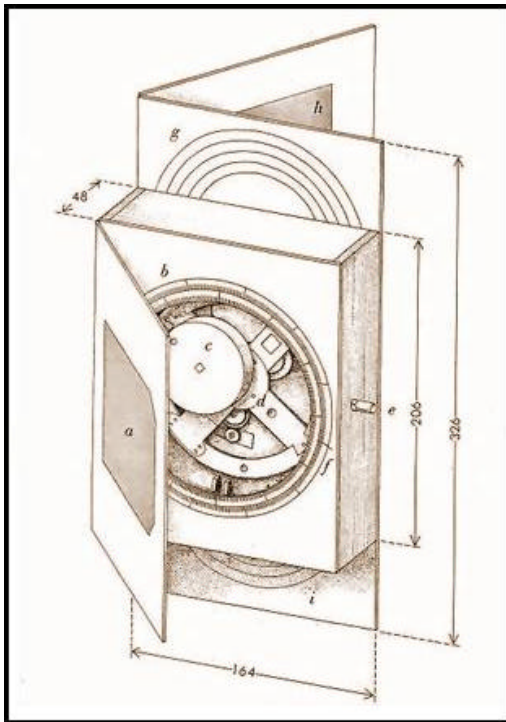


Fig. 1.7. Reconstrucción del funcionamiento del mecanismo de Antikythera.

Prácticamente todas las culturas de la antigüedad (asiática, grecolatina, mesopotámica, indoeuropeas) realizaron aportes notables, gracias al genio colectivo o de sabios conocidos hoy día. Una de las mentes intelectuales más deslumbrantes de aquellos tiempos fue precisamente un árabe llamado **Alkhwarizmi**, cuyo saber intelectual se propagó por Europa y todo el Oriente Medio.



Fig. 1.8. Alkhwarizmi (árabe) y Pitágoras (griego) sabios matemáticos de la antigüedad.

No debemos olvidar que más sistemática y rápidamente se desarrollaban a lo largo de los siglos, desde la antigüedad, la Edad Media y el Renacimiento, los tratados de cálculo matemático relativos al álgebra, geometría, estadística y

otras disciplinas, gracias al trabajo de sabios árabes, griegos, mesopotámicos, entre otros, pero en forma mayormente escrita.



Fig. 1.9. En la Edad Media la cultura era desarrollada y preservada en los conventos y monasterios. Los monjes eran sus depositarios.

¿Quieres saber cuándo se producen nuevos avances en la computación? Llegamos ahora a la segunda etapa de este viaje.

- **La era mecánica (siglos XVI al XIX)**

Un hito trascendental en la cultural occidental representó la llegada del Renacimiento, iniciado en Italia. En este periodo, la fragmentaria sociedad feudal de la edad media, caracterizada por una economía básicamente agrícola y una vida cultural e intelectual dominada por la Iglesia, se transformó en una sociedad dominada progresivamente por instituciones políticas centralizadas, con una economía urbana y mercantil, en la que se desarrolló el mecenazgo de la educación, de las artes y de la música. Las ciencias puras y aplicadas se beneficiaron notablemente.



Fig. 1.10. Cúpula de la catedral de Florencia, obra del genial Brunelleschi, inspirada en la tradición romana.

El Renacimiento (siglos XV-XVI) vino respaldado en Europa por la presencia de grandes artistas y científicos en Italia, Alemania y otros países. Leonardo da Vinci, por ejemplo, no solo fue un gran pintor, pues también diseñó artefactos de muy diverso uso.



Fig. 1.11. El genio inventivo de Leonardo da Vinci se manifestó en múltiples aparatos que proyectó o ejecutó. Este ornitóptero, simulaba los movimientos de un ave en vuelo.

Alberto Durero, en Alemania, además de sus notables obras pictóricas se interesó por los números y la geometría.



Fig. 1.12. “La melancolía”, grabado del gran artista Alberto Durero (1471- 1528), en el que se evidencia su pasión por las matemáticas.

Así, vemos que el Renacimiento prepara el camino de los avances y sienta las bases para el florecimiento de la investigación científico-técnica. La imprenta, por ejemplo, es una de sus más grandes conquistas.

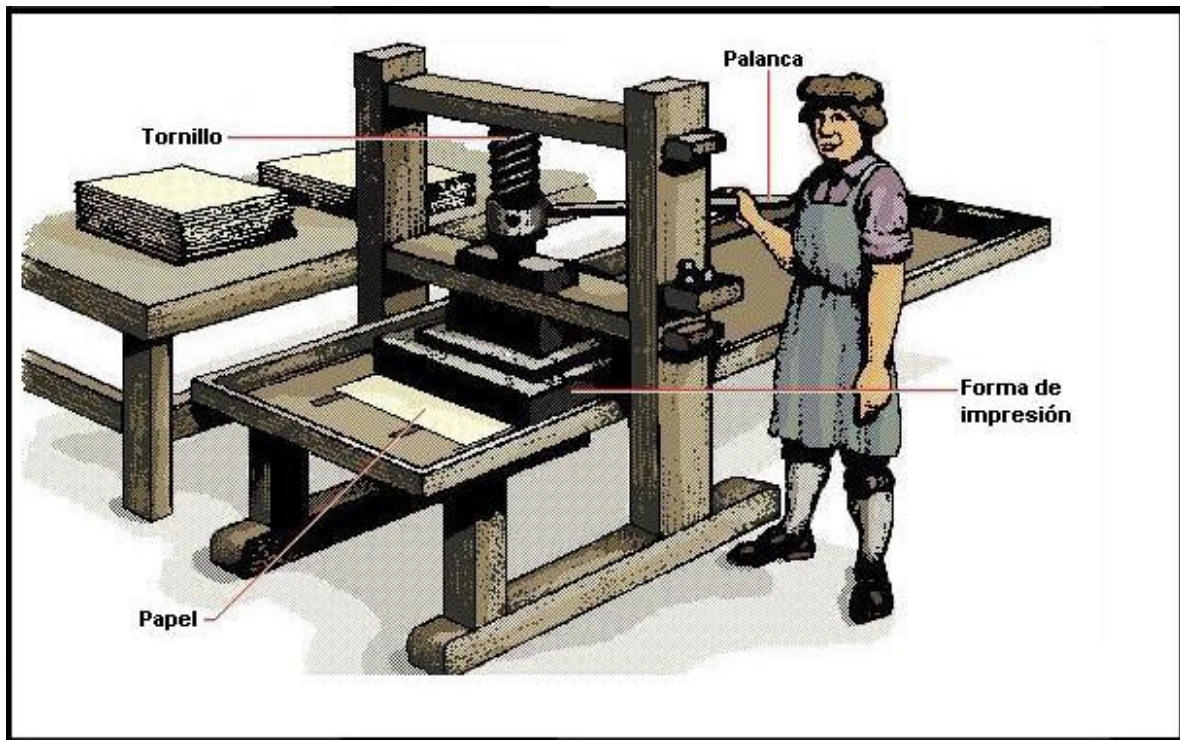


Fig. 1.13. Una de las más antiguas versiones de la imprenta.

Los siglos XVII y XVIII son pródigos en nuevos descubrimientos e invenciones. ¡Qué brillantes personalidades jalonan esta etapa! Conozcámoslos.

A finales del siglo XVI y comienzos del XVII inicia lo que denominamos Era Mecánica, en la que se intenta que aparatos mecánicos realicen operaciones matemáticas de forma prácticamente automática.

En 1610, **John Napier** (1550-1617), inventor de los logaritmos, desarrolló las Varillas de Napier, que servían para simplificar la multiplicación.



Fig. 1.14. Napier fue el primero, en utilizar la moderna notación decimal para expresar fracciones decimales de una forma sistemática.

En 1641, el matemático y filósofo francés **Blaise Pascal** (1623-1662), con tan sólo 19 años, construyó una máquina mecánica para realizar adiciones, la **Pascalina**, para ayudar a su padre.

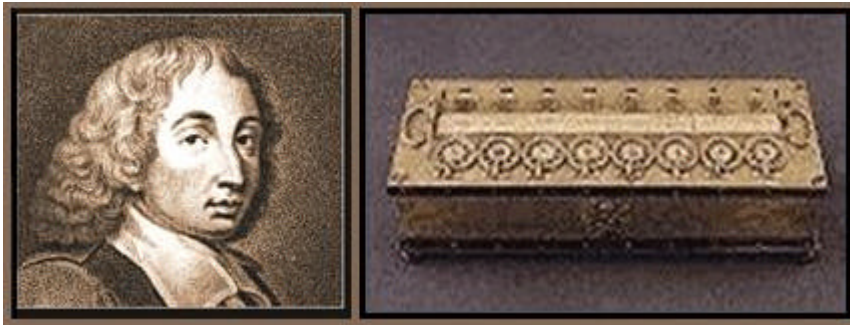


Fig. 1.15. Pascal y su invención, la cual fue avanzada para su época.

El siglo XVIII es muy importante en esta historia. Se le conoce como el “Siglo de las Luces” o “Ilustración”. La frase fue empleada con mucha frecuencia por los propios escritores de este periodo, convencidos de que quedaban atrás de siglos de oscuridad e ignorancia y el mundo entraba a una nueva edad iluminada por la razón, la ciencia y el respeto a la humanidad. Fue tan significativo que a finales de siglo, en 1789, se produjo la Revolución Francesa, cuya influencia se extendió por todo el mundo.



Fig. 1.16. La Toma de la Bastilla (14 de julio de 1789), inicio de la Revolución Francesa.

Entre dos siglos transita **Gottfried Wilhelm Leibniz** (1646-1716), que propuso el sistema binario para realizar los cálculos, construyendo una máquina que podía multiplicar, en incluso teóricamente, realizar las cuatro operaciones

aritméticas. Sin embargo, la tecnología disponible le imposibilita la realización de las operaciones con exactitud.



Fig. 1.17. Leibniz fue un precursor de la lógica matemática, cuya importante obra fue conocida tardíamente.

No obstante un estudiante alemán de la Universidad de Tübingen, Wilhelm Schickard (1592-1635) ya había construido una máquina de estas características entre 1623 y 1624, de la que hace unas breves descripciones en dos cartas dirigidas a Johannes Kepler. Por desgracia, al menos una de las máquinas quedó destruida en un incendio, y el propio Schickard murió poco después, víctima de la peste bubónica.

Johannes Kepler (1571-1630) merece una mención destacada pues se dedicó a la óptica y la astronomía, pero sobre todo por haber contribuido a crear el cálculo infinitesimal y estimular el uso de los logaritmos en los cálculos.

A partir de la mitad del siglo XVIII se aceleran los adelantos científico-técnicos que contribuyen al desarrollo de la computación.

En 1777, **Charles Mahon** (1753-1816), Conde de Stanhope, construyó una máquina aritmética y otra lógica, esta última llamada Demostrador de Stanhope.

En 1825, el francés Charles Xavier Thomas de Colmar diseña una máquina calculadora que posteriormente consigue comercializar con éxito.

Una mención muy especial requiere el desarrollo de un telar automático por el francés **Joseph Marie Jacquard** (1752-1834), en 1801.

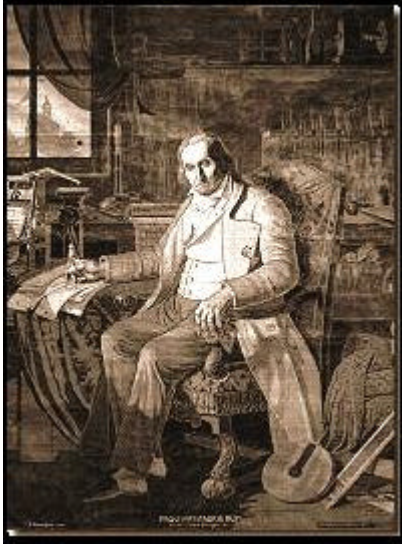


Fig. 1.18. Jacquard fue un notable inventor textil.

En efecto, analizando las operaciones repetitivas que requería la producción de telas, este inventor imaginó conservar la información repetitiva necesaria bajo la forma de perforaciones en tarjetas. Estas perforaciones eran detectadas mecánicamente, asegurando el desplazamiento adecuado de las guías del hilado, pudiendo una sola persona tejer complicados patrones codificados en las perforaciones de las tarjetas.

Fue **Charles Babbage** (1791-18171) el que diseñó una verdadera máquina procesadora de información, capaz de autocontrolar su funcionamiento. Desesperado por los errores contenidos en las tablas numéricas de la época y dándose cuenta de que la mayoría de los cálculos consistían en tediosas operaciones repetitivas, este profesor de la Universidad de Cambridge, proyecta e inicia la construcción de un nuevo tipo de calculadora.



Fig. 1.19. La universidad de Cambridge, donde trabajó Babbage.

En 1821 Babbage presentó a la Royal Society una máquina capaz de resolver ecuaciones polinómicas mediante el cálculo de diferencias sucesivas entre conjuntos de números, llamada **Máquina Diferencial**. Obtuvo por ello la medalla de oro de la Sociedad en 1822.

Más tarde, Babbage empezó a trabajar en la Máquina Analítica, en cuya concepción colaboró directamente Ada Augusta Byron, Condesa de Lovelace, hija de Lord Byron. El objetivo perseguido era obtener una máquina calculadora de propósito general, controlada por una secuencia de instrucciones, con una unidad de proceso, una memoria central, facilidades de entrada y salida de datos, y posibilidades de control paso a paso, es decir, lo que hoy conocemos como programa.



Fig. 1.20. Lord Byron (1788-1824), gran poeta romántico, a la izquierda. A la derecha su hija Ada, quien tiene un sitio ganado en la historia de la computación.

Ada Lovelace (1815-1851), a quien se reconoce como la primera programadora de la historia, y en honor de quien se puso el nombre de Ada al conocido lenguaje de programación, ayudó a Babbage económicamente, vendiendo todas sus joyas, y escribió artículos y programas para la referida máquina, algunos de ellos sobre juegos. Sin embargo, este proyecto tampoco pudo realizarse por razones económicas y tecnológicas.

En el 1854, **George Boole** (1815-1864) publica *Las leyes del pensamiento* sobre las cuales son basadas las teorías matemáticas de Lógica y Probabilidad. Boole aproximó la lógica en una nueva dirección reduciéndola a un álgebra simple, incorporando lógica en las matemáticas. Comenzaba el álgebra de la lógica llamada Álgebra Booleana. Su álgebra consiste en un método para resolver problemas de lógica que recurre solamente a los valores binarios 1 y 0 y a tres operadores: AND (y), OR (o) y NOT (no).

Observa dos curiosidades de esta etapa:

- Aparece la primera mujer vinculada al desarrollo de esta disciplina. Ada Byron o Ada de Lovelace. Posteriormente, en la primera mitad del siglo XX, encontrarás a otra, Grace Murray Hooper.
- Entre todas estas figuras hay una, George Boole, que no contribuyó directamente a la construcción o diseño de ninguna maquinaria, pero su aporte a la lógica matemática recurriendo a los valores binarios sería realmente trascendental para la computación en el siglo XX.

Y ya estamos a las puertas del siglo XX pero la nueva etapa de esta historia comienza realmente a finales del siglo XIX. Entremos en ella.

- **La primera generación (electromecánica y electrónica de tubos de vacío)**

Como has de suponer las iniciativas nunca llegan “porque sí”; todos los inventos responden a una necesidad histórica concreta y precisan de condiciones apropiadas para su germinación. Por ello no debe sorprenderte que en la historia de la computación la llamada **primera generación** esté asociada en sus orígenes a... un censo poblacional de un país. Y eso fue precisamente lo que ocurrió en Estados Unidos cuando se hizo necesario tabular el censo de 1890.



Fig. 1.21. El crecimiento demográfico de los Estados Unidos en el siglo XIX se extendió por ciudades y áreas rurales.

Al reflexionar acerca de la enorme cantidad de la población norteamericana que debía ser censada, el gobierno de Estados Unidos estimó que se invertirían alrededor de diez años en conducir el trabajo del censo. Coincidentemente un poco antes, **Herman Hollerith** (1860-1929), había

desarrollado un sistema eléctrico de tarjetas perforadas basado en la lógica de Boole y lo aplicó a una máquina tabuladora de su invención. La máquina de Hollerith se usó para tabular el censo de aquel año, durando el proceso total no más de dos años y medio. Así, en 1896, Hollerith crea la *Tabulating Machine Company* con la que pretendía comercializar su máquina. La fusión de esta empresa con otras dos, dio lugar, en 1924, a la **IBM (*International Business Machines Corporation*)**.

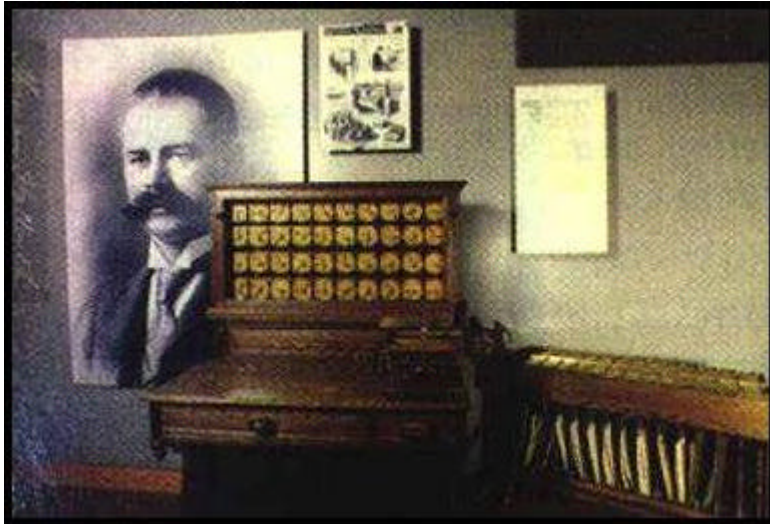


Fig. 1.22. La máquina de tabular de Herman Hollerith al pie de su retrato.

Sin embargo, en el censo de 1910, el sistema de Hollerith fue sustituido por uno desarrollado por **James Powers**. En 1911 James Powers constituyó la *Power's Tabulating Machine Company*, convirtiéndose en el principal competidor de Hollerith.

En 1930, el norteamericano Vannevar Bush diseñó en el MIT (Massachusetts Institute of Technology) el **analizador diferencial**, marcando el inicio de nuestra era de computadoras; el **analizador** era una máquina electrónica que medía grados de cambio en un modelo. La máquina ocupaba la mayor parte de una gran sala. Para analizar un nuevo problema, un grupo de ingenieros debía cambiar las proporciones, y sólo aparecían, tras dos o tres días, con las manos cubiertas de aceite. A pesar de dichos inconvenientes la capacidad de la máquina para resolver complicados cálculos sobrepasaba cualquier invento anterior.

No siempre el desarrollo de la computación estuvo determinado por necesidades exclusivamente utilitarias; en una ocasión se puso en función de un interés puramente especulativo. ¿Quieres conocerlo? Se refiere a una **máquina** que, realmente, nunca fue una **máquina**. Su creador fue **Alan Turing** (1912-1954), en 1936, quien contestó uno de los 23 problemas formulados en 1900 por el matemático **David Hilbert** (1862-1943), que planteaba, “como si nada”, la posibilidad o imposibilidad de resolver todos los problemas matemáticos. Para resolver la cuestión Turing construyó un modelo formal de computadora, la **Máquina de Turing**, y demostró que había problemas tales que una máquina no podía resolver. La máquina de Turing es el primer modelo

teórico de lo que luego sería un computador programable. Fíjate bien en la expresión: “primer modelo teórico”. No era, por lo tanto, un **hardware** o conjunto de elementos materiales de un ordenador electrónico.

Por cierto, no fue Turing el único en aceptar el reto de Hilbert por aquellos años. Otro matemático muy brillante fue **Kurt Freidrich Gödel** (1906-1978), cuyos aportes a la Teoría de Números y, la Lógica Matemática, entre otras disciplinas, tuvieron gran valor para el desarrollo de la computación.

No sería justo pasar a las nuevas creaciones que en la década de los 40 comenzaron a proliferar sin hacer mención de otro matemático de talento, el ingeniero alemán **Konrad Zuse** (1910-1957), que entre 1936 y 1939 construyó la **primera computadora electromecánica binaria programable**, la cual hacía uso de relés eléctricos para automatizar los procesos. Sin embargo, tan sólo fabricó un prototipo para pruebas al cual llamó Z1, el mismo que nunca llegó a funcionar a cabalidad debido a la falta de perfeccionamiento en sus elementos mecánicos.

En un plano puramente teórico debe rendirse honores a los aportes intelectuales de un pionero de lo que modernamente se conoce como “teoría de la información”, sin la cual la Computación estaría muy incompleta; nos referimos a **Claude Shannon** (1916-2001).

La Segunda Guerra Mundial (1939 – 1945) puso a Alemania y a los países aliados en competencia por desarrollar una mayor velocidad de cálculo, junto a un aumento de la capacidad de trabajo, para así lograr decodificar los mensajes enemigos. En la Alemania nazi se estaba comprobando problemas aerodinámicos proyectados en el computador.



Fig. 1.23. Edificio de acceso de la universidad de Harvard. En este centro trabajó Aiken.

En la Universidad de Harvard, **Howard Aiken** (1900-1973), en colaboración con la compañía IBM, empezó, en 1939, la construcción del computador electromecánico **Mark I**, en la que trabajó como programadora **Grace Murray Hopper** (1906-1992), (¿recuerdas a la primera mujer de esta historia, Ada Byron? Grace Hopper es la segunda). Pero para cuando se terminó en 1944, ya habían aparecido las primeras computadoras totalmente electrónicas, que eran mucho más rápidas.

Simultáneamente, la armada real de Inglaterra presionó a su gobierno para que apoyara la lucha de los aliados con equipos diseñados por ellos. Es así como en 1941 Alan M. Turing, con la ayuda de **John Louis von Neuman** (1903-1957), construyó una enorme computadora en los predios de la Universidad de Manchester, Inglaterra, a la cual llamaron Collusus. Su uso exclusivo fue el de descifrar los códigos de los mensajes radiales captados a los alemanes. La Collosus usaba miles de válvulas y 2,400 bombas de vidrio al vacío, así como un scanner que podía leer 5,000 caracteres por cinta de papel.

Otra de las más famosas computadoras de la época fue el computador eléctrico de propósito general **ENIAC** que contaba con 17,468 tubos de vidrio al vacío, similares al radio-tubo, y que fuera empleada por el ejército exclusivamente para cálculos balísticos o la trayectoria de los misiles. Fue construida en 1946 en la Universidad de Pensylvania por **John Williams Mauchly** (1907-1980) y **John Presper Eckert** (1919-1995). Medía 2.40 de ancho por 30 metros de largo y pesaba 80 toneladas. La ENIAC podía resolver 5,000 sumas y 360 multiplicaciones por segundo, pero su programación era terriblemente tediosa y debía cambiársele de tubos continuamente.



Fig. 1.24. John Williams Mauchly y J. Presper Eckert trabajando juntos en ENIAC.

Por cierto, es célebre la disputa que en los medios científicos y legales se estableció contra estos dos creadores por un talentoso físico, **John Vincent Atanasoff** (1903-1995), quien se empeñó en demostrar que era el verdadero creador de la primera computadora electrónica digital, pero nunca la patentó, por lo que este “misterio” parece que nunca tendrá respuesta.

Mientras, John Williams Mauchly y J. Presper Eckert, continuaron trabajando en equipo a lo largo de sus vidas y a ellos se deben sucesivas versiones perfeccionadas de ordenadores o computadoras que llevaron por nombres EDVAC (1949) –primer equipo con capacidad de almacenamiento de memoria– y **UNIVAC** (1951), la primera computadora que se fabricó comercialmente.

De esta manera, muy panorámica, terminamos el recorrido por la llamada “segunda generación”. Aquí no están todas las personas ni todas las creaciones que contribuyeron al desarrollo de la computación en esta etapa. De hecho, casi todos los científicos y creadores aquí mencionados continúan su trabajo en décadas posteriores, como veremos ahora; las tecnologías continuarán avanzando cada vez más aceleradamente y... ¿para que apresurarnos? Vamos a pasar a la “tercera generación”.

- **La Segunda Generación (los transistores y los avances en programación).**

Si leíste atentamente los pormenores de los adelantos de la computación en la etapa anterior habrás comprobado el predominio de la tecnología electromecánica. ENIAC, por ejemplo, “apenas” tenía 17 468 válvulas o tubos de vidrio al vacío (más resistencias, condensadores, etc.), con 32 toneladas de peso, 2,40 de ancho y 30 metros de largo (casi nada, ¿verdad?). Hacia 1945 la máxima limitación de las computadoras era la lenta velocidad de procesamiento de los relés electromecánicos y la pobre disipación de calor de los amplificadores basados en tubos de vacío. ¿Cómo superar estas barreras?



Fig. 1.25. Cristal de cuarzo: más allá de su belleza es la base material de los transistores.

El gran acontecimiento que revolucionaría los estándares de capacidad (memoria), rapidez y disminución de tamaño de los equipos llegaría a partir de la invención del transistor en 1947, por **John Bardeen** (1908-1991), **Walter Brattain** (1902-1987) y **William Shockley** (1910-1989), quienes conociendo las propiedades del silicón hallado en las piedras de cuarzo, finalmente concibieron el Transistor. Sus componentes originales fueron muy simples. Cada uno de ellos estaba soldado encima de una tabla de circuitos que servía para conectar a otros componentes individuales.

En términos lo más sencillos posible el transistor contiene un material semiconductor, normalmente silicio, que puede cambiar su estado eléctrico. En su estado normal el semiconductor no es conductivo, pero cuando se le aplica un determinado voltaje se convierte en conductivo y la corriente eléctrica fluye a través de éste, funcionando como un interruptor electrónico.

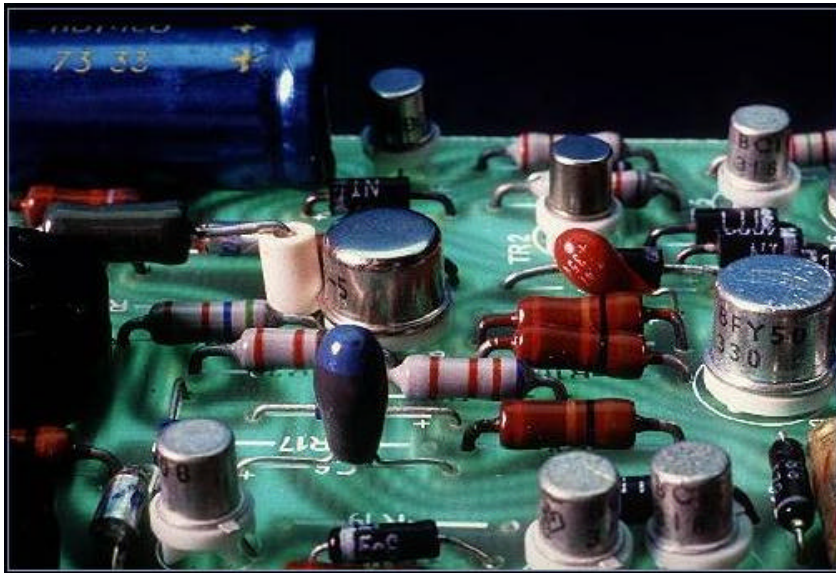


Fig. 1.26. Moderna placa con transistores (inventados en 1948).

Los computadores contruidos con transistores eran más rápidos, más pequeños y producían menos calor, dando también oportunidad a que, más tarde, se desarrollaran los microprocesadores. Algunas de las máquinas que se construyeron en esta época fueron la TRADIC, de los Laboratorios Bell (donde se inventó el transistor), en 1954, y las IBM 704, 709 y 7094. También aparece en esta generación el concepto de supercomputador, equipo específicamente diseñado para el cálculo en aplicaciones científicas y mucho más potente que los de su misma generación, como el *Livermore Atomic Research Computer* (LARC) y la IBM 7030. En 1952 se presenta la IBM 701, computadora que abandonaba la electromecánica a favor de las válvulas de vacío. La 701 no era mucho más pequeña que la Mark I, pero era capaz de ejecutar 17.000 instrucciones por segundo. En 1959, IBM lanza su primera computadora que operaba con transistores y que alcanzaba 229.000 cálculos por segundos: el

IBM 7090. Esta máquina fue usada, por poner un ejemplo, por la Fuerza Aérea Estadounidense.

Naturalmente, no debes suponer que el desarrollo de la computación en esta etapa se daba en un plano exclusivamente práctico; esta generación se explica también por los avances teóricos que se dan, gracias a figuras como Turing, Miss Murray Hooper, John Backus y muchos otros científicos. Así, en 1950, Alan Turing publica el artículo *Computing Machinery and Intelligence* en la revista *Mind*, en el que introducía el célebre Test de Turing. Este artículo estimuló a los pensadores sobre la filosofía e investigación en el campo de la Inteligencia Artificial.

Al igual que en otras partes de esta historia, casi siempre existe un... extravagante personaje cuyos planteamientos son originales. Tal es el caso de **Edsger Diikstra**. En resumen, los años comprendidos entre la década del 50 y los inicios del 60 son fructíferos en el desarrollo de la programación de manera colateral al avance tecnológico.

Si reflexionas un poco sobre el desarrollo teórico–práctico de esta “segunda generación” te darás cuenta que requirió mucho esfuerzo intelectual llegar a ese nivel. Pero la historia continúa dando paso a...nuevas miniaturas en la próxima generación de computadoras.

- **Tercera Generación (circuitos integrados y miniaturización)**

Nos acercamos a la era contemporánea. Es más, prácticamente ya estamos en ella, pues aunque ha pasado casi medio siglo, los avances a partir de ahora nos sitúan a las puertas de las modernas computadoras que ahora estás manejando. Pero en las ciencias ocurre, casi siempre, que es más fascinante ver el proceso de ejecución que el resultado final, por lo que continuaremos haciendo un viaje panorámico, no totalmente pormenorizado, pero sí destacando los más altos momentos de este desarrollo vertiginoso de la computación.

En 1959, **Jack Kilby** presenta el primer circuito integrado, un conjunto de transistores interconectados con resistencias, en una pequeña pastilla de silicio y metal, llamada chip. Fue a partir de este hecho que las computadoras empezaron a fabricarse de menor tamaño, más veloces y a menor costo, debido a que la cantidad de transistores colocados en un solo chip fue aumentando en forma exponencial.



Fig. 1.27. He aquí un circuito integrado tan pequeño que pasa por el ojo de una aguja.

Es la década del 60 la de mayor plenitud para una compañía surgida en 1924. **International Business Machines Corporation (IBM)** pasó de ser una empresa mediana y poco puntera, a una enorme y moderna compañía, protagonista de importantes inventos como el floppy disk (disco flexible).

En 1962 IBM presenta su modelo 1311 usando los primeros discos removibles y que por muchísimos años se convertirían en un estándar de la industria de la computación. La portabilidad de la información empezó a ser posible gracias a esta nueva tecnología, la cual fue empleada por los otros líderes del hardware, tales como Digital Equipment, Control Data y la NEC de Japón, entre otros grandes fabricantes de computadoras.

Observarás que la historia que estamos contando tiene una característica: es una singular combinación de individualidades geniales y corporaciones grandes, medianas y pequeñas (que generalmente son absorbidas o “devoradas” por las mayores); es decir, los grandes genios, inventores y descubridores individuales como los del Renacimiento o el Siglo de las Luces (el siglo XVIII) ya no tienen lugar aquí pues dependen de recursos costosos que sólo pueden proporcionarles las compañías, centros universitarios o complejos militares. Por supuesto, el talento o genio científico muchas veces tiene que subordinarse, lamentablemente, a innobles intereses.

Seymour Cray (1925-1996) revoluciona el campo de la supercomputación con sus diseños: en 1964, el CDC 6600, que era capaz de realizar un millón de operaciones en punto flotante por segundo; en 1969, el CDC 7600, el primer procesador vectorial, diez veces más rápido que su predecesor. No debemos idealizar demasiado la personalidad de este ilustre

científico, pues no fue exactamente un “Robin Hood” de la computación pero no es menos cierto que estaba más interesado en el diseño de máquinas de gran potencialidad de cálculo que en los éxitos comerciales, y fundó Cray Research en 1972, una empresa dedicada en exclusiva a construir supercomputadoras.

Pero la IBM no abandona el escenario. Sus equipos, a pesar de que no fueron los únicos que se fabricaron en esta generación, la simbolizan debido a su enorme aceptación en el mercado de las grandes instituciones estatales y privadas de todo el mundo.



Fig. 1.28. La IBM 360 es considerada como el símbolo de su generación de computadoras.

En Abril de 1964 IBM presenta su generación de computadores IBM 360. Las IBM 360 estaban basadas en circuitos integrados, la alimentación de la información era realizada por medio de tarjetas perforadas, previamente tabuladas y su almacenamiento se hacía en cintas magnéticas. IBM lanzó muchos modelos de esta serie como la IBM 360 20/30/40/50/65/67/75/85/90/195. Su sistema operativo simplemente se llama OS (Operating System) y los lenguajes que manejaron fueron el FORTRAN, ALGOL y COBOL.

A inicios de la década del 70 habría de producirse un gran acontecimiento no exento de cierta intriga novelesca pues...

El 18 de julio de 1968, Robert Noyce, Gordon Moore y Andrew Grove crean la empresa **Intel** en la que se desarrollan ideas prácticas para la memoria de semiconductores, una industria recién nacida. En un principio, Intel era una modesta empresa que creía en las posibilidades de la memoria de silicio y apostó valientemente por ella. En aquel momento nadie se atrevía a separarse de la reinante memoria magnética que, aunque ocupaba más espacio, consumía más energía y tenía menos prestaciones, era 100 veces más barata.

En 1971, Intel introduce el primer microprocesador, el potentísimo 4004 que procesaba 4 bits de datos a la vez, tenía su propia unidad lógico-aritmética, su propia unidad de control y 2 chips de memoria que ejecutaba 60.000 operaciones por segundo y se puso a la venta por 200 dólares.

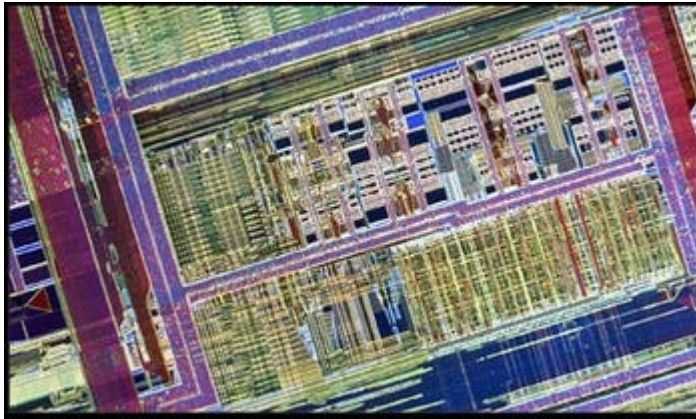


Fig. 1.29. Microprocesador Pentium (ampliado 2,5 veces) Contiene más de tres millones de transistores.

La historia de este microprocesador tiene un capítulo anecdótico interesante que evidencia lo antes explicado sobre la influencia de los negocios. En 1969, la empresa japonesa Busicom solicitó a Intel le fabricase un microchip para un modelo nuevo de calculadora de escritorio, con cinta impresora, que necesitaba producir masivamente.

Un equipo liderado por Marcial Edward Hoff, quien fue uno de los primeros empleados de Intel desde 1986, desarrolló y terminó de fabricar en marzo de 1971 un microprocesador, pero para uso general, al cual denominaron el chip 4000.

Ted Hoff se dedicó a diseñar un microprocesador de capacidades o prestaciones mas completas que las solicitadas por la empresa japonesa, realizando el mismo esfuerzo, con la posibilidad de usos futuros. Luego de sus predecesores, Intel fabricó los modelos 4001, 4002, 4003 y 4004.

Este chip de 4 bits, contenía 23,000 transistores que procesaban 108 kHz o 0.06 MIPS. Contaba con 46 instrucciones y 4k de espacio de almacenamiento. Posteriormente Intel lanzó el modelo 4004 al cual le agregó 14 instrucciones más y que tenía una capacidad de 8k de almacenamiento. Lo “gracioso” del asunto es que Intel vendió el microchip a la empresa japonesa Busicom, pero después le recompró los derechos de propiedad intelectual por \$60,000, pues se dio cuenta que si bien el chip 4004 había sido fabricado para operar como cerebro de una calculadora, su versatilidad como microprocesador de uso general le permitía ser tan poderoso como el ENIAC. Cosas, en fin, de la competencia.

Muy pronto Intel comercializó el 8008, capaz de procesar el doble de datos que su antecesor y que inundó los aparatos de aeropuertos, restaurantes, salones recreativos, hospitales, gasolineras.

Y ya nos estamos adentrando en un nuevo escenario o terreno en el que tú, joven estudiante, estás participando ahora mismo, sentado frente a tu máquina. Es el de la cuarta generación (ordenadores personales de uso doméstico). Pero antes de “viajar” en el tiempo hacia la cuarta generación dedicaremos un paréntesis para conocer dos notables curiosidades:

1. ¿Cuál fue realmente la primera computadora?



Fig. 1.30. 1971 La Kenbak I, primera PC, tardíamente reconocida.

Durante 1985 el Museo de Computación de Boston realizó un concurso con el objeto de registrar la historia de la computación. El museo estuvo publicitando este evento en todos los Estados Unidos, solicitando al público su contribución personal y como resultado de 316 muestras remitidas y ante la enorme sorpresa de todos, un modelo discontinuado y olvidado resultó haber sido la primera Computadora Personal, que inclusive precedió a la Altair.

La **Kenbak 1** fue fabricada en 1971 por John Blankenbaker de la Kenbak Corporation de Los Angeles, vale decir 4 años antes que la Altair fuese lanzada al mercado. Esta PC fue dirigida al mercado educacional y contaba con apenas 256 bytes (no kilobytes) de memoria RAM y su programación se realizaba por medio de palanquillas (switches). Solamente se comercializaron 40 equipos al costo de 750 dólares.

2. ¿Cuál fue verdaderamente la primera computadora personal?
¿Quién la concibió? ¿Fue a través de un gran consorcio tecnológico ubicado en EE.UU.?

Pues estas preguntas también tienen respuestas sorprendentes que otorgan... el beneficio de la duda. Porque parece ser que apareció en ¡1964!, en ¡Italia! y creada por un casi desconocido ingeniero italiano llamado **Pier Giorgio Perotto**. Conoce esta interesante historia.

• **La cuarta generación (ordenadores personales de uso doméstico)**

Bien, ya conoces al microprocesador 4004. Pero la verdadera industria de la computación, en todos los aspectos, empezó en 1974 cuando Intel Corporation presentó su CPU (Unidad Central de Procesos) compuesto por un microchip de circuito integrado denominado **8080**. Cuatro años después (1978) Intel volvió a impactar con otro acontecimiento: el **microprocesador 8086** que llevó a la compañía a los más altos niveles mundiales del mercado.

Este contenía 4,500 transistores y podía manejar 64k de memoria aleatoria o RAM a través de un bus de datos de 8 bits. (Si estos términos técnicos te resultan complicados o desconocidos los podrás encontrar en el Glosario).

Y aquí tienes un dato interesante sobre un acontecimiento ocurrido un año antes, es decir, en 1973. Sabes, desde luego, qué cosa es el “disco duro”; sin él, prácticamente no tendrías computadora. Pues entérate de esto: en 1973 los discos duros Winchester son introducidos por IBM en los modelos 3340.



Fig. 1.31. Disco duro Winchester de la IBM (1973).

Estos dispositivos de almacenamiento se convierten en el estándar de la industria. Estaban provistos de un pequeño cabezal de lectura/escritura con un sistema de aire que les permitía movilizarse muy cerca de la superficie del disco de una película de 18 millonésimas de pulgada de ancho. El 3340 duplica la densidad de los discos IBM cercano a los 1.7 millones de bits por pulgada cuadrada.

La Altair 8800 fue el cerebro de la primera computadora personal (no olvides a la ignorada Perottina), la cual promovió un gran interés en hogares y pequeños negocios a partir de 1975. El primer modelo de estas computadoras no contaba con monitor ni teclado, tan sólo con luces LED y pequeñas palancas o switches para facilitar la programación. La información era almacenada en cassettes de las radio grabadoras y era visualizada en los aparatos de televisión. Su costo era de \$395.00 con una memoria de 256 bytes.



Fig. 1.32 La Altair 8800, producida por Micro Instrumentation Telemetry Systems

El Altair 8800, producido por una compañía llamada Micro Instrumentation and Telemetry Systems (MITS), se vendía a 397 dólares, lo que indudablemente contribuyó a su popularización. No obstante, el Altair requería elevados conocimientos de programación, tenía 256 bytes de memoria y empleaba lenguaje de máquina.

Pero esta novedad tuvo un mérito adicional a su novedad tecnológica pues... sirvió de acicate o estímulo a dos jóvenes desconocidos que pronto harían historia. ¿Quieres saber cómo fue y quiénes eran estos jóvenes? Así fue... más o menos, según narran los libros. **William Henry Gates** y **Paul Allen** ofrecieron al dueño de MITS, un software en BASIC que podía correr en el Altair. El software fue un éxito y, posteriormente, Allen y Gates crearon **Microsoft**. Se trataba de una desaforada carrera contra el tiempo; el qué llega primero, es decir, quien incorpora las novedades tecnológicas con mayor rapidez y eficacia es quien gana. Sobre Allen y Gates conoceremos más enseguida, pero antes debemos destacar otros nombres y compañías creadas en estos años de la década del 70.

Paralelamente, **Steven Wozniak** y **Steven Jobs**, también a raíz de ver el Altair 8800 en la portada de Popular Electronics, construyen en 1976, la Apple I. Steven Jobs con una visión futurista presionó a Wozniak para tratar de vender el modelo y el 1 de Abril de 1976 nació **Apple Computer Inc**. En 1977, con el lanzamiento de la Apple II, el primer computador con gráficos a color y armazón de plástico, la compañía empezó a imponerse en el mercado.

Debe destacarse a la primera gran empresa de electrónica que fabricó y vendió computadoras personales, Tandy Corporation (Radio Shack), que introdujo su modelo en 1977. Rápidamente dominó el sector, gracias a la combinación de dos atractivas características: un teclado y un monitor de

pantalla de rayos catódicos. También se hizo popular porque se podía programar y el usuario podía guardar la información en una cinta de casete.



Fig. 1.33. La TRS-80 de Tandy Radio Shack.

Interesante e importante es también la personalidad de **Gary Kildall**, creador del CP/M, primer sistema operativo estándar de la industria. Su vida está llena de anécdotas y colorido que forman parte del folclore, que unidos a sus inventos lo hacen ocupar un sitio de privilegio en la era de la computación. Lo más significativo del trabajo intelectual de Kildall en este terreno es que por el contrario de cualquier sistema operativo desarrollado antes o después, el CP/M no fue el resultado de investigación y desarrollo de un equipo de ingenieros sino la inventiva y el trabajo de un solo hombre. Aunque su sistema operativo resultó un buen producto, por muchas razones técnicas el CP/M fue lanzado al mercado apenas un año antes de la aparición de las primeras microcomputadoras comerciales. Gary Kildall falleció en 1994, debido a un trágico accidente automovilístico.

Volviendo a Paul Allen y Bill Gates debemos insistir en el papel jugado por ellos a partir de 1975, cuando se aventuraron en la creación de la, en aquel momento, pequeña compañía Microsoft. Su objetivo era participar en forma activa en el desarrollo de la era de las computadoras. La computadora hogareña existía, pero no existía un lenguaje para una máquina tan pequeña. Entonces Gates llamó por teléfono a Ed Roberts, el presidente del MITS y le dijo que había creado una forma del lenguaje BASIC para una microcomputadora, la Altair 8800.

En 1984, la compañía Apple lanzó una máquina que introduciría nuevamente una revolución: el Macintosh. Éste era el sucesor de un modelo llamado "Lisa", en que se introducía por primera vez el concepto de interfaz gráfica, la analogía del "escritorio" y un nuevo periférico: el "mouse" o ratón, como herramienta para controlar al computador.

Casi inmediatamente, en 1985, Microsoft lanzó Windows, un sistema operativo que ampliaba las prestaciones de MS-DOS e incorporaba por primera vez una interfaz gráfica de usuario. Windows 2.0, que salió a la venta en 1987, mejoraba el rendimiento y ofrecía un nuevo aspecto visual. Tres años más tarde apareció una nueva versión, Windows 3.0, a la que siguieron Windows 3.1 y 3.11. Estas versiones, que ya venían preinstaladas en la mayoría de los equipos, se convirtieron rápidamente en los sistemas operativos más utilizados

de todo el mundo. En 1990 Microsoft pasó a ser la empresa líder de programas informáticos y alcanzó unas ventas anuales de más de mil millones de dólares.

Cuando Microsoft se encontraba en la cima del mercado de los programas para PC, la compañía fue acusada de ejercer prácticas empresariales monopolísticas. En 1990, la Comisión Federal de Comercio estadounidense (FTC, siglas en inglés) comenzó a investigar a Microsoft por supuestas prácticas contrarias a la libre competencia, pero fue incapaz de dictar sentencia y cerró el caso. El Departamento de Justicia estadounidense continuó la investigación. Hoy en día, pese a su gigantesco poder económico, Microsoft y su principal fundador, William Henry Gates III (Bill Gates), siguen en la mirilla del aparato judicial de su país, cuestionados, paradojas del capitalismo, por... enriquecerse demasiado.

Ahora, mientras lees este texto y operas la computadora pudiera ser que te preguntes: ¿hasta dónde llegará la evolución de las PC? Las hipótesis, pronósticos o especulaciones son bien diversas, pero esta, por ejemplo, es atendible: según la División de Investigación y Desarrollo de la compañía Apple, el computador personal de los próximos años bien podría ser una combinación de aparato de video, televisor, radio, video-teléfono y fax junto con la capacidad (aumentada) del microcomputador de hoy.

Y ahora ¿una quinta generación?

Esta otra pregunta, igualmente interesante y válida, está orientada al objetivo de proponer un nivel mucho más avanzado de equipos tecnológicos que no dependan exclusivamente de la inteligencia humana.

Todo empezó en 1981, durante una "Conferencia Internacional de Sistemas de Computación de Quinta Generación" celebrada en Tokio, donde Japón dio a conocer un gigantesco programa para el desarrollo de una nueva tecnología, en que participarían el gobierno, las universidades y las empresas más avanzadas y poderosas. Se fijó como meta producir en el plazo de 10 años máquinas capaces de realizar mil millones de inferencias lógicas por segundo (LIPS). La **LIPS** es una nueva unidad de medida de velocidad, referida a una habilidad de la inteligencia artificial: la del razonamiento lógico, sólo permitido, hasta hoy, a la inteligencia humana. Por estos caminos andan las especulaciones en torno a la IA (Inteligencia Artificial) que se remontan al año 1950 y al célebre Test de Turing.

Nuevas arquitecturas informáticas y nuevos lenguajes de alto nivel se proyectan; igualmente se ha llevado a niveles increíbles la miniaturización. La realidad tecnológica se parece cada vez más a la ciencia ficción... y viceversa. Pero, recuerda, la inteligencia humana, apoyada en el estudio y la investigación constantes, y siempre al servicio de las mejores causas, dirá siempre la última palabra.

RESUMIENDO

Desde la primera computadora y hasta el presente se han sucedido cuatro generaciones de computadoras, que han tenido duraciones diferentes y han desembocado en la llamada quinta generación, en la que nos encontramos inmersos en la actualidad. Cada generación se caracteriza por el uso de unos determinados elementos de hardware.

Este es ámbito temporal de cada generación con algunas de sus características:

- Primera generación (1951 – 1958)
Tubos de vacío, Grandes dimensiones, Alto consumo de energía (300 V), uso de tarjetas perforadas, almacenamiento de la información en tambor magnético interior, programación en lenguaje de máquinas.
- Segunda generación (1959 – 1964)
Transistor, disminución del tamaño, Disminución del consumo (10 V) y de la producción de calor, aumento de la fiabilidad al reducirse el riesgo de avería con la incorporación del transistor, mayor rapidez, Memoria interna de núcleos de ferrita, lenguajes de programación más potentes.
- Tercera generación (1965 – 1970)
Circuitos integrados, menor consumo, Apreciable reducción de espacio, Teleproceso: Se instalan terminales remotos, que acceden a la computadora central; uso de una computadora por varios clientes a tiempo compartido, renovación de los periféricos, generalización de los lenguajes de alto nivel, se alcanzan logros en cuanto a la compatibilidad de los sistemas.
- Cuarta generación (1971 – 1981)
El microprocesador, memorias electrónicas, sistemas de tratamiento de bases de datos, las aplicaciones que se desarrollan son innumerables y afectan todos los campos de la actividad humana. Se alcanza a construir computadoras más pequeñas y potentes que sus predecesoras, comienza el dominio de las PC (Personal Computer – Computadoras Personales).

Quinta generación (1982 - ?)

Esta es una quimera pues hasta hoy, no se han visto los resultados esperados ni han nacido los "computadores inteligentes" con los cuales se esperaba contar en 1992, aunque se hayan gastado centenares de miles de dólares. El proyecto japonés de Quinta Generación se considera ahora fracasado, Europa y Estados Unidos hacen desmedidos esfuerzos por llegar a costo de miles de millones y millones de dólares, pero... nada aún.