

OS COMPUTADORES DO SÉCULO PASADO

*Senén Barro Ameneiro**
Universidade de Santiago
de Compostela

Ós meus fillos, Mateo e Darío.
Espero que sexan felices nese mundo
inzado de computadores no que lles
tocou vivir

1. INTRODUCCIÓN

Falar da historia da computación e facelo restrinxíndonos ó século que acaba de rematar, é practicamente o mesmo que facelo comezando en calquera instante anterior. É certo que a idea de computación como tal xorde moito antes do século XX, mesmo é posible que sexa case tan antiga coma a Humanidade, pero a computación, como hoxe se nos amosa a través dos computadores electrónicos dixitais, é pouco anterior á minisaia ou ós enxeños espaciais.

Nun interese constante por realizar artefactos que superen as nosas limitacións, logramos avantaxar case tódalas nosas capacidades físicas, como correr, nadar ou levantar pesos, e moitas das nosas incapacidades naturais, como voar ou vivir no espacio.

Somos quen de ve-lo infinitamente pequeno ou arredado e de oí-lo que resulta inaudible mesmo para os animais cos oídos máis sensibles, pero aínda nos quedan por vencer artificialmente moitas das capacidades que denominamos intelectuais. Así como o microscopio e o telescopio amplifican en sentidos opostos as nosas posibilidades para ve-los obxectos do universo no que vivimos, o computador é actualmente a ferramenta que pretende amplificar aquelas capacidades que asociamos ó noso órgano máis preciado e descoñecido: o cerebro. Deste modo, se a revolución industrial que vivimos nos dous últimos séculos se desenvolveu mediante máquinas que estenderon e magnificaron as nosas capacidades físicas, a revolución da información na que agora estamos inmersos baséase en máquinas que amplían e apoian algunhas das nosas

* Catedrático de Ciencias da Computación e Intelixencia Artificial.

capacidades mentais. O avance foi espectacular en moitos sentidos. A capacidade de almacenamento, recuperación e transmisión de información é enorme e non deixa de medrar a un ritmo exponencial; a potencia de cálculo dalgúns supercomputadores¹ actuais cífrase en varios billóns de operacións con números reais por segundo. O campión no xogo do xadrez aliméntase agora a cinco voltios² e as probas de explosións nucleares, por fortuna, están deixando de facerse con plutonio e pasan a realizarse con silicio. Sen embargo, aínda son moitas as capacidades do intelecto humano que o computador nin sequera conseguiu remedar. A nosa capacidade para expresarnos en linguaxe natural ou o sentido común, do que todos gozamos, aínda que, todo hai que dicilo, en moi distinto grao, son só algúns exemplos

que dificilmente encontrarán solución utilizando unicamente a ‘forza da computación’ en bruto.

O contido que segue tratará de recoller algúns dos fitos máis relevantes da historia da computación, máis co ánimo de divulgar e promove-la reflexión ca co de sermos exhaustivos —pensemos en que a simple enumeración de tódolos feitos que tiveron unha influencia destacada na historia da computación demandaría máis páxinas cás que se dedican a todo este artigo—.³ Se ben enfocámo-lo noso obxectivo sobre o aínda morno cadáver do século XX e o desenvolvemento nel da computación dixital, non queremos deixar fóra do visor algo da ‘prehistoria’ do *homo calculans* e da posmodernidade computacional que xa estamos comezando a vivir.

1 Os supercomputadores son os computadores máis potentes que existen en cada momento. O primeiro computador que se considerou dentro desta categoría foi realizado nos anos sesenta para o Departamento de Defensa estadounidense. O feito de que calquera computador persoal teña na actualidade unha capacidade de cálculo moi superior ó dito supercomputador, dános boa conta do dinamismo que se produce neste eido. O resto dos computadores adoitan agruparse en xeral en *mainframes*, minicomputadores —computadores de moi altas e altas prestacións, respectivamente, pensados para atender un gran número de usuarios—, estacións de traballo e microcomputadores (os coñecidos como ‘pecés’) —orientados á súa utilización individual ou, en todo caso, por parte dun número reducido de usuarios de forma simultánea—. Na actualidade están proliferando uns computadores de reducido tamaño e escasa potencia de cálculo, que poderíamos denominar *picocomputadores*, entre os que son especialmente populares os asistentes dixitais persoais ou PDA (*Personal Digital Assistants*). Aínda que inicialmente están pensados para a súa utilización como axendas, calendarios, directorios de teléfonos, etc., xa comezaron a aparecer usos máis sofisticados deles, como a navegación por Internet ou o apoio á telemonitorización de pacientes (S. Barro, J. R. Presedo, D. Castro, M. Fernández-Delgado, S. Fraga, M. Lama e J. Vila, *Intelligent Telemonitoring of critical-care patients*. IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine. Número especial sobre “Telemedicine”. Vol. 18, núm. 4, 1999, 80-88).

2 S. Barro, “El campeón de ajedrez y la máquina que sabía sumar: la ficción científica (parte 1ª); la realidad (parte 2ª); la reflexión (parte 3ª)”, *El Correo Gallego*, Suplemento de Ciencia y Tecnología, núms. 85, 86 e 87, abril e maio de 1997.

3 O proxecto “Computing’s Millenium Timeline” está tratando de establecer os feitos máis importantes no ámbito das tecnoloxías da información ó longo dos últimos mil anos. Sexa cal sexa o resultado último, non cabe dúbida de que tales feitos se aglutinarán ó final da liña do tempo, tal como parecen apiñarse as árbores que vemos ó final dunha longa avenida.

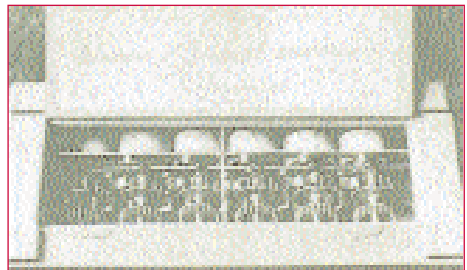
2. A PREHISTORIA DA COMPUTACIÓN

O primeiro dispositivo de computación coñecido é o ábaco, orixinario de Babilonia (hoxe Iraq), hai uns cinco mil anos. As sucesivas filas de doas ou bólas dun ábaco representan as unidades, decenas, centenas..., e en cada ringleira fíxase un número concreto utilizando unha cantidade equivalente de pezas. A pesar da súa enorme sinxeleza, ou se cadra por iso mesmo, o ábaco permite que unha persoa adestrada realice as operacións aritméticas elementais cunha inusitada rapidez⁴. As moi posteriores regras de cálculo ou as calculadoras mecánicas comparten, senón na forma si no fondo, a idea principal que guiou o invento do ábaco: apoiar mecanicamente as persoas na realización de cálculos máis ou menos complexos e repetitivos.

Fixémonos en que os sistemas de numeración que se foron utilizando ó longo da historia da Humanidade non sempre se axeitaron ós dispositivos de computación utilizados en cada momento. Así ocorreu, por exemplo, cos números romanos fronte ó ábaco ou cos números de orixe árabe que nós utilizamos fronte á codificación que se segue nos computadores dixitais. Neste sentido, temos que pensar que non existe un problema importante se se realiza a correcta tradución no nivel

de entrada de datos e de lectura de resultados entre o sistema de numeración empregado 'a man' e aquel utilizado internamente polo sistema de computación elixido.

Aínda que posiblemente a máis famosa máquina de calcular mecánica se debe a Blaise Pascal (1623-1662), hoxe en día considérase que a primeira calculadora foi obra do profesor alemán Wilhelm Schickard (1592-1635), construída en 1623, xusto o ano do nacemento de Pascal. Non obstante, a repercusión da obra de Pascal foi moito maior. A súa famosa Pascalina, realizada en 1642, cando Pascal só contaba dezanove anos de idade, é unha calculadora mecánica que opera mediante rodas dentadas e pesas. Para sumar e restar, a Pascalina xiraba as rodas, rexistrando así os valores, e utilizaba as pesas para realiza-la propagación do carrexo dunha roda a outra.



Máquina de calcular de Blaise Pascal, Conservatorio Nacional das Artes e Oficios, París.

⁴ Nunha proba realizada en 1947, un xaponés cun ábaco enfrontouse a un estadounidense que usaba a máis moderna calculadora electromecánica da época. O xaponés gañou en tódalas ocasións agás na realización de multiplicacións. É moi triste que os escenarios de enfrontamento entre os países representados por ámbolos contendentes foran en ocasións ben distintos.

Os tres séculos seguintes á aparición da primeira calculadora mecánica viviron a chegada continua de ideas e máquinas, se ben cada nova realización foise apoiando dun modo ou outro nas anteriores. En calquera caso, probablemente as contribucións máis transcendentales se deban a Charles Babbage (1791-1871). Referímonos á súa Máquina de Diferencias e á súa Máquina Analítica. Aínda que ningunha delas chegou a funcionar plenamente, as súas achegas considéranse a base da moderna computación.

Si podemos dicir que ningunha máquina, por extraordinaria e complexa que sexa, é máis interesante có seu creador, isto é especialmente certo na persoa de Babbage⁵. Argúmentase con frecuencia que foron as limitacións tecnolóxicas da época que lle tocou vivir as que lle impediron concluí-la súa obra. A falsidade deste argumento púxose de manifesto coincidindo co bicentenario do seu nacemento, en 1991, cando o Museo da Ciencia de Londres construíu integramente unha máquina de diferencias número 2, baseada nos planos de Babbage, utilizando exclusivamente técnicas e materiais dispoñibles a mediados do século XIX. A máquina funcionou perfectamente tras solucionar un pequeno número de erros obvios encontrados nos planos deixados por Babbage. O proxecto continúa na actualidade, co obxectivo de realiza-la parte dedicada

á impresión dos resultados sobre tarxetas perforadas.

O que case con total seguridade impediu a Babbage finaliza-los seus proxectos foi ese afán seu por construí-la mellor das máquinas que a súa cabeza podía concibir. Como referendo ás miñas palabras, gustárame lembrar aquí a experiencia que máis tarde contaría o matemático John Fletcher Mouton, da Universidade de Cambridge, sobre unha visita que lle fixo a Babbage poucos anos antes da súa morte. A medida que Babbage lle ía ensinando os diferentes talleres nos que ó longo dos anos se fixeran os traballos de construción das máquinas de calcular deseñadas por el, o estado de execución destas era cada vez máis pobre. Segundo Babbage, a execución de cada unha delas fora abandonada cando unha nova proposta era mellor e máis simple cá anterior, de tal modo que o esforzo para levala a cabo integramente se antollaba menor que completa-lo deseño previo. A última das habitacións, segundo Fletcher, non tiña nin trazas dunha máquina de calcular. A resposta de Babbage foi a mesma: "Aínda non está construída, pero estou traballando nela, e levará menos tempo construíla enteira que o que suporía completa-la Máquina Analítica desde o estado no que a deixei". En fin, tamén algúns políticos levan unha traxectoria semellante de eternas promesas de mellora-lo que antes non concluíron, ou ás veces nin sequera empezaron.

⁵ *Charles Babbage and his Calculating Engines*, publicación do Science Museum de Londres, 1998.

A primeira calculadora comercializada con certo éxito coñeceu co curioso nome de 'aritmómetro'. Foi desenvolvida polo francés Charles Xavier Thomas (1785-1870) —coñecido como Charles de Colmar— e foi merecedora da medalla de ouro da Exposición Internacional de Londres, en 1862. A máquina en cuestión daba realizado as operacións aritméticas básicas e calcular raíces cadradas con precisión. O aritmómetro foi, polo tanto, o primeiro exemplo da avidez coa que estes aparellos eran desexados. Debemos ter en conta que xa naquela época comezaban a cobrar carácter de necesidade; sirva como exemplo o feito de que a realización das táboas do censo de poboación estadounidense realizado en 1880, repetido cada dez anos por mandato da súa Constitución, necesitou dun período de máis de sete anos para se completar. O seguinte censo, de 1890, fíxose en 'só' dous anos e medio, gracias a un plan de codificación en tarxetas perforadas das respostas ás preguntas do censo e á máquina realizada por Herman Hollerith (1860-1929), que permitía a súa lectura e clasificación. O éxito da máquina de Hollerith tivo a súa continuación na Tabulating Machine Company, fundada por el en 1896. Seguro que o nome desta compañía no lles di nada, aínda que quizais si lles soe o daquela que naceu trala súa fusión con outras empresas: International Business Machines Corporation, máis coñecida polo acrónimo IBM.

O papel dos españois nestes inicios da computación non foi especialmente brillante, sacando, claro está, o desempeñado por Leonardo Torres Quevedo (1852-1936), que fixo contribucións de primeira fila no ámbito da automática e a computación analóxica. Membro da Real Academia de Ciencias de Madrid, desenvolveu diversas calculadoras e dous autómatas electromecánicos para xogar ó xadrez. Aínda que non é este o lugar axeitado para destacar moitos outros inventos e méritos de Torres Quevedo, permítanme dicirles unicamente que un teleférico deseñado por el segue aínda marabillando a quen o utiliza para cruza-las cataratas do Niágara.

3. A COMPUTACIÓN CONTEMPORÁNEA

Con certos matices, asúmese que a computación moderna ou computación contemporánea comeza cos primeiros computadores electrónicos baseados en válvulas ou tubos de baleiro e continúa ata os nosos días, dividida en catro xeracións de computadores, as cales se identifican cos avances máis significativos experimentados polos dispositivos coa que os ditos computadores se deseñaron: tubos de baleiro, transistores, circuítos integrados e microprocesadores, respectivamente. Asumiremos e seguiremos esta forma de presenta-la evolución dos computadores, entendendo que as fronteiras entre as sucesivas xeracións son cando menos difusas. Dedicaremos, con todo, unha maior atención á

primeira e á última, precisamente por representaren, respectivamente, o nacemento e a globalización da moderna computación. En todo caso, é obrigado antes facer referencia a certos fitos ou fundamentos teóricos da computación, aínda que por limitacións de espacio imos reducilos a dous: a álgebra de Boole e a máquina de Turing.

ÁLXEBRA DE BOOLE

A álgebra de Boole recibe este nome porque foi desenvolvida polo matemático inglés George Boole (1815-1864). Trátase dun conxunto de símbolos, que poden representar números, letras, obxectos, calquera cousa, en definitiva, e regras para manexalos ditos símbolos. Deste modo, o mesmo que no marco da aritmética clásica " $5+3=8$ " é certo, no marco da álgebra do Boole " $a E 1= a$ " tamén o é. As tres operacións lóxicas máis elementais da álgebra de Boole son a negación (Non), a conxunción (E) e a disxunción (Ou). Calquera operación lóxica pode poñerse como combinación destas tres operacións primitivas. De feito, isto tamén é certo se consideramos simplemente a operación negación da conxunción (Non E). Asumindo o código binario

formado unicamente polos símbolos "0" e "1", a definición da operación "Non E", que representaremos de forma máis abreviada mediante o símbolo "***", é a seguinte: $0*0=1$, $0*1=1$, $1*0=1$, $1*1=0$. Se establecemos unha identificación entre o valor "verdadeiro" e o "1", o valor "falso" e o "0" e o símbolo "***" e a negación da conxunción de dúas proposicións lóxicas, que só poden ter valor verdadeiro ou falso, resulta que o mesmo que " $1*1=0$ ", a negación da conxunción de dúas proposicións verdadeiras dá un valor falso⁶.

Pódese dicir que a obra de Boole transportou a lóxica do terreo filosófico ó matemático.⁷ Ata ese momento, a xa milenaria lóxica formal non superara o siloxismo, un método de razoamento deductivo que parte dunha premisa maior e unha menor para chegar a unha conclusión, o que permite inferir, por exemplo, que "eu son mortal" a partir do coñecemento de que "tódalas persoas son mortais" e "eu son unha persoa". O transcendental paso que permite formalizar este e outros métodos de razoamento e, con isto, facilitá-la súa computarización, débémollos en boa medida a Boole.

6 Calquera computador podería deseñarse simplemente sobre a base da combinación adecuada de operadores lóxicos "Non E". A Bioloxía ofrécenos exemplos aínda máis incríbles de cómo se pode conformalo moi complexo a partir de elementos extremadamente simples: un bo exemplo disto é o feito de que as "instrucións do programa xenético" dos organismos se codifiquen simplemente na orde na que aparecen no ADN as catro bases: adenina, timina, guanina e citosina.

7 Dous foron os traballos clave neste sentido: "The mathematical analysis of logic. Being an essay towards a calculus of deductive reasoning" (Análise matemática da lóxica. Un ensaio cara ó cálculo do razoamento deductivo) e "An investigation of the laws of thought" (Unha investigación das leis do pensamento), publicados no ano 1847 e 1854, respectivamente.

MÁQUINA DE TURING

En 1937 publicouse nas actas da Sociedade Matemática de Londres un artigo do aínda mozo matemático Alan Turing, da Universidade de Cambridge, nado en Londres en 1912. Este artigo, titulado “On computable numbers with an application to the Entscheidungsproblem” (Sobre os números computarizables cunha aplicación ó problema da decisión), está considerado como unha das contribucións teóricas máis relevantes á lóxica matemática e a computación. Neste artigo descríbese unha hipotética máquina, coñecida desde entón como máquina de Turing, composta simplemente por un dispositivo de lectura/escritura e unha cinta de lonxitude infinita, segmentada en pequenas celas, ó xeito dun carrete fotográfico sen fin. En cada unha das celas das que se compón a cinta pode almacenarse un símbolo, ou deixala simplemente en branco. O símbolo escrito nunha cela pode ser recoñecido polo dispositivo de lectura cando este se sitúa nela. Así mesmo, ese dispositivo pode escribir calquera símbolo na posición na que se atope en cada momento. A lectura dun novo símbolo por parte da máquina provocará unha acción de resposta, que será función do símbolo lido e o estado interno da máquina no momento da lectura. Deste modo, dous símbolos idénticos, lidos en intres diferentes, poden provocar respostas distintas da máquina. Pense o lector nun simple

bolígrafo de émbolo; a mesma entrada ó sistema, consistente en pulsa-lo émbolo, terá consecuencias distintas, concretamente que a punta do bolígrafo saia ou entre, en función do estado, punta dentro ou fóra, respectivamente, no que se encontre o bolígrafo no momento de aplica-la dita entrada. A máquina de Turing é tan simple que só pode facer tres cousas: le-lo contido dunha cela e deterse; borrar un símbolo e escribir un novo; e, finalmente, ler unha cela e moverse cara á esquerda ou a dereita. Hai dúas cousas que nos marabillan sobre esta máquina: en primeiro lugar, que sendo tan simple poida resolver case calquera problema matemático ou lóxico que se nos ocorra, mesmo utilizando unicamente un código binario, composto por uns e brancos (ceros); en segundo lugar, a xenialidade de Turing para poder pensar neste nivel de abstracción cando aínda non existía ningún dispositivo real que puidese asemellarse á súa máquina —algunha moi leve e sutil inspiración podía proceder, se acaso, das máquinas de Babbage—. Hoxe resulta evidente que a máquina de Turing é basicamente un computador, no que a cinta é a memoria de propósito xeral, capaz de almacenar non só datos senón tamén instrucións, e o dispositivo de lectura/escritura é a unidade de procesamento central.

A máquina de Turing é unha formalización do concepto de algoritmo⁸ independente de calquera realización

⁸ A palabra algoritmo provén de Muhammad ibn Musa Al'Khowarizmi, quen no século XII desenvolveu o concepto de proceso que hai que seguir para lograr algún obxectivo.

ou implementación práctica deste. Un problema dise computable se para el existe un algoritmo e, polo tanto, unha máquina de Turing que o resolva. E aquí convén chama-la atención sobre o feito de que unha máquina de Turing poida resolver 'case' calquera problema matemático ou lóxico. Existen problemas que non se poden resolver mediante unha máquina de Turing e, polo tanto, entran na categoría de problemas insolubles algorítmicamente.

Non tódalas contribucións de Turing se mantiveron no terreo teórico —de feito, os que o coñeceron afirman que sempre tivo un enorme interese por todo tipo de experimentación práctica—. Durante a Segunda Guerra Mundial tivo un papel clave na realización dunha máquina electrónica, denominada Colossus, que permitiu 'reben-tar' as mensaxes que os alemáns cifraban a través da complexa máquina Enigma. Este feito tivo tal relevancia no discorrer da guerra que, aínda que non se di que Turing fixo gaña-la guerra, hai quen afirma que podería terse perdido sen el.

Sen dúbida a obra de Turing adiantouse ó seu tempo e desgraciadamente tamén a súa vida, que non foi respectada pola sociedade británica da época, para a cal a homosexualidade era un crime. Nunha carta a un amigo, dicía: "Temo que o día de mañá alguén recorra ó seguinte siloxismo: Turing cre que as máquinas pensan; Turing déitase con homes; logo, as máquinas non pensan". En 1952 foi arrestado por manter relacións homosexuais e tralo

xuízo aceptou que se lle administraran inxeccións de estróxenos (como alternativa a unha pena de cárcere) que o volveron impotente e, tal como el mesmo manifestou a un seu compañeiro de Cambridge, fixéronlle medra-los peitos. O 7 de xuño de 1954 atopárono morto logo de que inxerise, case con toda seguridade de forma consciente e voluntaria, cianuro potásico.



Alan Turing.

3.1 PRIMEIRA XERACIÓN

A historia dos computadores electrónicos e, con eles, da computación tal e como hoxe a coñecemos, ten unha orixe difusa. O recoñecemento ó traballo pioneiro de John Vincent Atanasoff

e Clifford E. Berry, que desenvolveron en 1939 o primeiro prototipo de computador dixital, chegoulles en 1973, tras un xuízo que invalidou a patente do computador ENIAC (Electronic Numerator, Integrator, Analyzer, and Computer), realizado por un equipo de científicos e enxeñeiros⁹ na Universidade de Pensilvania, en Filadelfia (EUA). A pesar disto, en xeral é o ENIAC o que adoita darse como referencia da orixe dos modernos computadores¹⁰. Este computador posuía 18.000 válvulas, consumía 100 quilowatts, ocupaba unha gran habitación e realizaba a suma de 5.000 números decimais de dez díxitos por segundo. Esta capacidade de cálculo, que hoxe nos parece ridícula xa que é superada por calquera calculadora de peto programable, era considerada enorme naquela época.

Hai dúas consideracións respecto ó ENIAC que resultan especialmente importantes. En primeiro lugar o feito de se tratar dun computador dixital de propósito xeral, é dicir, un dispositivo de computación con capacidade de ser reconfigurado para realizar tarefas diferentes. Isto lévanos á segunda consideración, e é que a reconfiguración debía realizarse mediante a reorganización de miles de cables e conmutadores. O ENIAC, polo tanto, carecía da

capacidade de almacena-lo programa que se ía executar, polo que non podemos consideralo un computador en sentido estricto; polo menos, non se temos en conta a semántica que hoxe asociamos ó dito termo. Precisamente, esta limitación foi discutida por un dos deseñadores do ENIAC, J. Presper Eckert, con John von Neumann, quen deu máis tarde solución ó problema introducindo o transcendental concepto de 'programa almacenado', como substituto do 'programa de cables'. Para facérmonos unha idea do avance que isto supuxo, permítanme comparalo co que suporía que nunha única etapa evolutiva pasasemos do rixido sistema nervioso dunha sambesuga á plasticidade que posúe o cerebro dun gato ou un can. Simplemente esta achega faría que Neumann pasase ós anais da historia da computación con letras de ouro, pero as súas contribucións foron moitas máis. Tamén foi el quen levou ó deseño do EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer) a aritmética binaria, como substituta da decimal, coa que operaba o seu predecesor, o ENIAC. Sen embargo, o EDVAC só existiu 'sobre o papel', mentres que si foron realidade o BINAC (BINary Automatic Calculator), de Eckert e Mauchly, e o EDSAC (Electronic Delay Storage Automatic

⁹ Creo que é importante destacar que a computación é unha disciplina que se apoia nos modelos, os métodos e as ferramentas das que se valen as ciencias para o seu avance, á vez que, por suposto, participa dos métodos de desenvolvemento e innovación tecnolóxicos. Presenta, polo tanto, esa compoñente ambivalente que posúen aquelas disciplinas que se nutren tanto do descubrimento como do invento.

¹⁰ A idea de utilizar tubos de baleiro para o deseño de computadores tivérona Atanasoff e Berry, entón na Universidade de Iowa, ó deseñar en 1939 o ABC (Atanasoff-Berry Computer). O ABC nunca chegou a estar operativo e si, máis tarde, o ENIAC.

Calculator), de Maurice Wilkes, desenvolvido na Universidade de Cambridge, Inglaterra. Ambos viron a luz en 1949, pero o segundo uns meses antes, polo que, case con total seguridade, podemos consideralo como o primeiro computador dixital electrónico de programa almacenado totalmente operativo.

O computador ENIAC foi inicialmente desenvolvido para a súa utilización militar durante a Segunda Guerra Mundial, aínda que en realidade non se rematou ata dous meses despois do final desta. O seu pulo á computación

moderna foi decisivo. De feito, dous dos creadores do ENIAC, John Mauchly, da Universidade de Pensilvania, e o mencionado Eckert, fundaron unha compañía para desenvolver unha versión comercial do ENIAC, coñecida como UNIVAC. Con isto deron paso ó principio da fin da posesión case en exclusiva dos computadores por parte dos militares e dun reducido colectivo de científicos e enxeñeiros. Algúns historiadores da computación sitúan o comezo da primeira xeración de computadores coincidindo con este feito, ocorrido no ano 1951.

Xeración	Inicio	Elementos de deseño	Programación	Memoria	Periféricos de entrada e saída de datos	Procesamento	Exemplo
Primeira	1951	Tubos de baleiro	Linguaxes máquina e ensamblador	Tambores e cintas magnéticas	Tarxetas perforadas	Por lotes	UNIVAC-I
Segunda	1960	Transistores	Linguaxes de alto nivel	Núcleos e discos magnéticos	Teclado e monitor	Tempo compartido	PDP-8
Terceira	1967	Circuitos integrados	Linguaxes orientadas a aplicacións	Discos magnéticos e <i>Floppy</i>	Rato	Distribuído	B3500
Cuarta	1975	Microprocesador	Orientada a obxectos	Memorias de semiconductor, CD-ROM, DVD	Impresora láser	Multiprocesamento	IBM-PC
Quinta	¿-?	<i>Software</i> baseado en Intelixencia Artificial	Orientada á aprendizaxe	Orgánica	Interface en linguaxe natural	Ubicuo	¿-?

Táboa I. Distintas xeracións de computadores e algúns dos feitos máis destacados que as acompañaron.



O ENIAC arriba e o UNIVAC abaixo, que foi a versión comercial do primeiro. (Tomado de *Quest*, Edit. Rialp).

Coma case sempre ocorre durante a curva de desenvolvemento dunha tecnoloxía, nesta época vivíuse un exceso de optimismo en canto ás posibilidades que os computadores poñían ó noso dispor. As referencias ós computadores da época como ‘cerebros electrónicos’, a chamada ó alistamento da armada estadounidense baixo o

reclamo: “¿Canto dá a raíz cúbica da décimo sexta potencia do número 2589? ¿O computador ENIAC da armada pode darche a resposta nunha fracción de segundo!”, ou a afirmación dun dos fundadores de IBM en relación a que uns poucos IBM 701 —o primeiro computador comercializado por esa firma—, serían suficientes para atender as necesidades mundiais de computación, ilustran, aínda que sexa dun modo anecdótico, o hiperoptimismo reinante naquela época.

3.2 SEGUNDA XERACIÓN

O invento do transistor en 1947 cambiou radicalmente a forma na que continuarían desenvolvéndose os sucesivos computadores, dando paso á súa segunda xeración. Isto non sucedeu, non obstante, ata que en 1960 comezaron a deseñarse os computadores mediante transistores, substituíndo as inmensas válvulas de baleiro. Ó contrario que os tubos de baleiro, os transistores son pequenos, teñen un baixo consumo e disipan pouca calor, ademais de ser máis rápidos na conmutación entre estados e moito máis fiables no seu funcionamento.

Durante esta época resulta especialmente destacable o amplo desenvolvemento das linguaxes de programación de alto nivel —con expresións que posúen unha sintaxe relativamente próxima á linguaxe natural—. O COBOL (*Common Business Oriented Language*), por exemplo, apareceu en 1960 e foi a linguaxe máis utilizada durante dúas décadas. Ignorada

despois, o seu uso foi recuperado nos últimos anos para ‘remendar’ os programas incapaces de empezar con bo pé o ano 2000.

Son dúas as empresas e os computadores que marcaron en boa medida esta época: a serie de computadores System/360 de IBM e o PDP-8 de Digital Equipment Corporation, este último o primeiro verdadeiro minicomputador. Sen embargo, foron os avances introducidos nas linguaxes de programación e nos sistemas operativos os que deron un grande pulo á utilización dos computadores durante esta segunda xeración. Se os sistemas operativos da década dos cincuenta buscaban fundamentalmente mellora-lo rendemento da máquina, algúns dos avances realizados durante esta época —como a aparición dos sistemas de tempo compartido, achega de Fernando Corbató, do MIT (Massachusetts Institute of Technology)— devolveron boa parte do control da máquina ós usuarios. Este feito acentuouse na seguinte xeración, de tal modo que sistemas operativos tan populares como o UNIX, que comezaron a desenvolver en 1969 Dennis Ritchie e Kenneth Thompson, responden precisamente a esta filosofía.

3.3 TERCEIRA XERACIÓN

En 1958, Jack St. Clair Kilby e Robert Noyce realizaron o primeiro circuíto integrado ou *chip*, incorporando múltiples transistores e outros dispositivos electrónicos nunha única oblea de silicio. O primeiro circuíto integrado

comercial apareceu en 1961, fabricado por Fairchild Corporation. Con todo, houbo que agardar ata 1967 para que os computadores comezasen a fabricarse mediante esta tecnoloxía, dando paso á coñecida como terceira xeración de computadores. Os primeiros computadores que incorporaron circuítos integrados foron os B2500 e B3500 de Burroughs.

Desta época son dous dos avances que máis incidencia tiveron na que hoxe tendemos a denominar como sociedade da información: o concepto de ‘rede de área global’, desenvolvido como parte do proxecto ARPANet, embrión da hoxe ubicua Internet, e o de ‘rede de área local’, a través da invención de Ethernet por Robert Metcalfe, en Xerox PARC.

Se se me permite un comentario un tanto á marxe, direilles que tamén foi durante esta terceira xeración, concretamente en 1968, cando se asumiu o estándar de seis díxitos para a representación da data (AAMMDD), algo que, como todos saben, había traernos moitos crebacabezas nos últimos anos.

3.4 CUARTA XERACIÓN

En 1969, unha compañía xaponesa fabricante de calculadoras, Busicom, pediulle á empresa Intel o desenvolvemento dun conxunto de circuítos integrados para unha liña nova de calculadoras electrónicas programables que desexaba lanzar ó mercado. A súa idea era ofrecer unha serie de calculadoras

con diferentes capacidades e opcións. O enxeñeiro de Intel, Maurice E. Hoff, fíxose cargo do proxecto¹¹. As experiencias previas neste sentido sempre foran acompañadas do redeseño dos circuítos cada vez que cambiaban as especificacións do produto final. Hoff pensou que ese redeseño podería evitarse se conseguía desenvolver un circuítio lóxico de propósito xeral, que puidese programarse, igual cá unidade de procesamento central dun computador. O resultado foi o Intel 4004, o primeiro microprocesador da historia¹². Despois de case trinta anos de evolución, hoxe vémo-lo 4004 como un microprocesador tremendamente simple; 2.250 transistores e 60.000 operacións por segundo son cifras moi apartadas das que ofrecen os microprocesadores máis recentes, que integran varios millóns de transistores. En calquera caso, resulta moi significativo que un circuítio integrado tivese unha capacidade de cálculo unha orde de magnitude maior ca un computador como o ENIAC, do que se daban o tamaño e peso en metros cúbicos e toneladas, respectivamente.

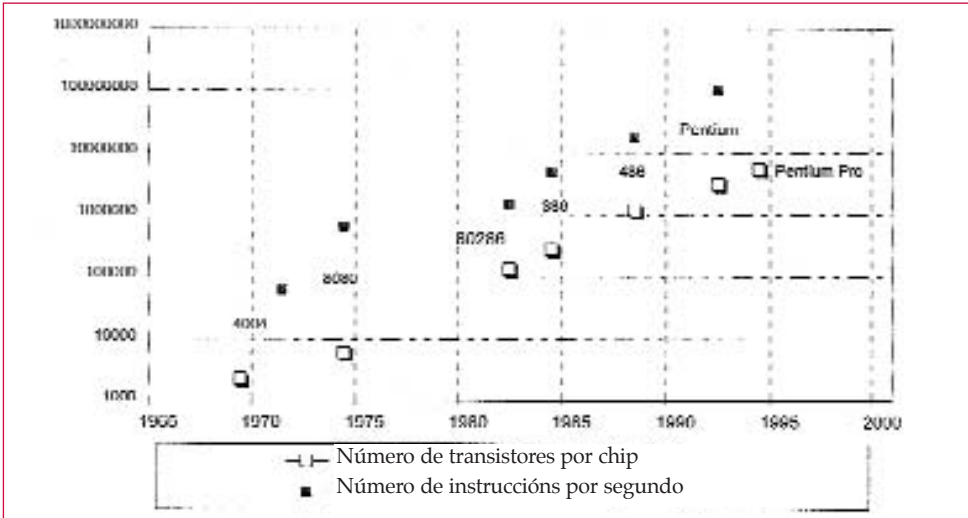
Busicom recibiu o resultado do seu encargo en forma de catro circuítos

integrados: o microprocesador propiamente dito, a memoria RAM —memoria de acceso aleatorio—, para o almacenamento temporal de datos, a memoria ROM —memoria só para lectura— destinada ó almacenamento permanente das instrucións que definían en cada caso un dispositivo ou calculadora concreta, e un circuítio de entrada/saída para o diálogo entre o microprocesador e o ‘mundo exterior’. Busicom obtivo unha brillante solución ós seus problemas —o que, sen embargo, non lle serviu para evita-la súa desaparición anos máis tarde— e a Humanidade recibiu un dos inventos que máis dinamizaron as tecnoloxías da información e as comunicacións, e con elas as nosas vidas.

Particularmente transcendente no haber do microprocesador foi o desenvolvemento do computador persoal, polo que supuxo de globalización da computación. Non pasaron moitos anos des que Steve Jobs e Steve Wozniak fixeron realidade a súa idea de crear un microcomputador —un computador baseado nun microprocesador— tan simple que puidese utilizarse directamente tras sacalo da súa caixa e enchufalo, como facemos, por

11 S. Barro, «Ponga un microprocesador en su vida», *El Correo Gallego*, Suplemento de Ciencia y Tecnología, núm. 70, 24 de novembro de 1996.

12 Un microprocesador é o corazón dun computador integrado nun único *chip* —unha lámina de silicio envolta nunha cápsula, que se comunica con outros dispositivos a través dunha serie de filamentos ou patillas—. Nun microprocesador inclúese a unidade encargada de realizar operacións aritméticas e lóxicas básicas (unidade aritmético-lóxica) e a unidade de control, encargada de le-las instrucións que compoñen un programa que se vai executar, de descodificar (interpretar) as ditas instrucións e de facer que o conxunto de elementos que soportan a computación operen ordenadamente e nos momentos precisos, para conseguir así a execución correcta do dito programa.



Táboa II. Complexidade, en número de transistores por *chip*, e potencia, en número de instrucións executadas por segundo, dalgúns dos microprocesadores de Intel. (Fonte: http://www.i-probe.com/i-probe/ip_intel.html).

exemplo, cun electrodoméstico¹³. Pouco despois da fundación de Apple Computer Inc., en abril de 1977, o Apple II¹⁴, con monitor, teclado, unidade de disco flexible e sistema operativo, viu a luz e con el naceu realmente a revolución do ordenador persoal, definitivamente potenciada, sen dúbida, por tres ‘megaempresas’ do sector da informática: Intel, mediante os seus microprocesadores, IBM, verdadeira artífice da difusión do ordenador persoal ou PC, e Microsoft, que achega o *software*, cos sistemas operativos como a meniña dos seus ollos.

Se a cuarta xeración de computadores se asocia ó microprocesador, non cabe dúbida que esta aínda está en marcha e non perdeu vixencia. Os esforzos por fabricar microprocesadores máis potentes e versátiles son continuos e parece que seguirán dando froitos aínda uns anos máis. A xa famosa Lei de Moore, enunciada a principios dos setenta por Gordon Moore, cofundador de Intel, así o constata; Moore observou durante os primeiros anos a relación prezo/prestacións dos *chips* desenvolvidos para o deseño de computadores, e baseándose nisto predixo

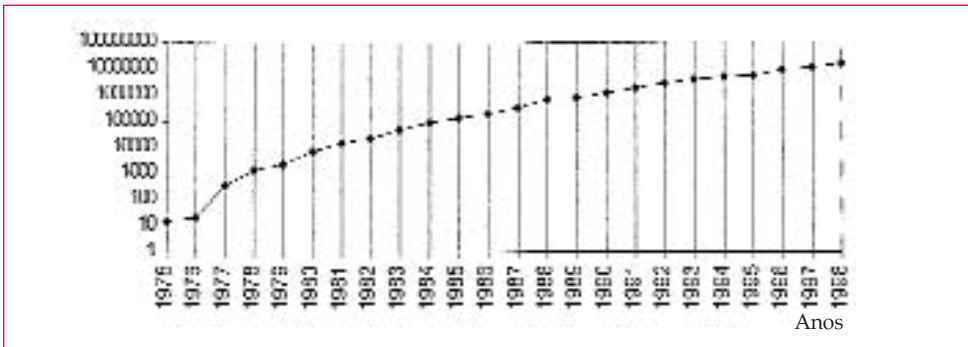
¹³ Se ben se asume que o primeiro computador persoal é o Altair 8800, considerar como tal un computador que carecía dos máis elementais periféricos é, cando menos, un exceso.

¹⁴ Recordo que nos últimos cursos da carreira os alumnos facíamos cola diante do único computador do que dispuñamos para realiza-las prácticas, precisamente unha versión avanzada do Apple II, tal como agora facemos para sacar diñeiro dun caixaero automático ou, segundo conta meu pai, como se facía cando el era neno coa cartilla de racio-namento na man.

que a capacidade destes se dobraría cada ano (en realidade isto vén ocorrendo cada ano e medio, aproximadamente). En boa medida, esta lei segue vixente (táboa II) e é previsible que se manteña ata que se alcancen os límites físicos en canto a integración de transistores mediante a tecnoloxía do silicio [Bohr, 1998]. En calquera caso, o principal valor non se encontra no soporte físico senón no soporte lóxico e, en maior medida, na información e o coñecemento. Como mostra, un botón: fixémonos na evolución da facturación experimentada por Microsoft desde a súa fundación, en 1975 (táboa III), ou o aínda máis explosivo incremento de valor de empresas que venden información, como Yahoo!, que pasou en moito menos tempo a 'valer' varios billóns de pesetas.

Permítanme que analice con algo de calma a evolución que experimentou na súa facturación Microsoft, e que amosa cómo basicamente se foi do-

brando cada dous anos. Este fenómeno, con certos matices, é semellante noutras empresas do sector. Se vostedes mo permiten, e o propio Bill Gates, cofundador e presidente de Microsoft, gustaríame denominala 'Lei de Barro', e non precisamente como agoiro dun futuro pouco prometedor para esa empresa. Fixémonos en que nesta ocasión non falamos de duplicar prestacións, senón o volume de negocio, que é algo ben distinto. En calquera caso, este fenómeno pode ter unha relación importante co que concreta a Lei de Moore. Ó se duplica-lo número de transistores nun circuíto integrado, dúplícanse basicamente as súas prestacións. Este feito vai acompañado dun incremento das aplicacións ás que pode destinarse e da utilidade destas, pero, sobre todo, promove o 'axigantamento' dos programas xa existentes, que se van dotando de novas posibilidades, moitas delas, a dicir verdade, bastante estériles —mentres escribo para vostedes este



Táboa III. Evolución da facturación da empresa Microsoft.

(Fonte: <http://www.microsoft.com/MSCorp/Museum/timelines/microsoft/timeline.asp>).

artigo, por exemplo, estou utilizando o procesador de textos nun nivel que seguramente non alcanza o 5 % das súas opcións—. A utilidade derivada dunha tecnoloxía evoluciona en xeral de modo logarítmico en relación ó avance ou crecemento desa tecnoloxía, de tal xeito que se esta última medra exponencialmente, a primeira só o fará linealmente. Sen embargo, as empresas que achegan utilidade á tecnoloxía amáñanse para creceren exponencialmente, en xeral, creando e mantendo falsas necesidades en nós, os seus clientes.

4. ¿QUINTA XERACIÓN?

Se ben xa existiu un intento por dar paso á denominada ‘quinta xeración de computadores’, este non tivo éxito. Polo menos non na forma na que os xaponeses concibiron o que, sen dúbida, foi un dos seus máis ambiciosos ‘megaproxectos’ tecnolóxicos, comunmente denominado proxecto da máquina Prolog. Foi iniciado polo Ministerio de Comercio e Industria xaponés en 1982 e fixo énfase no uso intensivo da linguaxe de programación lóxica Prolog —desenvolvido por Alain Colmerauer, da Universidade de Marsella, unha década antes— e no

desenvolvemento de computadores especialmente adecuados para a execución de programas escritos na dita linguaxe. Tralo fracaso deste plan, no ano 1991 os xaponeses decidiron saltarse directamente a quinta xeración de computadores e dar paso á sexta, baseada nas redes neuronais artificiais. Non deixa de sorprendeme esta brusca transición entre dous paradigmas de computación tradicionalmente enfrontados, como son a computación lóxica (simbólica) e a computación neuronal (subsimbólica), tan allea ó usual eclecticismo e á formulación conciliadora dos orientais.

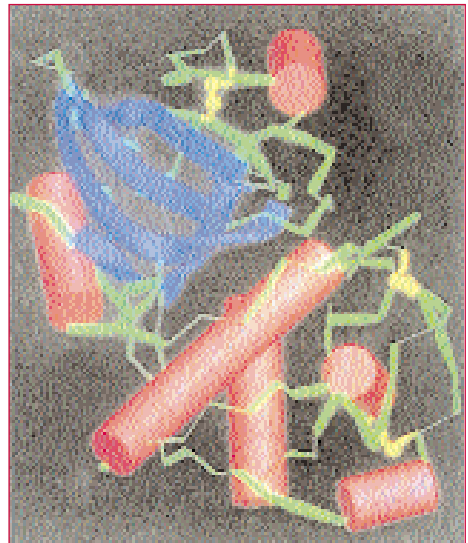
Por outra parte, hai quen considera que xa levamos algún tempo na quinta xeración, da man dos computadores masivamente paralelos; ou que se está entrando actualmente, co apoio das tecnoloxías das telecomunicacións, baixo o concepto da computación ubícuca. Se os primeiros centros de cálculo se organizaban arredor dun ordenador de altas prestacións, con capacidade de atender as necesidades de múltiples usuarios conectados a el simultaneamente: ‘un computador para moitas persoas’, e despois vivímo-lo slogan das compañías líderes do sector informático, tanto de *hardware* como de *software*: ‘un computador en cada despacho ou mesa’¹⁵, actualmente estamos

¹⁵ Consequilo non foi unicamente mérito de IBM ou doutras empresas dedicadas a ofrecernos computadores cada vez máis potentes e baratos. Tamén contribuíu decisivamente a isto a facilidade coa que case calquera persoa pode utilizar estes ordenadores, mesmo sendo leiga en temas informáticos. As interfaces baseadas en iconas, que tantos beneficios deron a Bill Gates, son unha idea orixinal do centro de investigación en Palo Alto, Estados Unidos, pertencente á empresa Xerox Corporation. Steven Jobs, cofundador de Apple, visitou o centro a principios dos oitenta e tomou boa nota do computador Xerox Star, o seu rato, a súa pantalla gráfica e a interacción co usuario baseada en iconas. Sen dúbida esta visita tivo un claro reflexo no Macintosh.

asistindo ó imparable avance dunha forma de computación que ben podería atender ó lema de: ‘moitos computadores ó servizo de calquera persoa’. De calquera xeito, e se mo permiten, a min gustaríame reserva-la consideración de quinta xeración a un tipo de computadores que aínda está por chegar. Sen prexuízo de que vaian aparecendo novos avances no terreo do *hardware* que supoñan achegas, se non revolucionarias si significativas abondo como para merece-la dita consideración, penso que un avance cualitativo terá que vir da man do *software* e, máis concretamente, daquel que asociamos cunha rama das ciencias da computación coñecida co nome de Intelixencia Artificial.

O termo ‘Intelixencia Artificial’ foi acuñado en 1956 por John McCarthy, do MIT, no hemisferio da primeira xeración de computadores. Sen embargo, aínda non contribuíu dun xeito definitivo a introducirmos nesa quinta xeración que, como dixen, ha apoiarse máis nos avances no *software* e non tanto no *hardware*. Raymond Kurzweil, presidente da Kurzweil Technologies Inc., asegura no seu libro *La era de las máquinas espirituales*, que cun PC de mil dólares do ano 2020 se alcanzará a capacidade do cerebro humano —aproximadamente 100.000 millóns de neuronas e 100 billóns de conexións—, e que no ano 2050 a súa potencia será equivalente a mil millóns de cerebros humanos. Sen embargo,

non é o mesmo potencia de cálculo ou de computación ca intelixencia. O supercomputador máis potente actualmente non será moito máis intelixente có máis simple dos ordenadores persoais, se ambos se programan, por exemplo, para a resolución de ecuacións diferenciais. En calquera caso, creo oportuno reproducir unha interesante reflexión de Vicente Campos¹⁶, cando sinala que o abismo que separa a expresión “o computador é un instrumento que serve para calcular” de “o computador calcula”, non é moi distinto do que hai entre “o garfo é un



A base para construír un ordenador seguindo o modelo do cerebro humano sería o *biochip*. Estes pola súa vez estarían construídos a base de moléculas de proteínas como a que aquí se pode ver nunha imaxe de ordenador.

16 “Tecnofilia y Tecnofobia”, *Anthropos*, núm. 164, 1995, páxs. 79-82.

instrumento que serve para comer” de “o garfo come”. O que o segundo desprazamento semántico pareza unha tontería e o primeiro non, non é máis que un sinal de que a transformación xa está en curso.

Os computadores de quinta xeración darán unha maior importancia ós seus ‘sentidos’, xa que dedicarán proporcionalmente cada vez máis recursos á entrada e saída de información do exterior e menos ó seu procesamento interno. En definitiva, o que estamos dicindo é que nos imiten un pouco máis na súa organización. Este proceso estase a dar de forma progresiva. Nos primeiros computadores, o proceso de introducir información era francamente laborioso e lento. Desde a utilización inicial de caravillas para a interconexión de circuítos específicos e as tarxetas perforadas, que apareceron poucos anos despois, as cousas foron mudando notablemente. Hoxe non nos conformamos con ter un teclado sofisticado, unha pantalla de moi alta resolución e capaz de reproducir millóns de cores, ou unha impresora veloz e silenciosa. A isto unimos unha plétora de novos dispositivos como o rato, o CD-ROM, a conexión a rede, o escáner, a cámara, o micrófono, os altofalantes, tarxetas de adquisición e xeración de sinais analóxicos, por non falar dos narices electrónicos ou os sintetizadores de olores, que aínda dan os seus primeiros pasos. Estes medios para percibi-lo contorno e actuar sobre el

requiren unha crecente capacidade de computación por parte dos computadores, que ven cómo se despraza a súa potencia de cálculo desde o seu núcleo á periferia. Segundo apunta Michael Dertouzos, director do Laboratory for Computer Science do MIT, nos anos setenta só o dez por cento das ordes do ordenador se referían a aparellos de entrada-saída, como pantallas, impresoras e teclados. A maioría das ordes dedicábanse a operacións que transformaban a información interna do ordenador. A mediados dos noventa, esa proporción subiu ó oitenta e cinco por cento¹⁷.

Eses computadores da quinta xeración deberán permitirnos dialogar con eles dunha forma case natural. Aínda que xa se levan dado algúns pasos firmes neste sentido, andamos lonxe de conseguilo. ¿Lembran o computador HAL 9000 da película *2001, odisea en el espacio*? Nese filme HAL guía a nave *Discovery* nunha misión secreta, mostrando unha autonomía de funcionamento sorprendente e interaccionando cos membros da tripulación en linguaxe natural, coma se fose un máis deles. ¿Podería hoxe en día construírse un ordenador capaz de emulalo HAL nas súas competencias? A resposta ten dous matices ben diferenciados, segundo nos centremos nunha perspectiva máis próxima á tecnoloxía dos computadores ou ó campo da intelixencia artificial. A tecnoloxía dos computadores xa permitiu construír

17 M. L. Dertouzos, *What Will Be: How the New World of Information Will Change Our Lives*, Nova York, HarperEdge Publishers, 1997.

computadores capaces de realizar billóns de operacións por segundo (Teraflops). Con todo, a intelixencia artificial, á que se lle atribuiría a responsabilidade de dota-la armazón de cálculo de HAL de capacidades propias dos seres intelixentes e, en última instancia, propias do ser humano, non logrou avanzar tanto. ¿Lograrémolo no século que acaba de nacer? Déixolle o privilexio de responder a quen no ano 2100 se dirixa a vostedes desde esta mesma revista.

5. ¿ONDE ESTAMOS?

Os beneficios e posibilidades dos computadores son tan evidentes que non creo que pague a pena insistir aquí neles. Pola contra, coído que nunca está de máis incidir nalgúns aspectos da súa cara menos agradable. A dependencia á que nos están sometendo, o seu componse inescrutable, o acento que poñen nos desequilibrios sociais ou o illamento que poden inducir en nós, son algúns dos trazos que definen esa cara con máis intensidade.

Superado xa o século XX, é momento de facer balances e un deles lévanos a tratar de concretar aqueles inventos que foron máis relevantes para a Humanidade. É certo que os avións, a televisión, a radio, os foguetes, que nos permitiron chegar á lúa, son inventos sen os cales o mundo non sería hoxe como é. Pero tamén é certo que a televisión e a radio se están dixitalizando, e chegar á lúa ou voar como

hoxe o facemos terían sido misións imposibles sen a participación dos computadores. Isto non nos permite dicir, por suposto, que o computador é o invento máis relevante, pero si que é un dos que, co tempo, e dun modo crecente, alcanzaron o status de imprescindibile. A sanidade, a industria, a investigación, as comunicacións, o ocio..., para qué seguir enumerando, practicamente todo aquilo no que podemos pensar, ten unha crecente dependencia dos computadores. Resulta un exercicio interesante —que lles recomendo que fagan nalgunha ocasión— pensar naquilo que non poderíamos facer ó longo dun día normal da nosa vida se non existisen os computadores. O computador co que estou escribindolles, os múltiples microcontroladores que incorpora o meu coche, calquera coche, o teléfono móbil, o caixeiro automático, o control da iluminación nas rúas e semáforos, a televisión, o equipo de música, a lavadora, a cámara de vídeo, as máquinas expendedoras, as dos aparcamentos, os surtidores de gasolina, estean trucados ou non, os xoguets dos meus fillos...

Á marxe dos erros intencionados e os virus informáticos, os erros ou defectos causados inconscientemente, tanto no soporte físico coma no soporte lóxico, son bombas latentes de repercusións impredecibles. O primeiro erro ou *bug* —traducible como 'becho'—, produciuse no computador Harward Mark II, e foi descuberto no ano 1945 por Grace Murray Hopper. A causa dun fallo nun relé foi un caruncho, tal

como recolle a documentación que se garda no Museo Nacional de Historia Americana, en Washington D. C. (figura 1). Recentemente asistimos a dous erros bastante máis serios. Un deles afectou o deseño do microprocesador Pentium e foi detectado por un usuario especialmente tenaz e competente, o que obrigou a Intel á substitución de miles deles xa incorporados nos computadores doutros tantos usuarios. Doutra índole foi o problema informático do ano 2000, derivado da incapacidade dalgúns computadores e programas informáticos para operaren adecuadamente cos días posteriores ó 31 de decembro de 1999. Neste caso tratouse máis dun problema de ‘caducidade’ de certos sistemas informáticos que dun verdadeiro erro de deseño. Se me permiten a ironía, supuxo o invento dos sistemas informáticos con data de caducidade. Estes defectos non son, nin moito menos, casos illados. Os erros informáticos, sobre todo nos programas ou *software*, son moi comúns, aínda que as súas repercusións non

alcancen nin de lonxe as que tivo o comentado problema do ano 2000 —limitándonos ó terreo estrictamente económico, foi o erro máis custoso para a humanidade, sacando a Segunda Guerra Mundial—. A complexidade de moitos programas e o carácter crítico dalgunhas das aplicacións abordadas é tal que cada vez resulta máis difícil depuralos¹⁸. Sabemos que o sistema operativo Windows 98, por exemplo, foi parcheando os múltiples erros que se foron detectando despois de iniciada a súa comercialización. Estes erros poden ter gran transcendencia cando permiten que os sistemas sexan ‘violentados’ por usuarios non autorizados. O principal problema é que moitos destes fallos pasan desapercibidos ata que un cúmulo de circunstancias delata un mal funcionamento do sistema, o que pode resultar banal, se unicamente supón que a nosa tarxeta de débito quede retida nun caixeiro automático, ou fatal, se afecta o *software* de control e supervisión dunha central nuclear, por exemplo.



Figura 1. O primeiro caso real de *bug* ou erro informático, documentado dunha forma moi orixinal.

¹⁸ É máis, a limitación das máquinas de Turing para poder determinar de calquera programa se este terá fin ou continuará executándose indefinidamente, pode enunciarse tamén como a imposibilidade para dotar calquera das linguaxes de programación que utilizamos dun depurador de erros infalible.

Xa dixemos que en boa medida o microprocesador, e con el o ordenador persoal, deron lugar a un proceso imparabile de globalización da computación, impulsado definitivamente polo fenómeno Internet. É certo, pero debemos ter moi presente que non é o mesmo globalizar que socializar. A separación entre as nacións ricas e as pobres, que comezara a estreitarse despois da Segunda Guerra Mundial, camiña en sentido inverso trala introducción masiva dos computadores, e dificilmente isto é unha simple coincidencia. Por suposto que a tecnoloxía é neutra e é o uso ou o abuso que se faga dela o que resultará ó cabo bo ou malo. Pero, coma case sempre, calquera novo punto de apoio serve para manexar máis eficazmente a panca coa que as clases medias (nós) manexan as clases baixas (os outros) en beneficio das clases altas (eles). Desafortunadamente, o computador non está sendo alleo a esta tendencia.

Permítanme comentarlles finalmente un recente artigo da revista *National Geographic*, na súa edición en español —Vol. 5, núm. 2, agosto de 1999—, que inclúe unha mirada a través dos tempos de tres cidades: Alexandría, no século I, Córdoba, no século X, e a Nova York actual. As ilustracións que recrean unha escena de cada unha delas reflicten o barullo cosmopolita dunha avenida de Alexandría, a aprendizaxe e a diversión que involucra dous nenos cordobeses e un

erudito da época e, finalmente, unha moza no seu apartamento de Nova York —un dos típicos baixos reacondicionados para vivenda—, que se conecta co mundo exterior a través do computador, o teléfono móbil, a televisión e a radio¹⁹. Non creo que sexa unha casualidade esta imaxe que se nos presenta. Se ben é certo que o discorrer da revolución industrial ou a vida nas cidades, entre outros factores, empuaránnos a unha progresiva inmersión en nichos *vivendi* cada vez máis reducidos, o que sen dúbida acentuou notablemente a televisión, corrémolo risco de que o computador sexa a puntilla que acabe por transformar en virtual a nosa vida en sociedade e que as nosas conversas, discusións, paixóns, bicos, roces, emocións ou sentimentos, discorran unicamente polo fío de cobre ou a fibra óptica. O noso paso polo terceiro contorno, tal como o denomina Javier Echeverría²⁰, parece inevitable. Trátemos, ademais, de que sexa desexable. Para iso podemos segui-lo exemplo dunha importante empresa de pizzas; o mesmo ca no seu caso, “¡o secreto está na masa!”, pero, claro está, é outra masa: a nosa masa cerebral posta ó servizo do uso racional dos computadores.

Xa podemos dicir que os computadores son unha creación do século pasado. Sen embargo, a historia da computación non fixo máis que empazar. Se a presenza dos humanos sobre a Terra abrangue a penas unha hora

19 En <http://www.nationalgeographic.com/3cities> pode verse unha versión interactiva desa ilustración.

20 Javier Echeverría, *Telépolis*, Barcelona, Ediciones Destino, 1999.

dun hipotético ano no que puidesemos comprimi-la idade do universo, a dos computadores redúcese a unha décima de segundo. A computación cuántica ou a computación con ADN están aínda a abrollar e seguro que nos esperan avances que non pasan aínda, nin sequera fugazmente, pola cabeza de ningún científico da computación. Esperemos que nos permitamos a nós mesmos continuar algúns segundos máis este apaixonante e complexo 'xogo'.

BIBLIOGRAFÍA

Augarten, S., *Bit by Bit - An Illustrated History of Computers*, Nova York, Ticknor & Fields, 1984.

Kurzweil, R., *The age of intelligent machines*, Cambridge, Massachusetts (EUA), Massachusetts Institute of Technology, 1991 (edición en español: *La era de las máquinas inteligentes*, México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1994).

— *The age of spiritual machines*, Viking Penguin, 1999 (edición en español: *La era de las máquinas espirituales*, Editorial Planeta, 1999).

Neumann, J. von, *The computer and the brain*, Yale University Press, 1958.

Strathern, Paul, *Turing y el ordenador*, Século XXI de España Editores, S. A., 1999.

ALGÚNS ENDEREZOS WEB DE INTERESE

“Charles Babbage Institute (CBI)”, centro de investigación da Universidade de Minnesota, EUA, dedicado a promover o estudo e preservación da historia da computación e o procesamento de información:

<http://www.cbi.umn.edu/>

Historia da computación, contada pola IEEE Computer Society:

<http://computer.org/history/>

Museo virtual de Microsoft:

http://www.microsoft.com/MS_Corp/Museum/timelines/microsoft/timeline.asp

Computer Science Department, en Virginia Tech:

<http://ei.ces.vt.edu/~history/index.html>

