

# **Transmissão de Informação**

**Breves apontamentos**

▪ **sobre a evolução dos processos** ▪

Carlos Valadares

2006

Este texto foi originalmente produzido, em Junho de 2005, para a cadeira

- **Tecnologías punta y sus aplicaciones a la gestión del patrimonio audiovisual**

sob o tema

- **La documentación desde sus orígenes a las tecnologías punta**

ministrada pelo

- **Prof. Doctor Félix Sagredo Fernández**

no ano lectivo de 2004 / 2005, no âmbito do curso de DEA em

- **Ciencias de la Información**

da

- **Universidad Complutense de Madrid**

"Toda a tecnologia suficientemente avançada é indistinguível da magia"

Isaac Asimov

## Sumário

1. Introdução.....	2
2. Processamento, registo e transmissão de Informação .....	3
2.1. Conceitos referenciais.....	3
2.2. Um olhar ligeiro sobre a evolução.....	4
2.3. Dias de diversidade.....	18
2.3.1. Passado (muito) recente.....	19
2.3.2. Actualmente.....	22
2.3.3. Interactividade .....	23
2.3.4. Diversidade de meios de registo e de comunicação de informação .....	24
2.3.5. Todos em um: a Internet.....	33
3. Informação Omnipresente .....	35
4. Tecnologias para o futuro .....	38
4.1. A tecnologia de hoje para usar amanhã .....	40
4.2. A tecnologia de amanhã .....	42
5. Conclusão .....	44
Referências Bibliográficas.....	46
Referências Webgráficas .....	48
Índice de figuras e sua origem.....	52

---

## Anexos

- 1 – Artigo madri+d: NOTICIA que inspirou estes apontamentos
- 2 – Cronologia dos acontecimentos mencionados neste texto
- 3 – O Código de Morse
- 4 – Disquetes

## 1. Introdução

*“The intelligent man is one who has successfully fulfilled many accomplishments, and is yet willing to learn more.”*

Ed Parker

Somos frequentemente confrontados com notícias de extraordinárias novas formas de transmitir informação<sup>1</sup> que nos fazem pensar na evolução sofrida, sobretudo nas décadas mais recentes, pelas tecnologias usadas para processar e distribuir informação, nos fantásticos meios de que hoje dispomos e levam-nos a imaginar que inestimáveis maravilhas nos trará a tecnologia no futuro.

A velocidade estonteante com que a tecnologia tem evoluído nos últimos anos tem-se reflectido em muitos aspectos do nosso quotidiano, estendendo-se também, inevitavelmente, aos suportes documentais e à forma como acedemos à informação.

---

<sup>1</sup> Por exemplo, o artigo “Los datos en Internet pueden ir a la velocidad de la luz” publicado por madri+d: NOTICIA, <http://www.madrimasd.org/globalidi/noticia.asp?id=18183>, 2004.11.10 — ver Anexo 1.

## 2. Processamento, registo e transmissão de Informação

*“Man is a tool-using Animal. Nowhere do you find him without tools; without tools he is nothing, with tools he is all.”*

Thomas Carlyle

### 2.1. Conceitos referenciais

Num processo de comunicação é fundamental que a informação (a mensagem) seja inteligível e que se revista de significado tanto para quem a fornece (o emissor) como para quem a utiliza (o receptor). A questão da inteligibilidade aparece associada quer a processos de codificação e decodificação, quer a processos de conversão da natureza da informação. Estes processos são em muitos casos necessários, tanto para a adaptar aos suportes documentais em que é registada, como para permitir usar determinados meios de comunicação para a sua transmissão.

Os meios de comunicação têm evoluído ao longo da História da Humanidade. Estão indissociavelmente ligados aos suportes de comunicação que, em cada época, a tecnologia vigente ofereceu, e assumiram diversas formas, com diferentes necessidades de conversão e de codificação. Estes processos, efectuados umas vezes pelo próprio homem, sujeito a um processo de aprendizagem, outras vezes por máquinas especialmente concebidas para o efeito, têm, para além de uma justificação técnica – quando são inerentes a uma tecnologia, como no caso do telégrafo –, um fundamento económico, no sentido em que permitem passar a utilizar uma tecnologia de menor custo ou, pelo menos, com uma relação eficiência / custo mais favorável – como foi o caso do rádio.

Por outro lado, em termos de comunicação, há que distinguir duas funcionalidades básicas: uma para a informação que é deliberadamente enviada pelo emissor a um destinatário, ou a um grupo de destinatários – envio ou difusão de informação; outra para a informação que é procurada pelos potenciais utilizadores, por sua iniciativa – pesquisa de informação. Na primeira funcionalidade destaca-se, como elemento fundamental, o canal (meio) de comunicação, enquanto na segunda o destaque vai para o suporte de comunicação.

Quase sempre um determinado meio de transmissão pode ser usado em ambos os casos, com melhor ou pior grau de adequação e desempenho.

## 2.2. Um olhar ligeiro sobre a evolução

Ao longo do tempo, o Homem tem vindo a aprimorar as formas como consegue transmitir e disponibilizar informação. Esta busca incessante de soluções tem sido dominada, para além dos aspectos económicos, pela vertigem do aumento da velocidade a que os destinatários acedem à informação e pelo deslumbramento que a crescente riqueza do conteúdo proporciona.



Figura 1 – Informação registada na rocha pelo Homem em Altamira, Espanha, há cerca de 12.000 anos

Na perspectiva documental, não tomando em linha de conta os registos pré-históricos, que ainda hoje é possível encontrar nas paredes de algumas cavernas, ou pelos registos contabilísticos, sob a forma de traços, efectuados com objectos cortantes pelos pastores nos seus cajados, vemos as primeiras páginas da nossa História laboriosamente registadas em tábuas de argila e conservadas em bibliotecas como a de Ebla. Estes documentos reais tinham um processamento bastante demorado, apesar de serem sujeitos apenas à codificação natural – nessa época talvez nem tanto – da linguagem escrita. O volume e peso destes documentos crescia linearmente com a quantidade de informação registada e requeriam um tempo de acesso que poderia ser verdadeiramente desencorajador para quem não estivesse nas redondezas da biblioteca.

Esta realidade permaneceu quase imutável durante séculos, pese embora a evolução dos suportes usados em documentos reais – papiro, pergaminho, papel, película fotográfica, ... – até ao apogeu do documento impresso em papel, que ainda é o suporte de informação mais comum nos nossos dias. Isto, não obstante a multiplicação do acervo

documental pelo mundo – facilitado, primeiro, pela a invenção de Gutenberg<sup>2</sup> e, bem mais tarde, pelas fotocopiadoras – e as crescentes facilidades de locomoção de que o Homem foi dispondo. A verdadeira revolução neste domínio só surgiu com a chamada Sociedade de Informação e o advento dos documentos virtuais.

Na perspectiva do envio e difusão de informação, por iniciativa do emissor, o panorama foi um pouco mais agitado.

Presumimos que na Pré-história, a voz era o único instrumento de que o Homem dispunha para comunicar à distância. Sendo o alcance da voz muito limitado, outras formas de comunicação foram sendo exploradas e adoptadas. Recorreu-se sobretudo a instrumentos de percussão diversos – tambor, gongo, sino, ... – que permitiam enviar mensagens sonoras.

Alguns destes instrumentos são ainda hoje usados. Por exemplo, o sino e o gongo são utilizados nas igrejas, templos e missões para, com toques diferenciados, comunicar a longa distância que a hora do culto se aproxima, para chamar os habitantes da região ou para informar do falecimento de alguém importante.

Algumas civilizações também recorreram à utilização de fogueiras para envio de sinais de fogo ou de fumo e ainda a espelhos que reflectiam a luz do sol<sup>3</sup>, gerando sinais visíveis que transmitiam mensagens a distâncias da ordem das centenas de quilómetros. Ainda hoje o Vaticano usa sinais de fumo, quando os bispos estão reunidos em conclave, para anunciar o êxito (fumo branco) ou o impasse (fumo negro) na eleição de um novo Papa.

Embora com estes meios a velocidade de transmissão fosse boa – velocidade de propagação do som –, ou mesmo muito boa – velocidade de propagação da luz –, a qualidade das mensagens, com um código incipiente, era fraca e a distância a que era possível transmiti-las ainda bastante limitada.

As primeiras mensagens ricas em conteúdo, faladas ou escritas, que transpuseram distâncias consideráveis, foram pois transmitidas com o recurso a mensageiros, humanos ou de outras espécies, como os famosos pombos correio usados, por exemplo,

---

<sup>2</sup> GUTENBERG, Johannes Gensfleisch (1397-1468). Impressor alemão a quem geralmente se atribui a invenção da impressão por meio de caracteres móveis. Na realidade, já no séc. X os chineses tinham obtido amostras de impressão sobre papel mas, devido à falta de mercado, a arte foi abandonada e caiu no esquecimento.

<sup>3</sup> *Using fire in the night and sunlight reflected by mirrors Greeks could send messages 40-100 or more kilometers, depending on the visibility. The method with the mirrors and the sun was called heliograph that means writing with the sunlight.*

In Michael Lahanas - Web site <http://www.mlahanas.de/Greeks/Communication.htm> 2005.01.05-20:30

pelos gregos, desde 776 a.C., para difundir os resultados dos Jogos Olímpicos na Grécia antiga<sup>4</sup>.

A utilização de mensageiros como veículo de transmissão de informação teve muito provavelmente o seu apogeu com a lendária empresa americana “Pony Express”<sup>5</sup> que, usando cavaleiros jovens e ágeis, transportava mensagens, à espantosa (na altura) velocidade média de 10 milhas por hora. Eram necessários apenas dez dias para percorrer os cerca de 3000 km entre St. Joseph, no Missouri, e Sacramento, na Califórnia. Um ganho de tempo notável quando comparado com as três semanas que uma diligência demorava a percorrer a mesma distância. No entanto, esta empresa criada a 3 de Abril de 1860, durou apenas cerca de 18 meses, pois em 24 de Outubro de 1861 ficou completa a primeira linha telegráfica transcontinental. Passou então a ser possível enviar, em poucos instantes, uma mensagem do Leste ao Oeste do País e vice-versa. Nenhum mensageiro podia competir com tal velocidade.

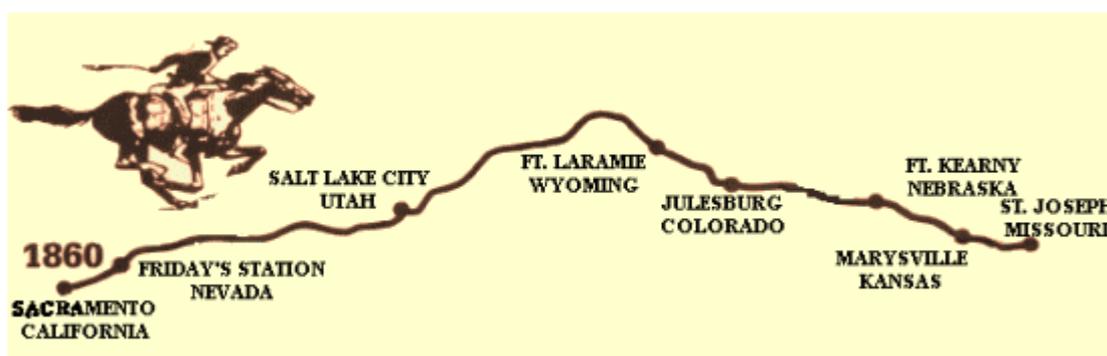


Figura 2 – O percurso do "Pony Express"

Com o desenvolvimento e aperfeiçoamento de outros meios de transporte – barco, comboio, carro, avião – os serviços de mensageiros deram origem aos, ainda hoje indispensáveis, serviços públicos de Correio.

O sistema de telégrafo, inventado por Morse<sup>6</sup> em 1832, baseia-se num dispositivo muito simples que usa energia eléctrica para transmitir sinais à distância sobre uma linha condutora, lançada entre o emissor e o receptor exclusivamente para esse efeito. Do lado emissor um interruptor que ligava a uma bateria permitia injectar corrente na linha. No lado receptor, essa corrente fazia tocar uma campainha.

<sup>4</sup> LAHANAS, Michael – *Ancient Greek Communication Methods*.  
<http://www.mlahanas.de/Greeks/Communication.htm> 2005.01.05-20:30

<sup>5</sup> The Pony Express National Museum Web Site, <http://www.ponyexpress.org/history.htm>, 2004.12.16-15:30

<sup>6</sup> MORSE, Samuel Finley Breese (1791-1872). Inventor e pintor norte-americano.

As mensagens a enviar eram codificadas de acordo com o Código de Morse<sup>7</sup>. Nos primeiros sistemas de telegrafia, quer a codificação no lado emissor, quer a interpretação – descodificação – do lado receptor, eram efectuadas directamente pelos operadores. A qualidade da transmissão dependia, portanto, das aptidões dos telegrafistas.

O sistema tinha, no entanto, a virtude de ser bidireccional – permitia a comunicação nos dois sentidos – e, com o tempo, surgiram sistemas que permitiam até quatro comunicações em simultâneo e em que a codificação e a descodificação eram feitas por máquinas, que liam ou gravavam fitas perfuradas, de forma automática.

De um máximo de 45 palavras por minuto que um telégrafo simples permitia transmitir, com um operador experimentado, chegou-se a um ritmo de transmissão que atingia as 400 palavras por minuto em cada direcção<sup>8</sup>.

Entretanto, com o surgimento do telefone<sup>9</sup>, tornou-se possível a comunicação verbal a qualquer distância, à escala do planeta, em que não era necessária codificação mas apenas conversão da natureza do sinal. Numa ligação telefónica, as ondas sonoras eram transformadas em sinais eléctricos analógicos no lado do emissor, transportadas nesta forma sobre uma linha telefónica, onde se propagam como ondas electromagnéticas, até ao receptor. No receptor eram novamente convertidos em ondas sonoras<sup>10</sup> muito idênticas às originais. Estas conversões de sinais são feitas pelos aparelhos telefónicos terminais, passando os utentes a ser os emissores e receptores directos das mensagens. Eliminam-se os erros de transmissão, excepto os introduzidos pelo canal de comunicação – ruído – e, maravilha das maravilhas, emissor e receptor podem trocar de

---

<sup>7</sup> Ver Anexo 3 – Código de Morse

<sup>8</sup> Um sistema criado por John C. Barclay (1902-1910), Engenheiro chefe da Western Union, permitia enviar automaticamente 100 palavras por minuto em cada linha.  
In Telegraph-History Web Site – <http://www.telegraph-history.org/barclay/index.html>, 2005.01.03-19:15

<sup>9</sup> A invenção do telefone tem sido atribuída a Alexander Graham Bell (1847-1922), inventor escocês, emigrado nos EUA, pois foi por ele patenteada em 1876. No ano seguinte, foi criada a Bell Telephone Company.

Mais recentemente, alguns autores têm considerado que existe evidência suficiente para atribuir a invenção do telefone ao italo-americano Antonio Meucci.  
Meucci teria partilhado com Bell uma oficina nos anos 1860 e teria então criado um “telégrafo falante” para que a sua mulher, que estava doente em casa, pudesse comunicar com ele sempre que precisava de alguma coisa. Porém, a sua pobreza não lhe permitiu dispor dos 250 dólares que, na altura, eram necessários para registar o invento no US Patent Office.

<sup>10</sup> Ainda existem hoje, em alguns lugares, redes telefónicas analógicas, mas a grande maioria das redes já são redes digitais.

papel em qualquer altura da comunicação, isto é falar e ouvir como numa conversa presencial <sup>11</sup>.

Na verdade, a comunicação telefónica conseguiu o prodígio de transmitir informação sonora a uma velocidade muito superior à velocidade de propagação do som, já que a velocidade de propagação de uma onda electromagnética num condutor se aproxima da velocidade da luz <sup>12</sup>.

Ao mesmo tempo houve um notório enriquecimento do conteúdo da informação, na medida em que se passou das mensagens escritas e necessariamente abreviadas, até pelo custo oneroso do uso do telégrafo, para a comunicação verbal, muito mais expressiva, com todas as suas *nuances*, pese embora a filtragem característica dos sistemas telefónicos <sup>13</sup>.

Outro grande passo em frente na tecnologia das comunicações foi dado por Marconi <sup>14</sup> que conseguiu transmitir informação utilizando a propagação de ondas electromagnéticas na atmosfera – ondas hertzianas <sup>15</sup>. Em 1899 estabeleceu a comunicação sem fios através do Canal da Mancha e em 1901 conseguiu estabelecer comunicação através do Atlântico – entre os EUA e a Irlanda. A utilização de ligações hertzianas generalizou-se em todo o mundo dando origem à emissão e recepção por TSF (Telefonia Sem Fios).

A utilização deste tipo de comunicação popularizou-se com a difusão de emissões áudio, por estações radiofónicas vocacionadas para o efeito, que rapidamente se multiplicaram por todo o planeta. As emissões podiam ser captadas por quem

---

<sup>11</sup> O atraso resultante do tempo que a voz demora a percorrer o canal de comunicação, entre o emissor e o receptor, só é perceptível (para um humano) quando estão envolvidas distâncias de várias dezenas de milhar de quilómetros, como acontece nas comunicações via satélite. Por exemplo, a distância entre uma estação de Terra em Washington (35° N, 75° W) e um satélite em órbita geoestacionária à longitude de 105° W é de 37.900 km.

<sup>12</sup> A velocidade de propagação de uma onda electromagnética numa linha sem perdas, com dois condutores separados por ar, é igual à velocidade da luz,  $c = 2,998 \times 10^8$  m/s (aproximadamente 300.000 km/s), enquanto que a velocidade de propagação de uma onda sonora no ar, em condições ideais, é de apenas 343m/s.

<sup>13</sup> A gama de frequências audíveis situa-se na faixa de 20 Hz a 20 kHz, aproximadamente. A banda passante numa linha telefónica convencional cobre apenas a faixa de 300 a 3300 Hz.

<sup>14</sup> MARCONI, Guglielmo (1874-1937). Engenheiro, electricista e inventor italiano. A invenção do rádio tem-lhe sido atribuída, pois foi ele que registou a patente em 1895 e ganhou mesmo um prémio Nobel, em 1909, por essa invenção.

No entanto, parece que Marconi terá roubado a ideia ao cientista croata Nikola Tesla, que havia descrito um importante invento – o rádio – num artigo publicado em 1893.

Tesla faleceu pobre, em 1943, em Nova York. O Congresso dos EUA decidiu nesse ano que Nicola Tesla foi o pai do rádio.

<sup>15</sup> HERTZ, Henrich Rudolf (1857-94). Físico alemão que demonstrou experimentalmente a existência de ondas electromagnéticas e comprovou a sua propagação no espaço.

dispusesse de um receptor áudio e se encontrasse dentro da área de alcance dos emissores. O fenómeno da telefonia universalizou-se à medida que o desenvolvimento tecnológico foi possibilitando uma progressiva redução do custo dos aparelhos receptores tornando-os acessíveis à generalidade da população.

Pouco depois das primeiras experiências de transmissão de imagem sobre uma linha telefónica efectuadas por Jonh Baird<sup>16</sup>, as ondas hertzianas viriam também a ser adoptadas como meio de difusão de imagem. Desde a primeira emissão da BBC, em Londres, 1936, o fenómeno televisão progrediu rapidamente e, hoje, em qualquer lar ou em qualquer instituição existe pelo menos um aparelho receptor de TV.

A utilização das ondas electromagnéticas como veículo de informação constituiu uma evolução notável nos processos de comunicação, pois aliado à velocidade com que se consegue fazer chegar a informação aos destinatários, surge a economia de meios, já que não há necessidade de uma ligação física entre o emissor e o receptor, e ainda a riqueza de conteúdos uma vez que rapidamente se conseguiu aliar som e imagem.

Esta nova forma de fazer chegar aos destinatários mensagens ricas em tempo real, constituiu um verdadeiro paradigma da busca incessante de soluções económicas, que proporcionassem um aumento da velocidade de transmissão de informação e que simultaneamente proporcionassem um enriquecimento do conteúdo.

Paralelamente os suportes e as tecnologias para registo de informação davam novos passos, ainda que tímidos. Edison<sup>17</sup> inventa o fonógrafo para gravar e reproduzir som. Sucessivas melhorias foram introduzidas neste sistema de registo mecânico analógico, passando pelo gramofone de disco de Berliner<sup>18</sup>, até ao gira-discos eléctrico que, com

---

<sup>16</sup> BAIRD, Jonh Logie (1888-1946). Físico escocês – em 1926 fez a demonstração de um televisor de varrimento mecânico, com o que conseguiu a transmissão de imagens a uma distância de 438 milhas. In BBC Web Site – [http://www.bbc.co.uk/history/historic\\_figures/baird\\_logie.shtml](http://www.bbc.co.uk/history/historic_figures/baird_logie.shtml), 2005.01.03-19:50

<sup>17</sup> EDISON, Thomas Alva (1847-1931). Inventor americano. Foi-lhe atribuída a paternidade da primeira gravação, embora o francês Charles Cros tivesse entregue na academia das Ciências Francesa um projecto para um sistema de gravação e reprodução sonora, usando o mesmo princípio, cerca de três meses antes de Edison apresentar o seu.

A ideia inicial do fonógrafo era inscrever mensagens telefónicas sobre uma tira de papel coberta com cera. A ideia foi anunciada por Charles Cros em Abril de 1877 e, independentemente, por Edison em Julho. A versão funcional, apresentada por Edison em Dezembro, efectuava a gravação de som captado do ar numa folha de estanho enrolada num cilindro.

Em 1886, Chichester Bell e Charles Sumner Tainter substituíram a folha de estanho do fonógrafo por um cilindro de cera mineral, a ozocerite, e o estilete de aço por um de safira em forma de goiva. O seu aparelho recebeu o nome de grafophone, também conhecido por gramophone de cilindro.

<sup>18</sup> BERLINER, Emile (1851-1929). Inventor alemão, emigrado nos EUA. Antes de inventar o gramophone, havia inventado o microfone de carvão para ser usado no telefone de Bell., tendo vendido a patente à Bell Telephone Company

os discos de vinil<sup>19</sup>, viria a ser tão popular durante quase toda a segunda metade do séc. XX e que hoje ainda tem muitos fãs.



Figura 3 – O gramofone de Berliner

Ao mesmo tempo, Carbutt<sup>20</sup> inicia a produção das primeiras películas para registo fotográfico com base plástica, a partir das tiras de celulóide fabricadas por Hyatt<sup>21</sup>, dando um impulso definitivo à era da fotografia e do cinema, cujas produções têm maravilhado milhões de pessoas em todo o mundo.

Entretanto, davam-se também os primeiros passos no domínio do processamento de informação. Em França, Jacquard<sup>22</sup> tivera a ideia de registar em chapas metálicas perfuradas, de forma codificada, a informação necessária para que os seus teares executassem determinadas operações – o princípio da programação e da automação.

Esta ideia foi retomada por Hollerith<sup>23</sup>, que usou cartões perfurados para registar os dados dos censos realizados nos EUA de forma a facilitar o seu processamento automático. O mesmo princípio viria a ser aplicado nas fitas perfuradas da telegrafia.

<sup>19</sup> Os discos de PVC (cloreto de polivinilo), vulgo vinil, eram inicialmente de 12”, tocando cerca de 23 minutos de cada lado a 33 1/3 rpm. O vinil substituiu definitivamente, a partir de 1952, a goma-laca, o material de que eram feitos os discos à mais de 50 anos.

<sup>20</sup> CARBUTT, John ( - ). Fotógrafo inglês, emigrado nos EUA. Em 1888, produziu uma película fotográfica depositando uma emulsão sobre um rolo de filme de base celulósica. Alguns autores sugerem que o terá feito independentemente da que Hannibal Goodwin (1822-1900) inventou e cuja patente tinha requerido no ano anterior.

<sup>21</sup> HYATT, John Wesley (1837-1920). Inventor americano. Ao procurar um substituto do marfim para fabricar bolas de bilhar, Wesley descobriu que acrescentando cânfora alcoolizada à “parkesine”, material orgânico derivado da celulose, inventado por Alexander Parkes (1813-1890), lhe conferia a consistência necessária para produzir as bolas de bilhar. Para além desta aplicação, o celulóide tornou-se famoso como o primeiro filme flexível usado para películas em fotografia e cinema.

<sup>22</sup> JACQUARD, Joseph Marie (1752-1834). Inventor francês que aperfeiçoou a tecedeira automática idealizada por Jacques de Vaucanson (1709-82).

<sup>23</sup> HOLLERITH, Hermann (1860-1929). Engenheiro americano. Em 1884 patenteou um método para converter a informação contida num cartão perfurado em impulsos eléctricos.

Em 1890, com a máquina concebida por Hollerith, que pela primeira vez permitiu tratar dados de forma eficiente, foi possível concluir a contagem do recenseamento em cerca de três meses, uma tarefa que normalmente demoraria dois anos. Foi uma conquista espectacular na caminhada para a redução dos tempos de processamento e marcou o início das máquinas com dispositivos de memória de grande capacidade (neste caso os cartões perfurados) que foram comercializadas com sucesso pela IBM<sup>24</sup>.

Longe iam os tempos das espantosas máquinas de calcular mecânicas de Schickard<sup>25</sup>, de Pascal<sup>26</sup> e de Leibnitz<sup>27</sup>. Para trás ficava também o projecto de uma calculadora analítica a vapor proposto por Babbage<sup>28</sup>.

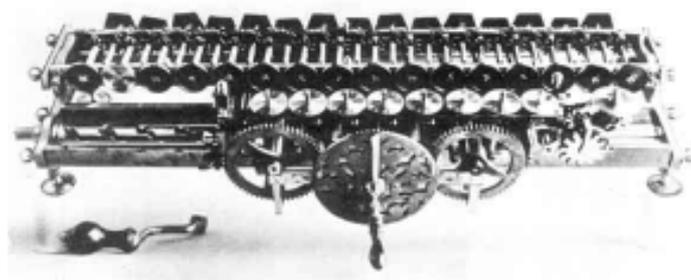


Figura 4 – Máquina calculadora de Leibnitz

<sup>24</sup> Em 1896, Hollerith fundou a Tabulating Machine Company para explorar as suas invenções. Na sequência da sua fusão com uma outra empresa, em 1911, passou a chamar-se Computer Tabulating Recording Company. Mais tarde, em 1924, após ter recuperado de alguns insucessos comerciais, adoptou a designação International Business Machines Corporation (IBM).

<sup>25</sup> SCHICKARD, Wilhelm (1592-1635). Matemático alemão. Em 1623, construiu a primeira máquina de calcular funcional. A máquina de Schickard dispunha de um delicado mecanismo de transporte que permitia efectuar adições, subtracções, multiplicações e divisões. Esta máquina foi usada por Johannes Kepler (1571-1630) para efectuar os seus trabalhos de astronomia.

<sup>26</sup> PASCAL, Blaise (1623-1662). Matemático e filósofo francês. Aparentemente Pascal desconhecia a máquina de Schickard pois a sua solução é muito diferente. O que a máquina de Pascal tem de genial é a forma de transportar as dezenas e as centenas. Pascal construiu a máquina com rodas dentadas, usando o seguinte princípio: quando a primeira roda (unidades) com dez dentes completa uma rotação, a roda seguinte (dezenas) avança um dente; quando esta, por sua vez, completa uma rotação, a roda seguinte (centenas) avança também uma posição; a relação de transmissão repete-se para a roda seguinte (milhares). Este princípio ainda hoje é usado, por exemplo, nos odómetros dos automóveis, nas bombas de combustível e nos contadores de electricidade domésticos. Desta forma a máquina apenas efectuava adições. Para efectuar subtracções, a máquina necessitava de adaptações que permitissem “contar para trás”.

<sup>27</sup> LEIBNITZ, Gottfried Wilhelm von (1646-1716). Filósofo, estadista e matemático alemão. Usando o mesmo princípio de engenho de Pascal, a máquina de Leibnitz, já mais sofisticada, era dotada da capacidade de efectuar operações de multiplicação, além da adição e subtracção.

<sup>28</sup> BABBAGE, Charles (1791-1871). Matemático e economista inglês. Em 1871, concebeu uma máquina capaz de efectuar complexas operações algébricas segundo um programa que decompunha essas funções nas quatro operações elementares da aritmética. Projectada para trabalhar como uma máquina a vapor, numa altura em que se iniciava a exploração da energia eléctrica, a sua construção, de elevado custo e deficiente tecnologia, não chegou a ser concluída. Contudo, cabe a Babbage o mérito de ter introduzido no domínio do cálculo, o princípio do controlo programado de operações utilizado por Jacquard para execução de operações semi-automáticas em teares.

Contudo, só cerca de meio século mais tarde, viria a surgir o primeiro computador, obra de Konrad Zuze<sup>29</sup>. Operando com base na Álgebra de Boole<sup>30</sup>, os computadores começaram a fazer verdadeiras maravilhas ao nível do cálculo numérico. No domínio do processamento de informação alcançavam-se assim progressos notáveis.

Simultaneamente e de forma independente, do outro lado do Atlântico, Atanasoff<sup>31</sup> e Berry<sup>32</sup> construíam um protótipo do primeiro computador electrónico. Depois do seu trabalho ter sido lamentavelmente interrompido pelo esforço de envolvimento dos EUA na 2ª Guerra Mundial e de Aiken<sup>33</sup> ter construído o equivalente à calculadora analítica de Babbage, mas alimentado com energia eléctrica, acabaria por ser a dupla Eckert<sup>34</sup> e Mauchly<sup>35</sup> a receber os créditos pela invenção do primeiro computador digital electrónico.

---

<sup>29</sup> ZUZE, Konrad (1910-1995). Engenheiro alemão considerado o inventor do computador. Em 1936, construiu uma calculadora mecânica, baptizada de Z1, que lhe serviu para experimentar tecnologias inovadoras como a aritmética de virgula flutuante, a memória de grande capacidade e módulos de operação baseados na lógica binária. Em 1939, construiu o Z2, o primeiro computador electro-mecânico inteiramente funcional, e, em 1943, concluiu a proeza de construir, com materiais recicláveis, o primeiro computador programável, o Z3. Zuze viria também a introduzir, em 1946, a primeira linguagem de programação algorítmica, o Plankalkül.

<sup>30</sup> BOOLE, George (1815-64) Matemático inglês ...

<sup>31</sup> ATANASOFF, John Vincent (1903-1995). Físico e matemático americano. Considerado por muitos autores o pai do computador, Atanasoff concebeu e construiu, em 1939, com a ajuda do seu amigo Clifford Berry, o primeiro protótipo de um computador electrónico. A sua tecnologia inovadora recorria ao uso de tubos de vácuo, sistema de numeração binário (em vez do tradicional sistema decimal) e memória electrónica (à base de condensadores).

<sup>32</sup> BERRY, Clifford Edward (1918-1963). Engenheiro americano.

<sup>33</sup> AIKEN, Howard Hathaway (1900-1973) Físico americano. Desenvolveu, conjuntamente com três engenheiros da IBM, o computador ASCC (Automatic Sequence Controlled Calculator) capaz de efectuar cinco operações (adição, subtração, multiplicação, divisão e referenciar resultados de operações anteriores). Era um computador electromecânico, pesava 35 toneladas, tinha 800 km de fios e podia efectuar cálculos com 23 algarismos significativos. Concluído em 1943, foi rebaptizado de Mark I.

<sup>34</sup> EKERT, John Presper (1919-1995). Engenheiro americano. Em 1946, juntamente com John Mauchly, concluiu a construção do ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer), um computador, supostamente de uso genérico, mas concebido sobretudo com o objectivo específico de calcular trajectórias em balística. O ENIAC tinha a impressionante quantidade de 18000 válvulas, 2,5 m de altura e 24 m de comprimento. Embora os computadores actuais, tal como o Atanasoff-Berry, funcionem com o sistema de numeração binário, o ENIAC foi desenhado para usar o sistema decimal, o que permitiu reduzir o número de componentes, à custa de uma maior complexidade. Obteve a primeira patente para um computador digital electrónico. No entanto, hoje em dia, os historiadores dizem que o computador de Atanasoff-Berry foi o primeiro.

<sup>35</sup> MAUCHLY, John William (1907-1980). Físico americano.

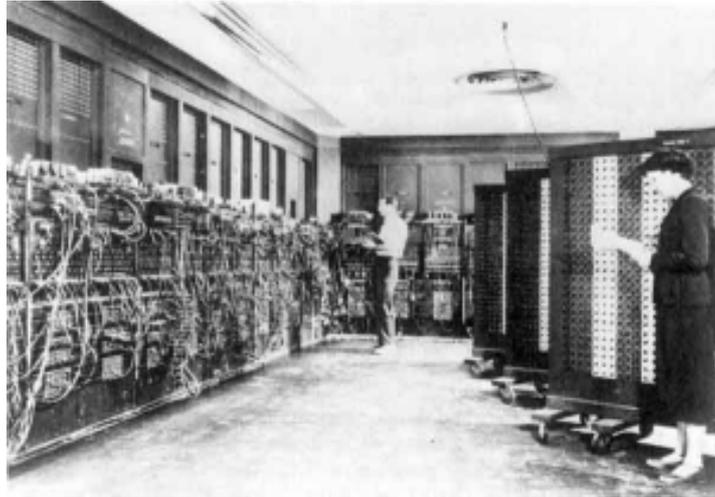


Figura 5 – ENIAC, o computador de Eckert-Mauchly

Começara o vertiginoso desenvolvimento dos computadores, que levaria a que, num espaço de tempo relativamente curto se tornassem ferramentas universais, fazendo parte integrante da vida moderna.

A simples passagem da tecnologia electromecânica para a electrónica dos tubos de vácuo<sup>36</sup>, vulgarmente designados por válvulas, permitiu obter ganhos de velocidade muito significativos. Assim enquanto a máquina de Aiken, a relés, precisava de 6 segundos para executar uma adição e de 12 segundos para concluir uma divisão, o computador de Eckert, a válvulas, conseguia executar 5000 adições por segundo. Um progresso fantástico!

Até aqui os computadores usavam os cartões perfurados como suporte para registo dos seus programas e dos dados e resultados das operações.

Outras formas de registo em novos suportes começaram então a afirmar-se. O registo magnético, que surgiu exactamente para suprir a necessidade de dotar os computadores de memórias não voláteis<sup>37</sup>, desenvolveu-se progressivamente, durante quase toda a

---

<sup>36</sup> FLEMING, John Ambrose (1849-1945). Engenheiro inglês. Em 1904 construiu a primeira válvula, um díodo, que era um rectificador baseado no "efeito de Edison". Em 1883, Thomas Edison descobriu acidentalmente a emissão termiônica de electrões num tubo de vácuo, que veio a constituir a base da indústria electrónica no princípio do séc. XX. No díodo é possível consubstanciar um sistema binário, 0 e 1, através da detecção da passagem ou não de corrente eléctrica. Por este facto foi o primeiro dispositivo electrónico utilizado na construção dos computadores.

<sup>37</sup> Os primeiros registos de natureza magnética foram efectuados em tambores magnéticos, as primeiras memórias não voláteis dos computadores, entre 1939 e 1948. Um dos grandes avanços introduzidos por Eckert e Mauchky no BINAC (Binary Automatic Computer) que construíram em 1950, foi o armazenamento de dados em banda magnética, em vez dos usuais cartões perfurados.

segunda metade do século XX, sendo ainda actualmente objecto de permanente evolução.

Os registos magnéticos foram largamente utilizados quer para gravação analógica de som e imagem, quer para registo digital de informação de diversa natureza. Embora em acentuado declínio nalgumas das suas utilizações, nomeadamente no registo de som e de imagem na área do grande consumo – onde apesar de tudo ainda existe uma imensidade de títulos disponíveis no mercado, sobretudo fitas de vídeo, e um enorme parque de gravadores/leitores instalado –, este tipo de suporte ainda é bastante usado nos nossos dias, quer nos discos rígidos que constituem a principal memória não volátil dos nossos computadores quer nas bandas magnéticas para arquivo de grandes quantidades de informação.

Quando os filmes deixaram de ser registados exclusivamente no celulóide e passaram a ser gravados também em fita magnética – a chamada cassette de vídeo – o acesso ao conteúdo – o filme –, passou a ser muito mais fácil e mais rápido. Quando uma tecnologia se banaliza o seu custo reduz-se consideravelmente e o acesso fica muito facilitado.

Se, por um lado, os registos magnéticos abriram caminho à produção e à reprodução em larga escala de documentos ricos em conteúdo, como acontece com os filmes em formatos analógicos, gravados em fitas magnéticas, ou em formatos digitais, gravados em discos rígidos, em contrapartida, marcaram definitivamente a universalização do uso de documentos irreais, cujo acesso obriga sempre à utilização de dispositivos especializados na sua leitura. É o preço a pagar.

É curioso notar, bem no meio do séc. XX, o começo desta convergência na utilização de suportes de informação por parte das já então estabelecidas tecnologias de registo de informação, nomeadamente sob a forma de som e de imagem, e da debutante tecnologia de computação.

Outro passo importante no processamento de dados seria dado com aplicação da descoberta das propriedades dos elementos classificados como semicondutores<sup>38</sup>, em particular o silício e o germânio, na produção dos componentes electrónicos discretos

---

<sup>38</sup> BRAUN, Karl Ferdinand (1850-1918). Físico alemão. Em 1874 descobriu a acção rectificadora do cristal de galena, um material semiconductor composto de sulfureto de chumbo (PbS). Assim nasceu o primeiro componente semiconductor, que na altura não teve aplicação prática, mas que viria a ser redescoberto cerca de 30 anos mais tarde sob a forma de cristal detector de radio tipo “bigode de gato” – que não era mais do que um desmodelador de amplitude, ficando a dever o seu epíteto à forma do fio metálico que fazia o contacto com o cristal – e que teria um papel fundamental na produção do primeiro transistor em 1947.

que substituíram as válvulas electrónicas com enormes vantagens, nomeadamente no que respeita a dimensões, peso e, sobretudo, fiabilidade<sup>39</sup>.



Figura 6 – Comparação entre uma válvula electrónica, utilizada entre as décadas de 1940 e 1960, e um transistor, surgido no mercado na década de 1950.

Pode mesmo dizer-se que ocorreu um fenómeno da proporção inversa. Tornou-se possível construir computadores muito menos volumosos, mais fiáveis e com maior poder de processamento.

Contudo, a crescente complexidade dos circuitos, que conferiam maiores capacidades de processamento aos computadores, começou a ser um problema. Num circuito electrónico é essencial que as ligações entre os seus componentes se mantenham intactas. Rapidamente se chegou ao ponto em que se tornou inviável montar e soldar um tão vasto número de minúsculos componentes, sem deficiências nas suas ligações.

Este problema viria a ser ultrapassado com a produção de circuitos integrados<sup>40</sup>. Foi mais um pulinho de gigante na evolução dos sistemas de processamento de informação. Entrou-se definitivamente na era da miniaturização de equipamentos, logo consolidada com a produção de microprocessadores<sup>41</sup> e, conseqüentemente, com o fabrico de

<sup>39</sup> As válvulas electrónicas, ou tubos de vácuo, assemelham-se e comportam-se de uma forma idêntica às lâmpadas de incandescência: geram imenso calor e têm tendência para se queimarem. Além disso, comparadas com os transístores, em funções de comutação, são lentas e demasiado grandes.

<sup>40</sup> KILBY, Jack St. Clair (1923). Engenheiro e físico norte-americano. Em 1958, quando começou a trabalhar na Texas Instruments, produziu o primeiro circuito integrado. Conseguiu produzir todos os componentes do circuito num único bloco de material semiconductor a que adicionou metal de forma a interligá-los. Só passados mais de 40 anos, no ano 2000, Kilby recebeu o Prémio Nobel da Física por esta sua invenção.

NOYCE, Robert Norton (1927-1990). Engenheiro e cientista norte-americano. Em 1959, cerca de seis meses depois de Kilby, e aparentemente de forma independente, apresentou a sua própria concepção de circuito integrado que incluía vários transístores numa única pastilha de silício. Introduzindo a chamada tecnologia planar (inventada por Jean Hoerni), que estendeu à deposição duma finíssima camada de metal, conseguiu fazer as interligações de componentes dispensando o complexo processo de soldadura, o que tornou o circuito integrado mais apto para a produção em massa.

<sup>41</sup> Em Novembro de 1971, a empresa Intel (ver nota 43) apresentou publicamente o primeiro microprocessador construído num único *chip*, o Intel 4004. Com 3,2 mm de largura por 4,2 mm de

potentes calculadoras de bolso programáveis<sup>42</sup> e de micro-computadores<sup>43</sup>, que se tornaram os nossos indispensáveis computadores pessoais. Desde então, a evolução dos sistemas de processamento, tanto ao nível do hardware, como ao nível do software tem sido espantosa. Passou-se mesmo por uma espécie de espiral virtuosa de evolução pois, se por um lado o recurso a circuitos integrados permitiu realizar processos computacionais mais poderosos, esses processos, por sua vez, possibilitaram a análise de circuitos e de sistemas mais complexos o que permitiu obter circuitos integrados mais avançados.

Empresas como a Intel<sup>44</sup>, introduziram um ritmo acelerado no desenvolvimento de microprocessadores, lançando no mercado novos modelos, cujas capacidades, sobretudo velocidade de processamento, são sempre acrescidas e constituem, por si só, pequenas revoluções. Paralelamente, empresas de software, como a Microsoft<sup>45</sup>, desenvolvem

---

comprimento e incorporando 2.300 transístores MOS (*metal oxide semiconductor*), o novo *chip* tinha mais poder de processamento do que o ENIAC que ocupava 84 m<sup>3</sup> (ver nota 34). Na origem do 4004 esteve uma encomenda da Busicom, fabricante japonês de máquinas de calcular, que a Intel terá aproveitado para produzir o 1º chip microprocessador de utilização genérica e cujos direitos readquiriu à Busicom.

<sup>42</sup> Em 1974 a Hewlett-Packard apresentou a HP-65, a primeira calculadora electrónica programável com 100 passos de programação (dimensões: 80×149×36 mm). A primeira calculadora electrónica de mesa, baptizada de Anita VIII e pesando cerca de 15 kg, surgiu em Inglaterra, em 1961, produzida pela Bell Punch Co. LTD e pela Sumlock-Comptometer LTD. Os louros de primeira calculadora de bolso vão para a Bowmar 901B produzida nos EUA em 1971 pela Bowmar/Ali, Inc. – media 131×77×37 mm, pesava 70 g, dispunha de quatro funções e um *display* de 8 dígitos com LEDs vermelhos.

<sup>43</sup> O primeiro micro-computador de que há notícia é o Intellec-4 construído pela Intel, em 1973, com base no seu microprocessador 4040 (uma versão melhorada do 4004). Construído com o objectivo de servir como sistema de desenvolvimento, nunca foi comercializado. A primeira máquina que parece ter sido usada como computador pessoal foi o Datapoint 2200 construído pela Computer Terminal Corporation (CTC) em 1970. Apesar de ter sido produzida como um terminal programável, com o objectivo de emular os terminais dos principais vendedores de computadores, consta que os utilizadores programavam-na, em linguagem máquina, para executar outras funções, tendo-se tornado inadvertidamente o primeiro computador de uso pessoal. Para resolver os problemas de aquecimento derivados do tamanho exagerado das placas de circuito impresso, a CTC teria entretanto solicitado, tanto à Texas Instruments como à Intel, a produção de uma CPU de 8 bits (que parece ter estado na origem do microprocessador 8008 da Intel). Porém outras marcas reclamam ter produzido o 1º computador pessoal. Em Março de 1974, na “QST Magazine - The Journal of Amateur Radio” apareceu o 1º anúncio de um PC (*personal computer*). Chamava-se Scelbi (*SCientific, ELectronic and Biological*), foi desenhado pela Scelbi Computer Consulting Company e baseava-se no microprocessador 8008 da Intel. Em Julho do mesmo ano, a revista Radio Electronics publicava um artigo sobre o que dizia ser o primeiro computador de “*hobby*”, o Mark-8, desenhado por Jonathan Titus, baseado também no microprocessador 8008. O Altair, produzido em kit, com base no microprocessador 8080, pela Micro Instrumentation and Telemetry Systems, Inc. (MITS), apesar de aparecer publicitado pela 1ª vez na capa da revista Popular Electronics só em Janeiro de 1975, é comumente considerado o 1º computador pessoal.

<sup>44</sup> Em 1968, Gordon Moore e Robert Noyce (ver nota 40), abandonaram a Fairchild Semiconductor Company e fundaram a empresa M&N Electronics, que logo trocou de nome para Intel, uma abreviação de Integrated Electronics.

<sup>45</sup> A Microsoft foi criada em 1975 por Bill Gates e Paul Allen, tendo iniciado a sua actividade exactamente a partir da criação de um interpretador BASIC para o Altair da MITS (ver nota 43). Em 1980 foi contratada pela IBM para desenvolver o sistema operativo dos seus computadores pessoais (o DOS), confirmando assim a liderança do mercado de software para microcomputadores.

programas que, sendo cada vez mais exigentes em recursos de processamento, vão tirando partido, e ao mesmo tempo estimulando, esse ritmo de desenvolvimento alucinante.

Foi inevitável o alargamento das possibilidades de processamento dos computadores muito para além da resolução de problemas de cálculo, função para a qual haviam sido originalmente planeados, estendendo-se naturalmente para áreas como o tratamento de texto e de imagem.

Esta evolução ultra rápida marcou a chamada Era da Informação que, de acordo com Félix Sagredo<sup>46</sup>, se iniciou a partir de 1960.

O pulsar vertiginoso das novidades tecnológicas teve também reflexos nos suportes para registo de informação que entretanto foram estando disponíveis. Alguns tiveram ciclos de vida relativamente curtos, tendo, mesmo assim, sofrido diversas evoluções antes de caírem em desuso<sup>47</sup>.

Mas outros desafios se colocaram. Tornou-se imperiosos que os computadores pudessem trocar informação entre si, mesmo que se encontrassem muito longe uns dos outros.

É nesta altura, 1960, que surge outra convergência notável. As novas tecnologias de computação começam não só a utilizar os mesmos meios de comunicação usados pelas já então tradicionais tecnologias de comunicação, nomeadamente a comunicação telefónica, mas também a influenciar decisivamente a sua evolução, tendo em conta sobretudo as crescentes exigências que as novas utilizações têm vindo a impor, quer em termos de quantidade de informação que se tornou necessário transmitir, quer de velocidade e de fiabilidade dessa transmissão.

Esta convergência foi protagonizada pelo modem<sup>48</sup>, que permitiu colocar dados numa ligação normalmente usada para voz. Foi um novo impulso no desenvolvimento das

---

<sup>46</sup> ESPINOSA, M.<sup>a</sup> Blanca; IZQUIERDO, José Maria; ESPINOSA, Juan C. Pérez, DEL RIO, José Luis; SAGREDO, Félix – *Tecnologías Documentales: Memorias Ópticas*. Madrid, Tecnidoc, 1994. ISBN 84-604-9465-9, p. 11.

<sup>47</sup> As disquetes – *floppy disks* – são disso um bom exemplo. Ver Anexo 4 – Disquetes: Sequência histórica dos formatos do *floppy disk*.

<sup>48</sup> O modem foi introduzido pela AT&T Bell Labs em 1960, sendo então utilizado para ligar terminais a *mainframes* e a minicomputadores. O primeiro modelo, comercializado com a designação Bell 103, permitia uma comunicação *full-duplex* (transmissão simultânea nos dois sentidos) com uma velocidade de transmissão de 300 bits por segundo (300 bps ou 300 baud). Em 1977, Dennis Hayes apresentou o micro-modem que se popularizou entre os utilizadores de micro-computadores. Em 1981, Hayes criou o standard AT que viria a tornar-se um standard de facto como interface para modem. Só em 1984 se implantam no mercado os modems que permitiram uma maior velocidade, 1200 baud, e só em 1990, trinta anos depois da sua invenção, se começaram a usar os modems a 9600 baud. A partir daí, a

redes informáticas, que ultrapassaram o âmbito local – LAN (local area network) – e começaram a abranger vastas áreas – WAN (wide area network) e, mais recentemente, MAN (metropolitan area network) intermédia entre a LAN e a WAN –, constituindo hoje um elemento essencial das tecnologias de informação. Esta convergência foi particularmente importante no desenvolvimento da rede global – a World Wide Web.

Esta nova realidade, criada com a disponibilidade de vastas redes, constituiu mais um avanço notável na facilidade e na rapidez de acesso à informação.

No que respeita a suportes de informação, as últimas décadas do séc. XX viram as técnicas de gravação e leitura óptica começaram a afirmar-se e a competir com as técnicas de registo magnético, superando-as mesmo em diversas aplicações. Também neste aspecto, a evolução, quer dos suportes, quer dos dispositivos de gravação e leitura, sempre na senda da redução de tempos de acesso e, simultaneamente, na ampliação da quantidade de dados que é possível gravar num dado suporte, deu um valioso contributo no aumento da velocidade a que um utilizador pode aceder a um documento e na riqueza do seu conteúdo.

### 2.3. Dias de diversidade

Desde que Gutenberg inventou os sistemas de composição e impressão, passou a ser mais fácil produzir vários exemplares de um documento escrito. Mais tarde, as máquinas fotocopiadoras<sup>49</sup> facilitaram ainda mais a cópia de documentos impressos, enquanto a transmissão fac-símile<sup>50</sup> permitiu enviá-los rapidamente para qualquer ponto do mundo com acesso à rede telefónica e um terminal de fax.

---

evolução foi bem mais rápida, tendo-se atingido uma velocidade standard de 56 Kbps em 1998, que logo seria destronada, em 1999, pelos fantásticos 8 megabits por segundo – teóricos, no sentido descendente (*downstream*) – dos modems com a nova tecnologia ADSL.

<sup>49</sup> CARLSON, Chester F (1906-1968). Advogado e inventor norte-americano. Em 1937 inventou um processo de reprodução de imagem que chamou de electrofotografia. O processo viria mais tarde a ser redenominado de xerografia – palavra de origem grega, significa escrita (*graphos*) a seco (*xeros*). Porém, Carlston confrontou-se com uma grande dificuldade para encontrar uma empresa interessada em comercializar o seu invento. Depois da rejeição de empresas como a IBM, a GE e a RCA, viria a conseguir que uma empresa denominada Haloid – mais tarde Xerox Corporation – produzisse, em 1955, a primeira máquina xerográfica semi-automática, a Copyflo. Porém, só em 1959, mais de vinte anos depois da sua invenção, viu ser lançada no mercado a primeira fotocopiadora comercial, a Xerox 914.

<sup>50</sup> BAIN, Alexander (1810-1877). Fabricante de relógios e inventor escocês. Em 1842, propôs um método para transmissão de fac-símile, o *electrochemical telegraph*, que patenteou no ano seguinte. Em 1848, um inventor londrino chamado Frederick Bakewell obteve uma patente para uma máquina semelhante, a que chamou “*copying telegraph*”. Desde logo, o fac-símile apresentou, relativamente ao telégrafo, as vantagens de evitar erros na transmissão por código Morse e a disponibilidade de uma assinatura. Apesar de, a partir de 1865, terem sido instaladas em toda a França diversas máquinas de fac-símile electromecânicas, baseadas nos modelos criados por Giovanni Caselli (o *Pantelegraph*) e por Bernhard Meyer (o *Kopiertelegraphen 1864*), e, em 1935, a Associated Press dos EUA ter

Apesar das facilidades que estas tecnologias proporcionaram, na realidade só o surgimento dos documentos irreais introduziu de facto alguma melhoria significativa no tempo de acesso a documentos e sobretudo no tempo necessário ao seu processamento. Os novos documentos electrónicos reproduzem-se e transmitem-se com uma facilidade ainda maior. Parafraseando Carlos César Gonçalves, podemos afirmar que “da difícil edição documental tradicional, o documento transita para a facilidade da edição do documento electrónico.”<sup>51</sup>.

A evolução tecnológica das últimas décadas do séc. XX, deu-se a um ritmo vertiginoso que, entre outros aspectos relevantes, se reflectiu também nos meios disponíveis para processar informação e nos suportes para a registar, divulgar e armazenar. Sobretudo no que diz respeito a suportes, surgiu uma grande diversidade de soluções, por vezes com ciclos de vida relativamente curtos. Quer os suportes que subsistiram, quer os que ficaram pelo caminho, tiveram quase sempre que passar por permanentes adaptações às novas exigências dos utilizadores potenciadas pelos avanços tecnológicos que constantemente permitiram sucessivos acréscimos no volume de informação, ao nível do processamento, registo, armazenamento e divulgação, e melhorias na velocidade de acesso, tanto em situações de acesso local como em situações de acesso remoto através de redes.

A evolução da tecnologia das redes e sobretudo a universalidade da Internet criou um novo paradigma, quer na divulgação, quer no acesso à informação.

### **2.3.1. Passado (muito) recente**

Em 1985, Lan Barnes afirmou que “hoje, os donos dos computadores pessoais possuem mais capacidade e velocidade utilizável em suas próprias casas do que a maioria dos governos possuía há 20 anos”<sup>52</sup>. Esta afirmação ilustra bem o que tem sido a aceleração no ritmo de desenvolvimento das tecnologias de informação. Se decorreram mais de

---

instalado uma rede a nível nacional, baseada no sistema fototelegráfico, inventado por Arthur Korn em 1902, o uso de máquinas de fax só se universalizou a partir de 1980 com a adopção de um protocolo standard para máquinas do Grupo 3, criado pela CCITT (*Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique*), para enviar faxes a 9600 bps.

<sup>51</sup> GONÇALVES, Carlos César Correia – Tecnologias de documentação e informação. Lisboa, ULHT, 2004.

<sup>52</sup> BARNES, Lan – *dBase II: Completo-Total: guia do usuário*. Trad. Denise Taboas de Sousa; Revisão Técnica João Cláudio Boccia. São Paulo, MacGraw-Hill, 1986. Tradução de *Introducing dBase II*. ISBN 0-07-450033-3

quinhentos anos entre o aparecimento do livro impresso<sup>53</sup> e o computador pessoal, daí até à Internet<sup>54</sup> passaram menos de vinte anos.

Apesar de concentrada em poucas décadas, é já longa a história da evolução dos microprocessadores<sup>55</sup>. Não raramente, os utilizadores, mesmo os mais atentos, passaram pela desagradável experiência de ver os seus equipamentos, recém adquiridos, ficarem quase instantaneamente desactualizados, tanto no que respeita à geração do hardware, como nas versões do software.

Paralelamente ao desenvolvimento da capacidade dos microprocessadores, também os suportes para registo de informação sofreram uma constante evolução quer com o aperfeiçoamento de determinada tecnologia, como tem sido o espantoso caso dos registos de natureza magnética, quer com o despontar de novas tecnologias como é o caso dos registos ópticos, ou ainda de natureza mista como os magneto-ópticos.

Por tudo isto, os suportes documentais dos últimos anos têm tido um tempo de vida útil extremamente reduzido quando comparado com o do suporte tradicional – o papel – ou mesmo com os suportes mais antigos – tábuas de argila, papiros e pergaminhos.

Foi notória, por exemplo, a efémera sobrevivência de diversos formatos de bandas magnéticas para uso em micro-computadores, um tipo de suporte penalizado sobretudo pelos demorados, ou mesmo exasperantes, tempos de acesso, mas também pela pouca facilidade de utilização e, muitas vezes, por uma confiabilidade decepcionante.

Outro caso sintomático é o das disquetes, cujas *drives*, apesar das sucessivas mudanças de formato, foram um componente *standard* dos micro-computadores, praticamente desde a sua origem, e que, no início do séc. XXI, passados apenas trinta anos, perdem esse estatuto a favor dos *Compact Disks* (CD's), os quais, por sua vez, talvez venham a ter um período de vida útil ainda menor face ao aparecimento e crescente popularidade dos *Digital Versatile Disks* (DVD's) e, mais recentemente, das *pen drives*<sup>56</sup>.

---

<sup>53</sup> Considerando a impressão apenas a partir do início da utilização de caracteres móveis na Europa, sem contar com os livros xilográficos, cujo exemplar mais antigo que se conhece é um livro chinês que data de 868.

<sup>54</sup> A Internet começou a ser usada por sociedades comerciais e por particulares em 1993.

<sup>55</sup> O microprocessador usado no Altair (ver nota 43) foi o Intel 8080. Introduzido no mercado em Abril de 1974, o 8080 funcionava com uma velocidade de relógio de 2 MHz. Trinta anos e algumas centenas de modelos depois, em Março de 2004, a mesma empresa lançou no mercado um modelo da família Xeon a 3 GHz.

<sup>56</sup> A *pen drive* é um dispositivo de memória externa, tipo *flash* (chip que pode ser reescrito e que preserva o seu conteúdo sem a necessidade de fonte de alimentação), que se liga a um computador através de uma porta USB (*Universal Serial Bus*). Destronou definitivamente as disquetes em virtude das vantagens que oferece: é compacta, rápida, resistente e tem grande capacidade de armazenamento.

Também no que respeita a redes de comunicação para informação digital, a evolução das últimas décadas foi igualmente espantosa.

Desde logo, no nível físico<sup>57</sup>, assistiu-se a um franco progresso na constituição das redes, com a desenvolvimento de diversas opções, desde o fio de cobre – primeiro em linhas aéreas e cabos multipares e, mais recentemente, em cablagem estruturada para LANs (em edifícios) –, passando pelo cabo coaxial – tanto para redes de longa distância como para LAN (Ethernet 2BaseT) – e pelas ondas de rádio – para comunicações ponto-a-ponto e ponto-multiponto – até à fibra óptica.

Aos níveis de ligação de dados e de rede, as diversas tecnologias de LAN que foram sendo propostas e utilizadas acabaram por perder relevância, soçobrando à crescente hegemonia de implantação das redes tipo *Ethernet*<sup>58</sup>. Aliás, o êxito da Ethernet é tal que, face à abundância de largura de banda<sup>59</sup> sobre fibra óptica, as soluções LAN começam a invadir o campo, anteriormente muito especializado, das WANs. Assim já estão disponíveis ofertas Ethernet para ligar entre si locais distantes de uma mesma entidade que passa a ter toda a sua rede como de fosse apenas uma grande rede Local.

Também os diferentes protocolos de comunicação, ensaiados ao longo deste curto período de tempo, perderam irrevogavelmente terreno perante o avanço imparável do *Internet Protocol* (IP), o protocolo de base da, hoje incontornável, WWW (*World Wide Web*). Ao sobrepor-se a todos os outros concorrentes para protocolos de nível de rede (IP) e de transporte (TCP e UDP<sup>60</sup>) permitiu uma uniformização dos processos das comunicações entre computadores e uma redução drástica do custo das mesmas. Permitiu igualmente a uniformização dos protocolos e serviços de nível superior (http, ftp, *web services*, ...) facilitando ou tornando possível que milhões de pessoas utilizem serviços e acessem a informação que de outro modo lhes seria impossível alcançar. E,

---

<sup>57</sup> A estruturação de uma rede apresenta diversos níveis. De acordo com o modelo OSI (Open Systems Interconnect), definido pela ISO (International Standards Organization), esses níveis são sete, a saber: 1 - Físico; 2 - Ligação de Dados; 3 - Rede; 4 - Transporte; 5 - Sessão; 6 - Apresentação; 7 - Aplicação.

<sup>58</sup> As tecnologias de LAN (nomeadamente a Ethernet, a 10 Mbps, inventada pela Xerox e a TokenRing, a 4 e a 16 Mbps, da IBM) permitiram interligar de forma relativamente simples os PCs (e outros computadores) co-localizados no mesmo edifício. A Novell lançou em 1983 o NetWare, um sistema operativo de rede que permitia a partilha de ficheiros num servidor. O protocolo de nível de rede era o IPX.

<sup>59</sup> A largura da banda de frequências (diferença entre a frequência mais alta e a mais baixa) que está atribuída ao canal de transmissão. A velocidade de transmissão aumenta proporcionalmente à largura de banda – teorema de Nyquist ( $T_{\max} = 2 \times H \times \log_2 V$  bits/s, em que  $T_{\max}$  é a taxa máxima de transmissão de dados de um canal,  $H$  é a largura de banda e  $V$  o número de símbolos usados).

<sup>60</sup> TCP e UDP são os acrónimos de *Transmission Control Protocol* de *User Datagram Protocol*, respectivamente.

claro, todas estas alterações, foram naturalmente acompanhadas por ganhos notáveis nas velocidades de comunicação <sup>61</sup>.

Do ponto de vista do utilizador, as redes deixaram de ser caras e raras e passaram a ser acessíveis tanto em termos de custo como de disponibilidade <sup>62</sup>.

No reverso da medalha da evolução acelerada, esteve a rápida obsolescência, com um impacto económico considerável em muitas organizações que, supondo determinadas tecnologias consolidadas, nelas fizeram investimentos avultados, sem suspeitar que jamais os iriam rendibilizar. Assim, perante a necessidade premente de inovação, tendo em conta a impossibilidade de esperar pela próxima geração de tecnologia, tornou-se necessário ponderar com extrema cautela a amplitude dessa inovação e optar por sistemas que ofereçam alguma garantia de perdurabilidade face ao seu custo.

### 2.3.2. Actualmente

Com a possibilidade de digitalização de documentos surgiram novas virtualidades que também se traduziram, para além de outros aspectos, em melhorias significativas nos tempos de processamento e de acesso à informação.

Como diz Carlos César Gonçalves, “a digitalização apresenta-se como a solução do futuro para o armazenamento da informação, a sua disponibilização a eventuais utilizadores de bibliotecas digitais, por exemplo, e para um melhor e mais rápido acesso aos materiais pretendidos por parte dos utilizadores, materiais esses que, já digitalizados, perdem o seu carácter de susceptibilidade à deterioração com o tempo e

---

<sup>61</sup> A expansão da Internet impulsionou a busca de mais largura de banda. No *backbone* dos operadores a solução disponível é a utilização de fibra óptica, sendo já hoje possível disponibilizar sobre uma mesma fibra óptica mais de 120 canais a 10 Gbps cada um. Estes números, que não param de crescer, não são sequer comparáveis, com as ligações a 300 bps proporcionadas pelos primeiros modems. Porém, para os utilizadores residenciais e pequenas empresas, os operadores têm ainda necessidade de rendibilizar as redes de cabo de cobre existentes e, por isso, empenham-se na resolução do que é chamado o problema da “última milha” (ou “último quilómetro”), isto é, a ligação da casa do utilizador à central de comunicações mais próxima. Assim foram desenvolvidas diversas tecnologias de linhas digitais de assinante, das quais a mais difundida é a ADSL, com velocidades que podem hoje atingir os 16 Mbps – já muito longe dos 1200 bps dos primeiros modems de utilização generalizada.

<sup>62</sup> Um aspecto assaz importante, no desenvolvimento das redes de dados e no acesso à informação é o ambiente de regulação da indústria das telecomunicações. Os operadores de telecomunicações tradicionais (os PTT dos primeiros 3 quartos do século XX) eram organizações monopolistas, muito “pesadas” e relativamente pouco dispostas a baixar os seus preços e a inovar os seus serviços. Foi a pressão da concorrência, permitida pela liberalização do mercado, e, posteriormente, o impacto da Internet, que obrigou à diversificação dos produtos/serviços e à redução de preços que permite que a maioria das pessoas hoje utilizem redes de dados.

deixam de questionar as capacidades físicas dos locais onde são armazenados ou dispostos para consulta, onde a limitação do espaço é, quase sempre, evidente”<sup>63</sup>.

A crescente capacidade de armazenamento dos suportes documentais, impulsionada sobretudo, pelos avanços nas tecnologias ópticas, permite guardar grandes quantidades de informação multimedia num único volume suporte, facilmente transportável, reproduzível e utilizável. Por exemplo, um disco do tipo DVD permite armazenar 4,7 GB<sup>64</sup>, o suficiente para arquivar cerca de 5 milhões de folhas de texto DIN A-4, ou 2 horas de vídeo, o que proporciona uma incomensurável quantidade de informação prontamente disponível para o utilizador, qualquer que seja o nível de automatização do processo informativo-documental<sup>65</sup>.

Por outro lado, a crescente disponibilidade de largura de banda, bem como as velocidades a que já é possível transportar informação numa rede, tornaram possível o acesso “*on-line*” a complexa informação multimedia. Também aqui, as tecnologias ópticas, traduzidas neste caso sobretudo pela utilização de fibras ópticas, deram um contributo decisivo para que possamos, por exemplo, em qualquer lugar do planeta, com o nosso computador pessoal ligado à Internet, ouvir “*on-line*” a emissão da nossa estação de rádio favorita, ou ver, em nossa casa, imagens animadas registadas num suporte documental guardado numa *drive* de um servidor instalado nos antípodas.

### 2.3.3. Interactividade

Os documentos digitais também trouxeram consigo a virtude da interactividade. Passou a ser possível ter documentos em que a informação disponibilizada não é necessariamente a mesma para todos os utilizadores, mas automaticamente seleccionada em função do seu perfil. Esta aproximação é particularmente importante nos sistemas de

---

<sup>63</sup> GONÇALVES, Carlos César Correia – *Vamos conhecer alguns aspectos da biblioteca digital*. Lisboa, ULHT, 2004. pág. 14.

<sup>64</sup> Além do formato DVD-5 (*single side, single layer*), com uma capacidade de 4,7 GB, existem também os formatos DVD-10 (*double side, single layers*), com o dobro da capacidade, isto é, 9,4 GB, o DVD-9 (*single side, double layer*), que proporciona 8,5 GB, e o DVD-18 (*double side, double layers*) com 17 GB.

<sup>65</sup> De acordo com Félix Sagredo, os processos informativos-documentais, do ponto de vista do grau de automação no acesso à informação, podem classificar-se como:

- “*in-line*” – quando o acesso é directo, isto é, a informação está disponível no hardware do próprio computador, tipicamente o disco rígido ou a memória RAM;
- “*on-line*” – quando a memória que contém a informação, não está fisicamente próxima do utilizador, sendo o acesso através da rede;
- “*near-line*” – quando para aceder à informação é necessário recorrer a dispositivos mecânicos auxiliares, por exemplo uma *juke box*;
- “*off-line*” – quando o acesso à informação necessita de intermediação por recursos humanos, ou outros automáticos.

In *Tecnologías Documentales: Memorias Ópticas* (ver nota 46), p. 62-63.

Ensino Assistido por Computador (EAC) em que os percursos de aprendizagem podem, desta forma, ser individualizados.

Outro tipo de aplicação importante é a que se vislumbra nos sistemas periciais, os quais se revelaram preciosos auxiliares de diagnóstico e de decisão em áreas tão importantes como a medicina. Neste caso, o documento, além de fornecer informação, também veicula algum conhecimento.

Assim, o acesso ao conhecimento requer apenas o tempo necessário para o dispositivo adequado ler o meio onde a informação está registada, processá-la de acordo com a programação estabelecida e mostrá-la ao utilizador num meio e sob uma forma que ele possa perceber – uma fracção de segundo ou, no máximo, alguns poucos segundos, para quem dispuser de acesso a um computador ou a uma rede, dependendo da situação do utilizador relativamente ao suporte documental, respectivamente acesso “*in-line*” ou “*on-line*”.

### **2.3.4. Diversidade de meios de registo e de comunicação de informação**

É verdadeiramente fantástica a panóplia de dispositivos de que hoje dispomos para registar documentos electrónicos, seja para arquivo, para transporte ou para suporte à edição. Desde os já “tradicionais” suportes baseados em sistemas magnéticos aos mais recentes de tecnologia óptica, passando pelos de tecnologia mista magneto-óptica, a gama de opções é imensa.

#### **2.3.4.1. Os “velhos” suportes magnéticos**

Os suportes para registo magnético de informação digital, têm desempenhado um papel importantíssimo no tratamento, arquivo e divulgação de informação.

Introduzido em 1956<sup>66</sup> como memória não volátil para computadores, o disco rígido é talvez o mais espantoso exemplo de longevidade, enquanto suporte para registo de informação irreal, e, simultaneamente, de evolução, enquanto tecnologia. Citando Jon William Toigo, “*Improvement in the technology has been nothing short of legendary: the capacity of hard-disk drives grew about 25 to 30 percent each year through the*

---

<sup>66</sup> O primeiro *hard disk drive* foi apresentado pela IBM em 1956 com o nome RAMAC (*Random Access Method of Accounting and Control*). Era constituído por 50 discos de alumínio, de 24 polegadas de diâmetro, com as superfícies de ambos os lados cobertas com óxido de ferro. O RAMAC permitia armazenar cinco milhões de caracteres (de 7 bits) – pouco mais de 4 MB – com um tempo de acesso de 100 ms. O conjunto era montado dentro de um armário. No total, pesava perto de uma tonelada e ocupava o espaço equivalente a dois frigoríficos modernos.

1980s and accelerated to an average of 60 percent in the 1990s. By the end of last year the annual increase had reached 130 percent. Today disk capacities are doubling every nine months, fast outpacing advances in computer chips, which obey Moore's Law (doubling every 18 months).”<sup>67</sup>.



Figura 7 – O primeiro *hard disk* – o IBM 305 RAMAC

Os *hard disks* iniciaram a sua carreira nos micro-computadores em 1980<sup>68</sup>, já com a tecnologia Winchester<sup>69</sup>, e uns modestos 5 MB. Actualmente oferecem capacidades de armazenamento da ordem das centenas de GB<sup>70</sup> e a previsão é de que a sua capacidade ainda possa aumentar, embora já incorporando tecnologias ópticas<sup>71</sup>.

<sup>67</sup> TOIGO, Jon William – Avoiding a data crunch. Scientific American, issue 5, 2000  
[http://143.117.13.2/phy803/files/sciam\\_2000\\_5.htm](http://143.117.13.2/phy803/files/sciam_2000_5.htm), 2005.05.22-16:50

<sup>68</sup> A Seagate Technology introduziu, em 1980, o primeiro *hard disk drive* de 5,25" – o ST506 – que começou a ser usado nos primeiros computadores pessoais. Dispunha de uma capacidade de armazenamento de 5 MB, distribuída por dois discos, acedidos através de 4 cabeças, com um tempo médio de busca (*Average Seek Time*) de 85 ms.

<sup>69</sup> A tecnologia “Winchester” foi introduzida pela IBM em 1973, com a unidade de disco IBM 3340. Com esta tecnologia foi introduzida uma série de inovações que permitiu aumentar as densidades de gravação tanto de trilhas como de bits. Isso foi conseguido com aperfeiçoamentos nas tecnologias de cabeças de leitura/gravação, no mecanismo de posicionamento das cabeças e na diminuição da espessura da camada magnetizável do disco. Além disso, o disco, a cabeça, o mecanismo de posicionamento e o eixo motor do disco passaram a ficar num ambiente hermeticamente fechado.

<sup>70</sup> A empresa Hitachi, anunciou, em Janeiro de 2005, que disponibilizaria em breve um *hard disk driver* de 500 GB, com um tempo médio de busca de 8,5 ms e um interface que permite uma taxa de transferência de 300 Mb/s.

<sup>71</sup> De acordo com estudos desenvolvidos por diversos fabricantes, a tecnologia de miniaturização que tem permitido aumentar a capacidade dos *hard disks* deparar-se-á inevitavelmente com uma limitação física imposta pelo efeito superparamagnético. Assim, por exemplo, um estudo da Seagate Research apresentado por Mark Kryder em 2002 na Conference on File and Storage Technologies, aponta para as seguintes limitações:

- A tecnologia de gravação longitudinal, que ainda é a mais utilizada, deverá encontrar o seu limite algures acima dos 100 Gbps (gigabit por polegada quadrada);
- A alternativa de gravação vertical parece estender este limite para cerca de 1 Tbps (terabit por polegada quadrada);

A taxa de crescimento da capacidade de armazenamento se, por um lado, tem permitido baixar cada vez mais o custo por unidade de armazenamento, por outro, apesar de melhorias significativas, não tem sido acompanhada por reduções do tempo de acesso na mesma proporção. Segundo Jon Toigo, “*Although the capacity of hard-disk drives is surging by 130 percent annually, access rates are increasing by a comparatively tame 40 percent*”<sup>72</sup>.

Contudo, a velocidade de transferência de dados nas mais recentes *hard-disk drives*, compatíveis com o *standard “Serial ATA II”*, atinge, pelo menos teoricamente, a impressionante taxa de transferência de 3.0 Gb/s (mais de 300 MB/s).

A disquete é outro suporte magnético que foi muito utilizado, desde a sua introdução em 1967, mas principalmente durante as últimas duas décadas do séc. XX, com a generalização do uso de computadores pessoais. Foi o principal meio de registo de informação externo e foi usado para transferir dados entre computadores antes do advento das redes. No princípio deste século, caiu rapidamente em desuso, graças ao aparecimento de novas soluções, como a *pen drive*, com mais capacidade, melhores tempos de acesso, maior fiabilidade e, além de tudo isso, muito fáceis de utilizar e de transportar. O *floppy disk* é também um exemplo de versatilidade evolutiva<sup>73</sup> mas, ao contrário do *hard disk*, já se tornou um exemplo de obsolescência.

A fita magnética<sup>74</sup>, introduzida em 1928 para registo analógico de som, só viria a ser usada para registo de informação digital em 1949 no BINAC (*Binary Automatic Computer*) de Mauchly-Eckert<sup>75</sup>.

As bandas magnéticas, nos seus diversos formatos, têm normalmente um âmbito de aplicação distinta dos discos. São muitas vezes consideradas uma opção vantajosa para arquivo de dados, principalmente na óptica de *backup*, devido sobretudo ao facto de

- 
- Com tecnologia HAMR (*Heat-Assisted Magnetic Recording*), um processo híbrido em que a gravação magnética é assistida por um feixe de luz que faz a demarcação da zona de gravação – track / bit – poder-se-á atingir uma densidade de 5 Tbps;
  - A utilização de materiais SOMA (Self-Ordered Magnetic Arrays), à base de platinato de ferro (FePt), com a tecnologia HAMR, poderá permitir uma densidade de 50 Tbps.

<sup>72</sup> Ver nota 67.

<sup>73</sup> Ver Anexo 4 – Disquetes: Sequência histórica dos formatos do *floppy disk*.

<sup>74</sup> A fita magnética foi inventada, em 1928, pelo químico alemão Fritz Pfleumer (1881-1945), a partir do fio magnético que o engenheiro dinamarquês Valdemar Poulsen (1869-1942) havia usado no seu “*Telegraphone*”, o primeiro dispositivo para registo magnético de som, patenteado em 1898, que usava cordas de piano magnetizadas como suporte de gravação. Poulsen demonstrou a utilização do seu aparelho na feira de Paris de 1900.

<sup>75</sup> Eckert e Mauchly – ver nota 34 – criaram, em 1946, a empresa Electronic Control Company, hoje Unisys, com o objectivo de construir e comercializar computadores. Ainda antes de produzir os primeiros computadores verdadeiramente comercializáveis, os UNIVAC, construíram o BINAC que incluía uma unidade rudimentar de fita magnética para introdução de programas e dados.

permitirem registar grandes quantidade de informação, com um custo normalmente menor do que o dos discos.

Contudo, como meio de edição, as fitas magnéticas, que foram indispensáveis na edição profissional de áudio e de vídeo, nunca foram uma opção para os documentos electrónicos. Apesar das taxas de transferência serem cada vez mais altas<sup>76</sup>, os tempos de acesso são muito condicionados pela necessidade de bobinar as fitas.

#### 2.3.4.2. Registos ópticos – a nova revolução

O desenvolvimento da tecnologia de produção de feixes laser<sup>77</sup>, que culminou com a possibilidade de produção de emissões estáveis, por largos períodos de tempo, a partir de dispositivos de estado sólido<sup>78</sup>, possibilitou a criação de registos documentais do tipo óptico. Uma nova revolução ao nível dos suportes documentais.

Esta revolução eclodiu, em 1982, com a introdução do *Compact Disc* (CD)<sup>79</sup>. Com uma elevada qualidade de som digital, tornou-se rapidamente num exemplo de grande sucesso da tecnologia electrónica para o mercado de grande consumo.

As virtudes deste novo meio – superior qualidade do som, rápido acesso a qualquer faixa, vida mais longa (o CD não se desgasta) e tamanho reduzido – tornaram-se desde logo óbvias e, assim, em 1984 a especificação do CD áudio estendeu-se ao CD-ROM (*CD – Read Only Memory*), para aplicações de computadores, e, subsequentemente, a outros formatos, todos eles baseados no formato do CD áudio.

---

<sup>76</sup> Com a especificação do formato LTO (*Linear Tape-Open*) Ultrium 3 é anunciada uma capacidade de 800 GB, com uma taxa de transferência de 160 MB/s, usando uma compressão de 2:1.

<sup>77</sup> A palavra LASER é o acrónimo de *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*. Em 1981, a empresa Sharp conseguiu obter a emissão de laser a partir de um dispositivo semiconductor.

<sup>78</sup> Dispositivos construídos com materiais sólidos, como semicondutores. A designação enfatiza a grande diferença em relação às tecnologias que empregam tubos de gás e exclui dispositivos electromecânicos ou com partes móveis

<sup>79</sup> Na realidade, o conceito de *Compact Disc* teria sido proposto, em 1969, por Klaas Compaan, um físico alemão que pretendia produzir um vídeo-disco. Conjuntamente com Piet Kramer, do grupo de investigação óptica da Philips, teria produzido, no ano seguinte, um protótipo em vidro que lhes permitiu concluir sobre a necessidade de utilização de um laser para leitura. A ideia era gravar no disco micro imagens que depois eram lidas a uma velocidade suficiente para permitir a sua projecção dando a ideia de movimento (como num filme). Desde logo surgiu a ideia de aplicar este tipo de tecnologia para produzir discos de áudio que fossem uma alternativa vantajosa aos discos de vinil. A Philips teria mesmo produzido um primeiro protótipo, em 1974, cuja qualidade foi decepcionante. A conclusão foi que seria necessário mudar de tecnologia de codificação. O modelo analógico de modelação revelava-se inadequado para se obter uma boa qualidade de som. Assim, foi inevitável enveredar pela modelação digital. Por essa altura, surgem então vários protótipos de discos áudio digitais, produzidos por diversas empresas, como a Mitsubishi, a Hitachi e a Sony. Na batalha pela liderança deste mercado emergente, a Philips e a Sony encetaram, em 1979, um processo de colaboração para o desenvolvimento da tecnologia do CD áudio de que resultou, no ano seguinte, uma proposta de acordo sobre normas que viriam a impor-se como standard neste domínio.

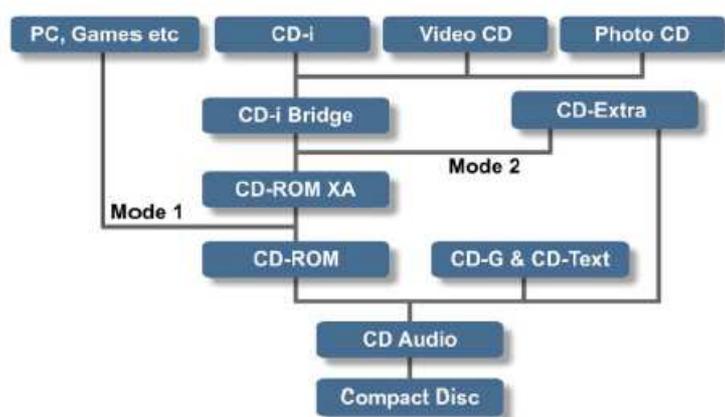


Figura 8 – Formatos baseados no *Compact Disc*

Um CD pode armazenar até 74 minutos de música ou 656 MB (megabytes) de informação<sup>80</sup> – seriam necessárias quase 500 disquetes para obter esta capacidade.

A velocidade de acesso aos dados de um CD-ROM<sup>81</sup>, ainda que muito inferior à de um disco rígido, é bastante superior à das bandas magnéticas.

Rapidamente surgiram novos conceitos de CD. Em 1986, é criado o conceito de CD-I (*CD Interactive*), em 1987, é criado o formato Vídeo CD e, em 1988, é introduzida a tecnologia do CD gravável pelo utilizador. Só em 1990 a Kodak anuncia o Foto CD e em 1991 é finalmente concretizado o formato CD-I ao mesmo tempo que surgem no mercado os primeiros CD-R (*CD-Recordable*).

A partir desta altura, o CD tornou-se naturalmente o suporte de eleição para registo e difusão de informação. Mas, este estatuto não chegou a ter uma década de consagração, já que está em vias de ser usurpado pelo DVD – *Digital Versatile Disc*<sup>82</sup>.

<sup>80</sup> A capacidade de um CD para armazenar informação digital é:  
 $44.100 \text{ amostras/canal/segundo} \times 2 \text{ bytes/amostra} \times 2 \text{ canais} \times 74 \text{ minutos} \times 60 \text{ segundos/minuto} =$   
 $= 783.216.000 \text{ bytes}$

Contudo, no modo CD-ROM standard, apenas 688.332.800 *bytes* (ou 656 MB) estão disponíveis para o utilizador. Os restantes *bytes* são usados para controlo.

<sup>81</sup> A utilização dos dados de um CD-ROM é diferente da de um CD áudio. Enquanto um CD áudio tem que rodar a uma determinada velocidade (correspondente a uma velocidade linear constante entre 1,2 e 1,4 m/s), um CD-ROM pode ser lido por *drives* com uma gama de velocidades opcionais, até 52 vezes a velocidade normal. À medida que a velocidade sobe, o tempo de acesso diminui. À velocidade máxima de rotação (52×) conseguem-se tempos médios de acesso aleatório de 80 ms e taxas de transferência de 7,8 MB/s.

<sup>82</sup> Inicialmente DVD era o acrónimo de *Digital Video Disc*. Mas, dada a sua comprovada versatilidade como suporte para registo de informação multimedia, a designação DVD tem agora o significado de *Digital Versatile Disc*. A origem do DVD remonta a 1994 sob duas formas concorrentes. Por um lado o MMCD (*Multimedia CD*) anunciado e demonstrado pela Philips e pela Sony. Por outro lado, o SD

Lançado em 1996 no Japão, em 1997 nos EUA e em 1998 na Europa, o DVD é muito semelhante ao CD mas tem muito mais capacidade de armazenamento. Um DVD na sua versão básica – uma camada, uma face – suporta quase sete vezes mais informação do que um CD. A sua enorme capacidade permite-lhe armazenar um filme, com codificação MPEG-2, e ainda uma série de informações adicionais<sup>83</sup>.

Na versão dupla camada com duas faces, o DVD oferece uma capacidade de armazenamento de 17 GB.

O DVD está disponível em vários formatos para outras tantas utilizações: DVD-Video, para filmes de alta qualidade; DVD-ROM, para jogos e outras aplicações de computador; DVD-Aúdio, especificado em 1999 e disponível em 2000, para música de muito alta qualidade; DVD-R, DVD-RAM, e DVD-RW<sup>84</sup>, são os formatos graváveis / regraváveis que são agora largamente usados quer em computadores pessoais, para pequenas tiragens de DVDs e backup de informação, quer em produtos diversos como gravadores e câmaras de vídeo.

Existe ainda o DualDisc (ou DVDPlus) que foi lançado no final de 2004. É um formato híbrido, com um lado CD e o outro lado DVD, usado sobretudo pelas editoras de música, que permite oferecer compatibilidade para ser lido tanto por leitores de CDs como por leitores de DVDs (naturalmente com níveis de qualidade áudio distintos)<sup>85</sup>.

Em 2005, está previsto o lançamento de dois novos formatos de disco que pretendem responder à necessidade de gravar vídeo de alta definição (HDTV)<sup>86</sup>, uma vez que este novo formato de vídeo tem exigências superiores às oferecidas pelos formatos DVD

---

(*Super Disc*) anunciado e demonstrado pela Toshiba & Warner. O DVD foi o resultado do acordo entre estas duas linhas de desenvolvimento, de forma a conseguir um standard comum.

<sup>83</sup> O conteúdo típico de um DVD-video é:

- até 133 minutos de vídeo de alta resolução, em formato *letterbox* ou *pan-and-scan*, com uma resolução horizontal de 720 *dots* (a taxa de compressão vídeo é tipicamente 40:1 usando compressão MPEG-2);
- Banda Sonora apresentada em até 8 línguas usando canais de som *surround* digital *Dolby 5.1*;
- Legendas em até 32 línguas.

<sup>84</sup> Os formatos DVD+R e DVD+RW, desenvolvidos pela Philips e pela Sony, são suportados pela chamada 'DVD+RW Alliance' (constituída pelas empresas HP, Philips, Ricoh, Sony, Yamaha, Verbatim/Mitsubishi Chemical, Dell e Thomson), mas não estão aprovados pelo 'DVD Forum' (ex-'DVD Consortium'), a entidade que aprova as especificações standard dos formatos DVD.

<sup>85</sup> Existem outros formatos híbridos, o '*Hybrid SACD*' e o '*Hybrid DVD*', que não são lidos por todos os modelos de leitores DVD.

<sup>86</sup> A televisão de alta definição comporta até 1080 linhas visíveis por imagem, muito mais do que os sistemas tradicionais de vídeo – 625 linhas (576 visíveis) nos sistemas PAL/SECAM e 525 linhas (480 visíveis) do sistema NTSC.

actualmente disponíveis. Estes novos discos são conhecidos como Blu-ray Disc (BD) and HD DVD <sup>87</sup> e oferecem capacidades até 60 GB.



Figura 9 – Leitor óptico que utiliza um laser azul para ler um disco Blu-ray de 50 GB.

Os leitores de DVD incorporam a tecnologia necessária para ler a informação do disco e efectuar a descompressão com uma velocidade suficiente para apresentar as imagens sem que percebamos qualquer efeito de descontinuidade no seu movimento. Este feito, exige uma enorme capacidade de processamento e traduz uma evolução significativa, não só na velocidade de processamento mas também no desenvolvimento do algoritmo de compressão, hoje já extremamente complexo <sup>88</sup>.

Quase todos os filmes produzidos nos últimos anos estão disponíveis em DVD e mesmo os mais antigos estão a ser transportados para este formato. Os novos filmes já são lançados no mercado em versão DVD, antes ainda da versão na tradicional cassette de vídeo, pois os custos de produção e distribuição são mais baixos.

O mercado de DVD está a crescer mais rapidamente do que qualquer outro formato alguma vez cresceu.

---

<sup>87</sup> Tanto os Blu-ray discs como os HD DVD baseam-se na utilização de um laser azul com um comprimento de onda de 405 nm, enquanto que os formatos DVD actualmente disponíveis usam um laser com um comprimento de onda de 635 nm ou 650 nm (vermelho) e o CD um laser de 780 nm (infra-vermelho).

<sup>88</sup> Na realidade o algoritmo de compressão desempenha um papel crucial para que a velocidade de leitura seja suficiente para permitir a reconstituição das imagens ao ritmo de um filme. Se um filme de um DVD de duração média não estivesse comprimido, demoraria cerca de um ano a transmitir através de uma linha telefónica normal.

Hoje em dia, os CDs e os DVDs estão por todo o lado. Quer sejam usados para gravar música, dados ou programas de computador, tornaram-se o suporte *standard* para distribuição de grandes quantidades de informação, de forma segura.

Os novos computadores pessoais, no que respeita a registo externo de informação, vêm agora equipados, nas configurações *standard*, com *drive* para ler e gravar DVD – além de portas USB e *software plug-and-play*, que permitem a utilização *user friendly* de *pen drives*, e ainda portas para leitura de diversos modelos de cartões de memória.

Os suportes documentais de tecnologia óptica entraram decididamente no nosso quotidiano e marcaram novos e importantes progressos na acessibilidade a documentação cada vez rica em conteúdo multimedia e em interactividade.

Para além dos formatos em disco, outros tipos de suportes ópticos têm surgido nos últimos anos, com mais ou menos sucesso. São exemplos, o chamado “papel digital”, a banda óptica e o *laser card*.

O papel digital baseia-se na utilização de um papel especial, com aspecto idêntico ao papel comum, mas no qual foi pré-impreso, de forma quase invisível ao olho humano, um padrão de pontos, cujas coordenadas são lidas, por uma caneta electrónica, quando o utilizador escreve. Esta informação é depois transferida para um computador que usando poderosas aplicações, por exemplo, de reconhecimento óptico de caracteres, a transpõe para bases de dados, num formato adequado para exploração – XML, SQL, Server, Access, TXT (*tab delimited text*) ou outros.

O papel digital é particularmente útil para recolha de dados através de formulários que, desta forma, apesar de serem preenchidos “à mão”, ficam com os dados logo disponíveis para tratamento automático.

As bandas ópticas e respectivos dispositivos de gravação / leitura, apesar das muitas tentativas de várias empresas e dos grandes investimentos aplicados no seu desenvolvimento, ainda não conheceram uma solução economicamente viável, estando a sua utilização cada vez mais comprometida, face ao aparecimento de poderosos dispositivos de *backup* baseados em discos ópticos de grande capacidade, nomeadamente com a introdução do *blue laser* na tecnologia DVD-RW.

O *laser card* combina segurança no registo de dados com resistência e duração a um custo conveniente. Tem uma capacidade total de 4,1 MB, dos quais disponibiliza até 2,8 MB para dados do utente quando usado com a detecção e correcção completa de

erros. É adequado para registo de informação pessoal, como a identidade, o historial clínico, as habilitações e outros.



Figura 10 – Cartão de identificação usando tecnologia *laser card*

#### 2.3.4.3. O “*mix*” magneto-óptico

Os discos magneto-ópticos (MO) regraváveis oferecem uma considerável capacidade de armazenamento e são ideais para uma variedade de aplicações que vão desde os sistemas de *backup* à edição gráfica e *desktop publishing*. Estes discos usam uma combinação dos métodos magnético e óptico. Usam *cartridges* removíveis e estão disponíveis em dois formatos: discos de 3,5" (até 640 Mbyte) e discos de 5,25" (até 2,6 Gbyte por face) – os discos de 5,25" são utilizáveis nas duas faces mas têm que ser virados manualmente.

#### 2.3.4.4. Uma panóplia de memórias e de outros equipamentos inteligentes

Já se tornou extremamente popular a utilização de *flash drives* (também conhecidos por *USB flash drives*, *USB drives*, *pen drives*, *key drives*, ...). Trata-se de um dispositivo de armazenamento de informação construído em torno de uma *flash memory* – um tipo especial de EEPROM (*electrically erasable programmable read-only memory*) que pode ser reprogramada por blocos, em vez de *byte a byte*. Facilmente transportáveis, ligam-se ao computador através de uma porta USB (*Universal Serial Bus*), têm uma natureza não volátil, isto é, não necessitam de energia para manter a informação (apenas para lê-la ou alterá-la), e oferecem capacidades de armazenamento que já atingem os 2 GB. Apesar de ainda estarem longe da capacidade de armazenamento de uma *hard disk drive*, oferecem como grandes vantagens a menor dimensão, a portabilidade e a maior durabilidade, uma vez que não incorpora quaisquer partes móveis. Em

contrapartida, as *USB flash drives* oferecem tempos de escrita (da ordem dos 500 Bps) e de leitura (próximo dos 1000 Bps) bastante modestos.

As *flash memory cards*, tal como as *flash drives*, são dispositivos de memória baseados em tecnologia de estado sólido, embora com diferente forma mecânica e diferentes interfaces. Enquanto as *flash drives* são usadas essencialmente como suportes para registo de informação externos ao computador com o objectivo de transportar essa informação, as *flash memory cards* são usadas como memória interna em diversos dispositivos electrónicos, por exemplo, câmaras fotográficas digitais. Sem a condicionante da comunicação USB, estes dispositivos oferecem bons tempos de escrita (1,5 MB/s) e de leitura (2,45 MB/s)

Para além da diversidade de suportes para registo de informação, surgiram também no mercado da electrónica de consumo diversos dispositivos portáteis que possibilitam a comunicação e o tratamento de informação, independentemente do local onde esteja o utilizador (ou quase – quando é necessária a ligação a uma rede, esta poderá não estar acessível). Nesta linha surgiram os *palmtops* ou PDA's<sup>89</sup>, verdadeiros computadores de bolso, que cabem na palma da mão, e que já oferecem aplicações capazes de executar as principais operações de tratamento de informação, como o processamento de texto.

Os próprios telemóveis já oferecem hoje a possibilidade de utilizar aplicações de comunicação típicas de computador, como o popular Messenger da Microsoft.

Algumas empresas já começaram mesmo a comercializar dispositivos que combinam PDA com telemóvel e com câmara fotográfica<sup>90</sup>. Tudo isto na palma da mão!

### 2.3.5. Todos em um: a Internet

Com a digitalização da informação e a crescente capacidade dos dispositivos de armazenamento, conjugados com o aparecimento dos conceitos *link* / hipertexto<sup>91</sup> que estão associados às tecnologias Web, mais uma vez melhorou significativamente o tempo de acesso à informação, que pode estar fisicamente dispersa, mas que, para o utilizador, está apenas à distância de um “clique”.

---

<sup>89</sup> PDA é o acrónimo de *Personal Digital Assistant* – um dispositivo *handheld* para gestão pessoal de informação. Teve a sua origem no Psion I, um *organizer* introduzido pela empresa Psion em 1984.

<sup>90</sup> São comuns os modelos designados “Qtek” que combinam PDA – por exemplo com processadores da gama Intel XScale e sistema operativo Windows Mobile Phone edition – com telefone celular GSM, comunicação de dados GPRS e câmara digital, tudo num pequeno aparelho que pesa menos de 200 g.

<sup>91</sup> O hipertexto é um texto em formato electrónico, que pode ser visto, por exemplo, num computador. Pode conter outros elementos de comunicação – como ilustrações, áudio e vídeo – e que geralmente incorpora referências, designadas *links* (ou *hyperlinks*), que proporcionam acesso a outros hipertextos com um simples clique no elemento que o contém (bloco de texto ou outro).

A este progresso está associada uma desmaterialização. Os novos documentos, para além da sua natureza irreal, assumem a condição de virtuais.

Tal como em todas as tecnologias emergentes, também no início da Internet as limitações eram muitas e condicionavam, por exemplo, os conteúdos, basicamente texto, e os tempos de acesso aos pontos de alojamento, que, pela sua morosidade, chegavam a ser desencorajadores. Porém, com o progressivo aumento da largura de banda disponível nas ligações Web, estas limitações têm cada vez menos importância.

Do ponto de vista do utilizador que procura informação, a Internet, para além de todas as considerações que podem ser feitas sobre os aspectos éticos da sua utilização<sup>92</sup>, nomeadamente no que respeita a confiabilidade, tornou-se uma fonte primordial de pesquisa, talvez mesmo a fonte por excelência. A *world wide web* assumiu assim o papel de um autêntico suporte de informação, ainda que virtual.

A Internet proporciona documentos ricos em conteúdo – multimedia – e rapidamente acessíveis.

A humanidade, e com ela os suportes documentais e os meios de comunicação, percorreu um longo caminho desde os sinais de fumo, do rufar dos tambores e das tábuas de argila.

---

<sup>92</sup> A este propósito, leia-se, por exemplo, “Expansão da Internet e Implosão Ética” do Professor Doutor Carlos César Correia Gonçalves, Lisboa, ULHT, 2004.

### 3. Informação Omnipresente

*“Cuanto más aumentamos el caudal disponible de nuestros datos, más inmenso nos parece el océano de nuestra ignorancia.”*

Arturo Romero Salvador

As mais recentes gerações de computadores têm como características chave a mobilidade e a capacidade multimédia. Incluem tecnologia *wireless link*<sup>93</sup> que lhes permite dialogar com outros equipamentos sem necessidade de estabelecer uma ligação física entre eles.

As redes *wireless* (*WiFi*<sup>94</sup>, *Bluetooth*<sup>95</sup>) e as redes móveis (*GSM*<sup>96</sup>, *GPRS*<sup>97</sup>) começam a estar disponíveis por toda a parte, ampliando consideravelmente a facilidade de acesso a informação *on line* em LAN's, em WAN's e, conseqüentemente, na própria Internet.

Assim, é cada vez maior a probabilidade de se poder aceder a informação, a partir de qualquer lugar, ligando um computador pessoal a uma rede distante, sem ter de fazer uma ligação física, através de uma rede local com acesso *wireless*, ou através de uma rede móvel, com um telemóvel com modem, bastando para tal, em ambos os casos, que exista cobertura.

---

<sup>93</sup> As comunicações por ligação *wireless* (comunicações sem fio) veiculam a informação a ser transmitida por meio da propagação ondas electromagnéticas no ar (em vez de a enviar através de um cabo). Grosso modo, a frequência usada é mais elevada quando a distância a cobrir é menor.

<sup>94</sup> As comunicações *WiFi* (marca registada da Wi-Fi Alliance) servem-se de canais na banda de 2,4 GHz que não necessitam de licenciamento (standard IEEE 802.11), e são cada vez mais usadas para comunicações em áreas pequenas (por exemplo, em residências). Uma das utilizações mais conhecidas desta tecnologia, são os pontos de acesso à Internet (conhecidos como *hotspots*) que têm vindo a surgir um pouco por todo o lado.

<sup>95</sup> A tecnologia *Bluetooth* (apresentada, em 1994, pela empresa de telecomunicações Ericsson) é usada nas chamadas redes pessoais (PAN – personal area networks) sem fio, que necessitam de uma solução de baixo consumo e pouco alcance. O *Bluetooth* usa a mesma frequência de transmissão do *WiFi*, mas recorre a esquemas de multiplexagem diferentes. Enquanto o *Wi-Fi* é usado essencialmente para acesso à rede local, o *Bluetooth* tem variedade de aplicações na comunicação entre diferentes equipamentos electrónicos como telemóveis, computadores pessoais, impressoras, câmaras fotográficas (digitais), receptores GPS (Global Positioning System), consolas de jogos (*video games*), etc.

<sup>96</sup> O GSM – Global System for Mobile Communications, ou Sistema Global para Comunicações Móveis, é o standard mais comumente usado em telefones móveis.

<sup>97</sup> O GPRS – General Packet Radio Service, é um serviço orientado para a transmissão de pacotes de dados sobre as redes de comunicações móveis GSM.

Mas, já não é sequer necessário um computador pessoal para aceder a informação “on line”. Com muitos modelos de telemóvel, sem qualquer outro equipamento adicional, é possível aceder à Internet, qualquer que seja o lugar onde se encontra o seu utilizador, e, por exemplo, consultar o correio electrónico.

Outra pequena revolução foi introduzida nas nossas vidas com a tecnologia *Contactless Smart Chip* que veio ampliar e facilitar a utilização dos *Smart Cards*<sup>98</sup>. Já amplamente utilizados, há vários anos, sobretudo nas telecomunicações para registar de forma segura informação pessoal dos subscritores de determinados serviços – por exemplo, nos telefones móveis e nos receptores de TV por satélite – os *Smart Cards* vêm agora largamente ampliada a sua utilização.

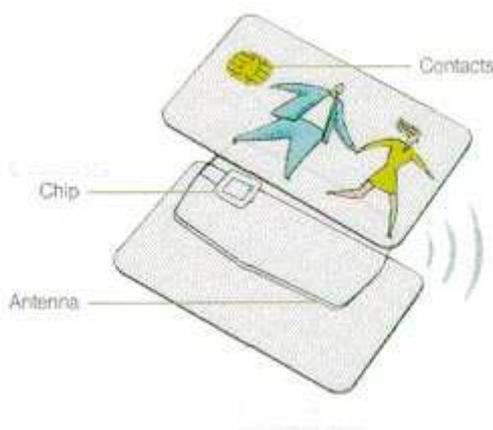


Figura 11 – *Smart Card* com os dois interfaces: de contacto e *contactless*.

São exemplos utilização dos *Smart Cards*, entre outros, os cartões de identificação – em diversas instituições, como empresas, departamentos estatais, escolas, ... –, os cartões bancários – para crédito, débito, porta-moedas electrónico, ... –, os cartões de cliente – usados por organizações comerciais de venda a retalho para fidelizar os clientes –, cartões de acesso a transportes públicos – que agilizam o acesso a meios de transporte sobretudo em grandes redes urbanas – e os cartões de utente – de diversos serviços, públicos ou privados, em particular de serviços de saúde e assistência médico-medicamentosa.

<sup>98</sup> Um *smart card* é um cartão de plástico, do tamanho de um cartão de crédito, que tem um *chip* embecido. O *chip* pode ser um microprocessador com memória interna ou um *chip* de memória com lógica não programável. A comunicação com o *chip* começou por ser realizada de forma directa, usando leitores que com ele estabelecem contacto físico. Mais recentemente, passou a ser possível a leitura remota através de um interface *contactless* electromagnético. Existem hoje tanto cartões que usam a tecnologia de contacto, como cartões que usam a tecnologia *contactless* e, ainda, cartões que incorporam os duas tecnologias, quer usando dois *chips*, um para cada interface – *Hybrid cards* – quer usando um único *chip* – *Combi cards*.

É notável a comodidade que o *Contactless Smart Card* trouxe, por exemplo, ao controlo de acessos. Com ele, o utente pode ser identificado sem ter que o exhibir e, em muitas situações, nem sequer tem que o tirar do bolso.

Podemos dizer que a informação de que necessitamos, quer como utilizadores, quer como fornecedores – por exemplo, a nossa informação pessoal, que nós próprios transportamos no bolso e disponibilizamos para requisitar um serviço, adquirir um produto, ... –, está praticamente acessível em qualquer lugar a qualquer momento. A informação tornou-se omnipresente nas nossas vidas.

## 4. Tecnologias para o futuro

*“The future cannot be predicted, but it can be invented.”*

Denis Gabor,

No despontar do séc. XXI, vemos afirmarem-se a ciência e as tecnologias de manipulação de moléculas e de átomos, quiçá de partículas subatómicas. A moderna tecnologia, que atingiu a escala do micron (milionésimo de milímetro), nomeadamente na produção dos *microchips* para computadores, salta agora para a escala do nano (mil vezes menor), isto é para a escala em que se efectuam as medições ao nível molecular.

Enquanto a microtecnologia manipula com exactidão pequeníssimos volumes de moléculas, a debutante nanotecnologia, ou tecnologia molecular, manipula moléculas e átomos individuais com controlo e precisão.

Estamos perante uma revolução que promete um impacto superior ao da revolução industrial e ao da revolução dos computadores na forma como alteraram a vida humana, tanto no plano económico, como no plano social.

A ciência e a tecnologia à escala do nano<sup>99</sup> abrangem as fronteiras de diversas ciências como a química, a física e a medicina, e terão repercussões nos materiais, no hardware dos computadores e, naturalmente, nos suportes documentais.

Como salienta Frederic Levy<sup>100</sup>, “os átomos são extraordinariamente pequenos comparados com a nossa escala. Por exemplo, na espessura desta folha de papel (...), cerca de um décimo de milímetro, é possível empilhar cerca de 400.000 átomos de metal”.

---

<sup>99</sup> Podemos definir a nanociência como sendo o estudo de objectos com tamanhos que variam de centenas a dezenas de nanómetros. A nanociência é pois a ciência feita a uma escala da ordem de alguns átomos. Por sua vez a nanotecnologia é a habilidade de construir materiais e produtos com precisão atómica, usando os conhecimentos obtidos com a nanociência.

In BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. ON - Observatório Nacional – *A nanociência e a nanotecnologia: uma revolução em pequenos pacotes*. «Café Orbital - Revista Electrónica» Volume 0011 n.º 1101 (Janeiro 2004)

[http://www.on.br/revista\\_ed\\_anterior/janeiro\\_2004/conteudo/futuro/futuro.html](http://www.on.br/revista_ed_anterior/janeiro_2004/conteudo/futuro/futuro.html), 2005.06.11-11:53

<sup>100</sup> LEVY, Frederic – Introduction à la nanotechnologie moléculaire. Texte de la présentation donnée à l'Académie Interdisciplinaire des Sciences de Paris (AISP) Version 1.7, 2004  
in <http://www.spirtech.com/flv/nano/>, 2005.06.06-19:00

Há, portanto, muito espaço nessa escala! Retomando o exemplo de Feynman <sup>101</sup>, se imprimíssemos “utilizando um círculo de uma superfície de 1000 átomos por ponto de impressão, seria possível imprimir todas as páginas da Enciclopédia Britânica sobre a cabeça de um alfinete”.

Feynman demonstra mesmo que se soubermos manipular os átomos individualmente, será possível registrar tudo o que a humanidade escreveu até ao presente num cubo de um décimo de milímetro de lado: ou seja, num grão de poeira!

O objectivo da nanotecnologia molecular, e das pesquisas actualmente em curso, é justamente conseguir este controlo preciso e individual dos átomos.

E, se dúvidas existirem sobre a viabilidade da nanotecnologia, poderemos, citando ainda Frederic Levy, “observar que nós somos a prova de que a nanotecnologia é possível!”

“De facto, os seres vivos são constituídos de verdadeiras máquinas moleculares (DNA, RNA, ribossomas, etc.), que funcionam em escala atómica e coordenam, de maneira extremamente precisa, os átomos e as moléculas que constituem os seres vivos... e, diga-se de passagem, com muito sucesso!”

Como evidencia Eric Drexler <sup>102</sup>, a biotecnologia já consegue manipular estruturas ao nível molecular, ainda que de forma algo incipiente, por métodos indirectos – por exemplo, combinando moléculas por uma determinada ordem para obter sequências específicas de DNA –, e a engenharia genética usa bactérias como verdadeiras máquinas moleculares, programando-as para produzirem determinadas proteínas.

Por outro lado, no âmbito da optoelectrónica, foram já anunciados extraordinários progressos decorrentes de investigações realizadas sobre a possibilidade de processar directamente a luz, transmitida por fibra óptica, sem necessidade de convertê-la em

---

<sup>101</sup> FEYNMAN, Richard P. (1918-1988). Físico norte-americano. Laureado com o prémio Nobel da Física em 1965, é considerado o precursor da Nanociência, por ter feito a primeira abordagem sistematizada sobre este tema, em 29 de Dezembro de 1959, na sua intervenção durante o encontro anual da *American Physical Society* no *California Institute of Technology* (Caltech), cujo texto foi publicado pela primeira vez em Fevereiro de 1960 na revista *Engineering and Science* da *Caltech*.

<sup>102</sup> DREXLER, K. Eric (1955). Pesquisador norte-americano. Retomou a visão revolucionária de Feynman de uma nanotecnologia poderosa de âmbito geral, baseada em nanomáquinas, e tem desenvolvido e difundido este conceito desde o início dos anos 80. Em 1986, publicou *Engines of Creation*, o primeiro livro a explicar as potencialidades da nanotecnologia molecular, e criou o instituto americano Foresight, cuja missão anunciada é pugnar por uma implementação benéfica da nanotecnologia.

sinais eléctricos, que abrem a porta à produção em massa de dispositivos micro/nanofotónicos <sup>103</sup>.

Permanece actual a constatação de que “*Sin duda nos encontramos hoy ante el nacimiento de una nueva era de la Información que se apoyará em los medios suministrados por la Optoelectrónica y las fibras ópticas, lo cual permite augurar que si los últimos cincuenta años han sido los años de la Electrónica, los venideros serán los de la Fotónica, pasando del ELECTRÓN al FOTON como medio de transmisión.*” <sup>104</sup>

#### 4.1. A tecnologia de hoje para usar amanhã

Um novo e extraordinário avanço foi recentemente conseguido no domínio dos suportes de comunicação com a realização de sistemas holográficos de armazenamento de dados. Apesar do princípio da holografia ter sido descoberto já há mais de 50 anos <sup>105</sup> e da ideia de utilizá-la para registo de informação remontar a 1963 <sup>106</sup>, só agora os avanços tecnológicos em diversos domínios essenciais à sua concretização tornaram o processo técnica e economicamente viável e permitiram o sucesso da sua realização.

Várias empresas estão na corrida para chegar ao mercado com discos holográficos <sup>107</sup>. Os protótipos produzidos já prestaram provas e espera-se, a todo o momento, o início da fase de comercialização ao nível da electrónica de consumo.

---

<sup>103</sup> “*La Nanofotónica es la ciencia y la ingeniería que se ocupa del estudio de las interacciones entre la materia y la luz en la escala nanométrica (un nanómetro es igual a la millonésima parte de un metro), así como la fabricación de material nanoestructurado modificado de forma natural o artificial en sus propiedades físicas, químicas o de estructura para explorar y aumentar las reacciones a esta escala cuando interactúa con la luz láser.*”  
in IFCO - Instituto de Ciencias Fotónicas,  
[http://www.icfo.es/index.php?section=news4&lang=spanish&op=show\\_announcement&announcement\\_id=202005.06.05-20:32](http://www.icfo.es/index.php?section=news4&lang=spanish&op=show_announcement&announcement_id=202005.06.05-20:32)

<sup>104</sup> ALBELLA MARTÍN, José María, y otros – *Optoelectrónica y Comunicación Óptica*. Madrid, C.S.I.C., 1988.

<sup>105</sup> GABOR, Dennis (1900-1979). Cientista de origem húngara naturalizado britânico. Laureado com o Prémio Nobel em 1971 pelo seu trabalho de investigação e desenvolvimento da holografia. Em 1947, Gabor desenvolveu a teoria da holografia enquanto trabalhava na melhoria da resolução do microscópio electrónico.

<sup>106</sup> “*The idea of holographic storage was first proposed in 1963 by Pieter J. Van Heerden at Polaroid who predicted that a volume  $V$  of holographic recording medium can store about  $V/(l^3)$  bits of information (where  $l$  is the wavelength of light used in the holographic storage device). This yields 6 terabits of information in a cube-of-sugar-like,  $1\text{ cm}^3$  storage volume, using green light of wavelength 550 nanometers.*”

In Universidad Complutense de Madrid – Faculty of Physics, Interdisciplinary Group for Optical Computing Website, <http://www.ucm.es/info/giboucm/Research.html> 2005.06.10-12:32

<sup>107</sup> Por exemplo, a empresa InPhase Technologies, que já há alguns anos desenvolve suportes para armazenamento holográfico de dados, em Abril de 2005, fez, com sucesso, a demonstração de uma *drive*, que lhe permitirá lançar no mercado, em menos de um ano, um sistema capaz de gravar discos de 300 GB, com uma taxa de transferência superior a 20 MBps e um tempo de acesso inferior a

“Os sistemas holográficos permitem densidades de armazenamento que ultrapassam largamente os limites impostos pelos fenómenos superparamagnético e de difracção dos tradicionais registo magnéticos e ópticos, respectivamente. Isto porque a holografia faz o registo de dados a três dimensões, o que lhe permite ir muito além das capacidades conseguidas com a aproximação a duas dimensões das tecnologias convencionais. Além disso, ao contrário das tecnologias convencionais, que registam os dados bit a bit, a holografia permite que um milhão de bits de dados sejam escritos e lidos num único *flash* de luz, possibilitando taxas de transferência tão elevadas como um bilião de bits por segundo (suficientemente rápido para transferir um filme de um DVD em cerca de 30 segundos).”<sup>108</sup>

Num disco holográfico, do tamanho de um *Compact Disc*, será possível gravar qualquer coisa como 100 filmes, pois espera-se que venha a ter uma capacidade de armazenamento de cerca de 1 TB, isto é, superior à de 100 DVDs *dual layer*, de 1200 CDs ou de 600.000 disquetes.

Da mesma forma será possível produzir dispositivos de memória do tamanho de um selo, capazes de armazenar 20 GB, ou do tamanho de um cartão de crédito, capazes de armazenar 200 GB.

A produção de novos polímeros com excelentes qualidades holográficas a custos cada vez menores, faz prever que, dentro de um par de anos, as memórias holográficas venham a substituir os CDs e os DVDs.

Por outro lado, no domínio do processamento de informação, o recente anúncio<sup>109</sup> de um novo e revolucionário desenvolvimento que torna eficiente o controlo de feixes de luz portadores de informação por um *chip* de silício, faz antever a possibilidade de, a muito curto prazo, começarem a ser produzidos *chips* fotónicos que rapidamente substituirão os electrónicos.

A consequência prática deste desenvolvimento será que os grandes volumes de informação, transmitidos sob a forma de luz, por fibra óptica, passarão a ser processados, ainda nessa forma, por circuitos também eles ópticos. Desta forma suprimem-se todas as desvantagens inerentes à conversão da informação óptica em

---

200 ms. A empresa conta vir a produzir, a partir de 2009, um sistema que usará discos com uma capacidade de armazenamento de 1,6 TB.

<sup>108</sup> In Bell Laboratories – Physical Science Research  
<http://www.bell-labs.com/org/physicalsciences/projects/hdhd/1.html>, 2005.06.09-18:40

<sup>109</sup> ALMEIDA, Vilson R.; BARRIOS, Carlos A.; PANEPUCCI, Roberto R.; LIPSON, Michal – *All-optical control of light on a silicon chip*. «Nature» ISSN 0028-0836 | EISSN 1476-4679, Volume 431, Number 7012 (ed. 28 de Outubro de 2004), 1081-1083

electrónica para fins de processamento, isto é, deixam de existir no circuito da informação os componentes necessários à conversão e deixa de existir a redução de velocidade imposta pelo processo electrónico – onde a quantidade de calor libertado aumenta com a velocidade de processamento, limitando-a pelos níveis de dissipação que o *chip*, com ou sem dispositivos auxiliares, pode prover.

A redução do número de componentes no circuito de informação proporciona ainda uma redução de custo, uma vez que não é previsível um aumento significativo no custo dos componentes para processamento fotónico que serão produzidos, tal como os de processamento electrónico, a partir do silício.

Acresce a estas vantagens o facto dos circuitos fotónicos terem um consumo energético menor do que os equivalentes electrónicos.

Com o transporte feito por fibra óptica e o processamento e encaminhamento feito por circuitos fotónicos, a informação passa a estar acessível à velocidade da luz.

## 4.2. A tecnologia de amanhã

Certamente, não faltará muito tempo para que possamos enviar mensagens holográficas como a célebre "*Help me, Obi-Wan Kenobi, you're my only hope!...*" da princesa Leia no episódio 'A New Hope' da saga 'Star Wars'.

A tecnologia holográfica contém, como nos diz Félix Sagredo, "*la posibilidad de conservar en su auténtica manifestación los valores plásticos con todo su color y volumen; es decir, el documento icónico en su mayor riqueza expresiva, que añadido al movimiento y otra serie de virtualidades presentes, entronca con la denominada realidad virtual*".<sup>110</sup>

A evolução tecnológica permitir-nos-á certamente, num futuro não muito distante, aceder a qualquer documento, por exemplo a um incunábulo cuidadosamente preservado em alguma biblioteca, ou melhor, à sua reprodução holográfica numa biblioteca virtual, sem termos de sair da nossa casa, através da dita realidade virtual<sup>111</sup>, que, ampliada pela tecnologia haptica<sup>112</sup>, nos dará a percepção subjectiva de folhear e ler as suas páginas.

---

<sup>110</sup> In *Tecnologías Documentales: Memorias Ópticas* (ver nota 46), p. 181.

<sup>111</sup> Pode definir-se realidade virtual como "uma forma de visualizar, manipular e interagir em tempo real com ambientes tridimensionais simulados por computador".

<sup>112</sup> A tecnologia haptica tem como objectivo gerar a sensação de estar presente em ambientes virtuais através da visão, da audição e do toque. Para isso, vários investigadores têm estudado os processos do

Um tal processo informativo-documental, que recorrerá, por exemplo, a memórias atômicas<sup>113</sup>, estará inserido num ambiente de tecnologia tão avançada em termos de automação que nos aproximaremos de uma sociedade admiravelmente comparável à *Workless Society* imaginada por TOTH: “*In the twenty first century intelligent machines will replace almost all workers, and people will get paid for doing nothing.*”<sup>114</sup>

Podemos mesmo esperar, enquanto seres humanos, que as nossas capacidades físicas e mentais venham a ser consideravelmente alargadas e que a nossa longevidade aumente pela aplicação de conhecimentos obtidos pela nanociência.

E, se um dia, com a acumulação de progresso científico, formos além da recriação virtual e realizarmos o sonho de dominar tecnologicamente a manipulação dos vectores da realidade espacio-temporal poderemos ter acesso não só a documentos reais como à própria realidade que neles foi registada. O aspecto intrigante, quiçá atemorizador, de tal desenvolvimento, é saber como reagiremos à possibilidade de um dia poder vivenciar não só o passado mas também o futuro.

---

córtex que gere a percepção haptica, através da importância da interacção entre o toque e a visão com o objectivo de obter a sensação de “presença”.

<sup>113</sup> A ideia base da memória atômica é conseguir que a informação binária seja representada por um único átomo. Já foi produzido pelo menos um protótipo de memória a uma nanoescala em que a presença ou ausência de um átomo de silício, sobre trilhas *self-assembled* com um *pitch* de 5 átomos, representa um valor binário (uma topologia idêntica à de um CD, mas com uma densidade 1 milhão de vezes superior). Esta memória – tipo 2D – foi criada por uma equipa de investigadores, de que fez parte o Prof. Franz Himpel da University of Wisconsin, usando um microscópio de tunelamento de varredura (“*scanning tunnelling microscope*”).

Por outro lado, a empresa Colossal Storage Inc. propõe-se desenvolver aquilo a que chama “*Atomic Holographic Optical Storage Nanotechnology*” que permitiria construir *drives* ópticas holográficas, baseadas na teoria quântica da energia dos electrões de Einstein/Planck, capazes de controlar as propriedades moleculares pelo deslocamento de um electrão de um átomo. Este princípio poderia, segundo a empresa, ser utilizado tanto para produzir memórias 2D (em superfície) como memórias 3D (holográficas). Assim a Colossal prevê vir a construir memórias capazes de reter dados durante 100 anos, com uma capacidade de armazenamento de 40.000 Terabits/cu.cm e uma taxa de transferência de 100 Tbits/sec.

<sup>114</sup> TOTH, Kalman A. – The Worless Society, en The Futurist, Maio-Junho de 1990.

## 5. Conclusão

*“The past is but the beginning of a beginning,  
and all that is and has been is but the twilight  
of the dawn.”*

H.G.Wells

Tradicionalmente os documentos encontravam-se em Bibliotecas ou em Centros Documentais. Hoje encontram-se na “rede” e são acessíveis de qualquer ponto do globo onde haja um acesso Internet. Encontrar alguma informação sobre determinado assunto, poderia exigir um esforço de um largo período de tempo – de várias horas a muitos dias. Hoje, é quase certo que se encontra em poucos segundos ou, na pior das hipóteses, alguns minutos.

O manuseamento de grandes volumes de informação deixou de ser uma actividade extremamente penosa. Com a passagem dos documentos para a forma electrónica, tornou-se possível aceder a quantidades incomensuráveis de informação e efectuar pesquisas de forma fácil, rápida e mesmo eficiente.

E, se ainda hoje nos surpreendem documentos como a do artigo que motivou este texto, não podemos deixar de observar que *“las últimas décadas han visto surgir y adaptarse a la nueva sociedad de la Información el nuevo modelo documental, pero es muy posible que ese mismo modelo, que ahora contemplamos casi extasiados, por sus conexiones con la electro-óptica, con el mundo Multimedia, o la realidad virtual, nos sea cambiado por otro más desconcertante... que supere incluso al Gran Centro de Documentación Mundial: INTERNET”*<sup>115</sup>.

Ao longo dos tempos o Homem tem trabalhado para melhorar a qualidade dos suportes de comunicação, tanto para registo documental de informação como para a sua divulgação. O esforço foi no sentido de enriquecer os conteúdos e de reduzir os tempos de acesso. Todos os progressos neste domínio estiveram ligados aos avanços científicos e tecnológicos de cada época.

---

<sup>115</sup> SAGREDO Félix; ESPINOSA Blanca – Datos para una historia de la documentación

No limite, pretendemos registrar, de forma indelével, e transmitir informação de qualquer dimensão – qualquer que seja a natureza do conteúdo – a qualquer distância, de forma instantânea, independentemente da quantidade de mensagens a serem processadas no mesmo canal.

## Referências Bibliográficas

ALMEIDA, Vilson R.; BARRIOS, Carlos A.; PANEPUCCHI, Roberto R.; LIPSON, Michal – All-optical control of light on a silicon chip. «Nature» ISSN 0028-0836 | EISSN 1476-4679, Volume 431, Number 7012 (ed. 28 de Outubro de 2004), 1081-1083

DAVIDSON, Colin William – *Transmission lines for communication*. New York, Halsted Press, 1978. ISBN 0 470-99160-7

DREXLER, K. Eric – *Engines of Creation*. Anchor Books, [1986].

Paperback edition, 1987. ISBN 0-385-19973-2. www version reprinted and adapted by Russell Whitaker.

DREXLER, K. Eric – *From Feynman to Funding*. Bulletin of Science, Technology & Society, Vol. 24, No. 1, February 2004, 21-27.

ESPINOSA, M.<sup>a</sup> Blanca; IZQUIERDO, José Maria; ESPINOSA, Juan C. Pérez, DEL RIO, José Luis; SAGREDO, Félix – *Tecnologías Documentales: Memorias Ópticas*. Madrid, Tecnidoc, 1994. ISBN 84-604-9465-9

GONÇALVES, Carlos César Correia – *Expansão da Internet e Implosão Ética*. Lisboa, ULHT, 2004

GONÇALVES, Carlos César Correia – *O laser card: suas aplicações*. Lisboa, ULHT, 2004

GONÇALVES, Carlos César Correia – *Tecnologias de documentação e informação*. Lisboa, ULHT, 2004.

GONÇALVES, Carlos César Correia – *Vamos conhecer alguns aspectos da biblioteca digital*. Lisboa, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, 2004

GRAY, Paul E., SEARLE Campbell L. – *Princípios de Eletrônica: Eletrônica básica ou Física dos Semicondutores*. Trad. Roberto Angelo de Barros Padilha. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1977. Tradução de *Electronic Principles: Physics, Models and Circuits*.

PORTILLO, Lorenzo – *Grande Dicionário Enciclopédico EdiClube*. Direcção Editorial de Maria Fernanda Martins Soares e Vitor Wladimiro Ferreira. (Espanha): S.A.E.P.A., [1996]. ISBN: 972-719-056-1

SAGREDO FERNÁNDEZ, Félix; ESPINOSA, Maria Blanca; BOTEZAN, Iuliana – *13 – Tecnologías documentales y soportes avanzados de documentacion*, in: *Manual de ciencias de la documentación*. Ediciones Pirámide.

SAGREDO Félix; ESPINOSA Blanca – *Datos para una historia de la documentación*

SALEMA, Carlos – *Estudo e projecto de sistemas de telecomunicações: Sistemas de comunicações por satélite*. Lisboa, IST, 1978.

VALADARES, Carlos – *Introdução à Informática*. Lisboa, IPAM, 1988.

## Referências Webgráficas

ALVES, Lúcia Vinheiras – Tecnologia haptica dá realidade a ambientes virtuais.  
«TV Ciência on-line», N.º 07, Abr. 2005 (18-04-2005 17:00)  
<http://www.tvciencia.pt/arqtvc/>, 2005.04.29-09:23

Anoto Group AB  
<http://www.anotogroup.com/>, 2005.06.03-12:10

Bell Laboratories – Physical Science Research  
<http://www.bell-labs.com/org/physicalsciences/projects/hdhs/1.html>, 2005.06.09-18:40

BBC – British Broadcasting Corporation  
[http://www.bbc.co.uk/history/historic\\_figures/baird\\_logie.shtml](http://www.bbc.co.uk/history/historic_figures/baird_logie.shtml), 2005.06.09-18:45

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. ON - Observatório Nacional – A *nanociência e a nanotecnologia: uma revolução em pequenos pacotes*. «Café Orbital - Revista Eletrônica» Volume 0011 n.º 1101 (Janeiro 2004)  
[http://www.on.br/revista\\_ed\\_anterior/janeiro\\_2004/conteudo/futuro/futuro.html](http://www.on.br/revista_ed_anterior/janeiro_2004/conteudo/futuro/futuro.html),  
2005.06.11-11:53

BURNS, Paul T. – *The Complete History of the Discovery of Cinematography*,  
<http://www.precinemahistory.net/1885.htm>, 2005.04.11-18:20

Deluxe Global Media Services  
<http://www.disctronics.co.uk/technology/tech.htm>, 2005.06.01-10:20

FEYNMAN, Richard P. – *There's Plenty of Room at the Bottom: An Invitation to Enter a New Field of Physics*.  
in Zyvex Corporation – Web site  
<http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>, 2005.06.06-19:50

Georgia Institute of Technology – College of Computing  
<http://www.cc.gatech.edu/gvu/people/randy.carpenter/folklore/v5n1.html>, 2005.05.26-18:00

Harvard University, Division of Engineering and Applied Sciences  
[http://people.deas.harvard.edu/~jones/cscie129/pages/comm\\_chron1.html](http://people.deas.harvard.edu/~jones/cscie129/pages/comm_chron1.html), 2005.01.05-20:35

HIMPSEL, Franz J. e outros – Atomic scale memory at a silicon surface. Institute of Physics Publishing. Nanotechnology 13 (2002) 499–502 PII: S0957-4484(02)36359-1 (Published 4 July 2002)  
In: The University of Wisconsin. Department of Physics  
[http://uw.physics.wisc.edu/~himpse/383\\_nano.pdf](http://uw.physics.wisc.edu/~himpse/383_nano.pdf), 2005.06.11-13:02

IBM – International Business Machines Corporation  
[http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/storage/storage\\_PH11-52.html](http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/storage/storage_PH11-52.html), 2005.05.24-11:45

The Institute Of Chemistry Web Page

The Hebrew University of Jerusalem – Faculty of Science

<http://chem.ch.huji.ac.il/~eugeniik/history/braun.htm>, 2005.05.09-12:04

<http://chem.ch.huji.ac.il/~eugeniik/history/bain.html>, 2005.05.18-10:32

<http://chem.ch.huji.ac.il/~eugeniik/history/bakewell.html>, 2005.05.18-10:55

<http://chem.ch.huji.ac.il/~eugeniik/history/caselli.html>, 2005.05.18-10:57

IFCO - Instituto de Ciencias Fotónicas

<http://www.icfo.es/index.php?section=home0&lang=spanish>, 2005.06.05-20:32

InPhase Technologies

<http://www.inphase-tech.com/technology/>, 2005.06.09-18:05

[http://www.inphase-tech.com/news/terabyte\\_benchmark.html](http://www.inphase-tech.com/news/terabyte_benchmark.html), 2005.06.09-18:11

Intel Microprocessor Quick Reference Guide

in <http://www.intel.com/pressroom/kits/quickreffam.htm#p4Desk>, 2005.05.18-19:05

KRYDER, Mark H. – Future Magnetic Recording Technologies.

Fast 2002 - Conference on File and Storage Technologies, Monterey, USA

in USENIX, the Advanced Computing Systems Association

<http://www.usenix.org/publications/library/proceedings/fast02/kryder.pdf>, 2005.05.24-09:00

LAHANAS, Michael – Ancient Greek Communication Methods.

<http://www.mlahanas.de/Greeks/Communication.htm>, 2005.01.05-20:30

LaserCard Corporation

<http://www.lasercard.com/>, 2005.06.01-11:55

LEVY, Frederic – *Introduction à la nanotechnologie moléculaire*. Texte de la

présentation donnée à l'Académie Interdisciplinaire des Sciences de Paris (AISP)

Version 1.7, 2004

in <http://www.spirtech.com/flv/nano/>, 2005.06.06-19:00

Library and Archives Canada

*Early Sound Recording and the Invention of the Gramophone*

<http://www.collectionscanada.ca/gramophone/m2-3004-e.html>, 2005.04.11-13:08

madri+d: NOTICIA,

<http://www.madrimasd.org/globalidi/noticia.asp?id=18183>, 2004.11.10-20:30

Massachusetts Institute of Technology

Lemelson – MIT Program

<http://web.mit.edu/invent/iow/berliner.html>, 2005.04.11-12:40

National Nanotechnology Initiative (NNI)

<http://www.nano.gov/>, 2005.06.08-16:42

Nobelprize.org

[http://nobelprize.org/physics/educational/integrated\\_circuit/history/](http://nobelprize.org/physics/educational/integrated_circuit/history/), 2005.05.09-19:48

<http://nobelprize.org/physics/laureates/1965/feynman-bio.html>, 2005.06.06-19:37

<http://nobelprize.org/physics/laureates/1971/gabor-autobio.html>, 2005.06.09-19:06

Physics Today Online

<http://www.physicstoday.org/pt/vol-53/iss-12/p17.html>, 2005.05.11-17:19

The Pony Express National Museum Web Site,

<http://www.ponyexpress.org/history.htm>, 2004.12.16-15:30

Royal Philips Electronics

<http://www.research.philips.com/newscenter/dossier/optrec/predecessor.html>, 2005.05.28-12:36

Seagate Technology

<http://www.seagate.com/support/disc/specs/mfm/st506.html>, 2005.05.24-11:30

Smart Card Alliance

[http://www.smartcardalliance.org/alliance\\_activities/contactless\\_business\\_benefits.cfm](http://www.smartcardalliance.org/alliance_activities/contactless_business_benefits.cfm),

2005.06.09-11:30

[http://www.smartcardalliance.org/industry\\_info/smart\\_cards\\_primer.cfm](http://www.smartcardalliance.org/industry_info/smart_cards_primer.cfm), 2005.06.09-11:50

Talarío Corporation

<http://www.talarío.com/>, 2005.06.03-12:00

THOMAS, Michael E. – Atomic Holographic Optical Storage Nanotechnology

in Colossal Storage Corporation,

<http://www.colossalstorage.net>, 2005.06.05-18:50

TOIGO, Jon William – Avoiding a data crunch. Scientific American, issue 5, 2000

[http://143.117.13.2/phy803/files/sciam\\_2000\\_5.htm](http://143.117.13.2/phy803/files/sciam_2000_5.htm), 2005.05.22-16:50

TRINDADE, Jorge Alberto – *Características Gerais da Realidade Virtual*.

Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Física,

Programa Nautilus

<http://nautilus.fis.uc.pt/rv/>, 2005.06.11-13:44

Universidad Complutense de Madrid - Faculty of Physics

Interdisciplinary Group for Optical Computing – Website

<http://www.ucm.es/info/giboucm/Research.html>, 2005.06.10-12:32

Universidade do Minho, Museu Virtual de Informática,

<http://piano.dsi.uminho.pt/museuv/ainternet.html>, 2004.12.18-18:40

University of St Andrews – School of Mathematical and Computational Sciences

<http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/>, 2005.04.17-14:15

Università degli Studi di Udine – Dipartimento di Matematica e Informatica  
<http://www.dimi.uniud.it/~antonio/LabOS/2003/lessons/helper/history/intel.html>,  
2005.05.19-18:50

University of Missouri – Center for Academic and Research Computing  
<http://ctr.umkc.edu/~jblong/hist.htm>, 2005.06.04-20:30

VIEIRA, Hugo Filipe Alves; SILVA, Evélio Aristides Madureira da; GONÇALVES,  
Osvaldo Marcos Julião – *Materiais Poliméricos*. Porto, Faculdade de Engenharia da  
Universidade do Porto  
in <http://paginas.fe.up.pt/~cdm/TECE/polimeros.pdf>, 2005.04.19-10:44

The WWW Virtual Library – The Virtual Museum of Computing (VMoC)  
<http://vlmp.museophile.com/computing.html>, 2005.04.17-14:00

## Índice de figuras e sua origem

	página
Figura 1 – Informação registada na rocha pelo Homem em Altamira, Espanha, há cerca de 12.000 anos Universidade do Minho, Museu Virtual de Informática, <a href="http://piano.dsi.uminho.pt/museuv/ac.html">http://piano.dsi.uminho.pt/museuv/ac.html</a> 2004.12.17	4
Figura 2 – O percurso do "Pony Express" Portal Texbr, <a href="http://www.texbr.com/mundodetex/ponyexpress.htm">http://www.texbr.com/mundodetex/ponyexpress.htm</a> 2004.12.15-20:16	6
Figura 3 – O gramofone de Berliner Tinfoil phonographs, by René Rondeau <a href="http://members.aol.com/tinfoilphono/berlinerhand.htm">http://members.aol.com/tinfoilphono/berlinerhand.htm</a> 2005.04.11-17:04	10
Figura 4 – Máquina calculadora de Leibnitz School of Mathematics and Statistics – University of St Andrews, Scotland <a href="http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Bookpages/Leibniz_machine.jpeg">http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Bookpages/Leibniz_machine.jpeg</a> 2005.04.18-10:32	11
Figura 5 – ENIAC, o computador de Eckert-Mauchly School of Mathematics and Statistics – University of St Andrews, Scotland <a href="http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Bookpages/ENIAC.jpeg">http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Bookpages/ENIAC.jpeg</a> 2005.04.18-10:32	13
Figura 6 – Comparação entre uma válvula electrónica, utilizada entre as décadas de 1940 e 1960, e um transístor, surgido no mercado na década de 1950 Nobelprize.org <a href="http://nobelprize.org/physics/educational/integrated_circuit/history/">http://nobelprize.org/physics/educational/integrated_circuit/history/</a> 2005.05.09-19:48	15
Figura 7 – O primeiro hard disk – o IBM 305 RAMAC GRAY, Jim (Microsoft Research) – Storage Bricks Have Arrived. 2002 Fast 2002 - Conference on File and Storage Technologies January 28-30 / 2002 / Doubletree Hotel / Monterey / CA /USA in USENIX, the Advanced Computing Systems Association <a href="http://www.usenix.org/publications/library/proceedings/fast02/gray/sld002.htm">http://www.usenix.org/publications/library/proceedings/fast02/gray/sld002.htm</a> 2005.05.22-15:50	25
Figura 8 – Formatos baseados no Compact Disc Deluxe Global Media Services <a href="http://www.disctronics.co.uk/downloads/tech_docs/cdintroduction.pdf">http://www.disctronics.co.uk/downloads/tech_docs/cdintroduction.pdf</a> 2005.05.27-19:28	28
Figura 9 – Leitor óptico que utiliza um laser azul para ler um disco Blu-ray de 50 GB Philips – Optical Pickup uses blue laser to read 50 GB Blu-ray Disc. <a href="http://www.research.philips.com/newscenter/pictures/downloads/storage_opt_12_h.jpg">http://www.research.philips.com/newscenter/pictures/downloads/storage_opt_12_h.jpg</a> 2005.05.30-11:00	30
Figura 10 – Cartão de identificação usando tecnologia laser card LaserCard Corporation <a href="http://www.lasercard.com/products.php?key=34">http://www.lasercard.com/products.php?key=34</a> 2005.06.01-12:12	32
Figura 11 – <i>Smart Card</i> com os dois interfaces: de contacto e <i>contactless</i> Smart Card Alliance <a href="http://www.smartcardalliance.org/industry_info/smart_cards_primer.cfm">http://www.smartcardalliance.org/industry_info/smart_cards_primer.cfm</a> , 2005.06.09_11:50	36

# Anexos



USB Implementers Forum, Inc.  
<http://www.usb.org/home>, 2005.05.25-11:48

- 1** – Artigo madri+d: NOTICIA que inspirou estes apontamentos
- 2** – Cronologia dos acontecimentos mencionados neste texto
- 3** – O Código de Morse
- 4** – Disquetes

**Artigo madri+d: NOTICIA** que inspirou estes apontamentos

madri+d: NOTICIA

Página 1 de 1

**madri+ : Noticias**

08/11/04

## Los datos en Internet pueden ir a la velocidad de la luz

**El investigador del Centro de Tecnología Nanofotónica de la Universidad Politécnica de Valencia, Carlos Angulo, ha demostrado que la información en Internet puede ser procesada a la velocidad de la luz, según refleja la demostración experimental que se ha publicado en la revista Nature.**

FUENTE | Agencia EFE

Este experimento, según fuentes de la universidad, "abre las puertas" a la fabricación masiva de dispositivos micro/nanofotónicos en material de silicio, que permitirán la circulación de la información, en Internet, a la velocidad de la luz.

Nature publica en su edición del 28 de octubre un artículo donde describe la primera demostración, realizada por Angulo, de un chip de silicio que puede controlar, de manera eficiente, un haz de luz portador de información. La luz, a través de fibras ópticas, ha demostrado ser la mejor alternativa para la trasmisión de grandes volúmenes de información a gran velocidad, indicaron las mismas fuentes.

**Enlaces de Interés**

5. Circulo de Innovación de Materiales y Tecnologías de la Producción madri+d
6. Centro de Enlace madri+d
7. Circulo de Innovación de Microsistemas y Nanotecnología madri+d

**Cronologia** de alguns acontecimentos relevantes para o desenvolvimento deste texto

<b>Ano</b>	<b>Acontecimento</b>	<b>Protagonista</b>
-580	Descoberta das forças eléctricas e magnéticas	Tales de Mileto, grego
1439	Imprensa de tipos móveis	Johannes Gutenberg, alemão
1623	Primeira calculadora mecânica	Wilhelm Schickard, alemão
1642	Primeira máquina de somar digital – Pascalina	Blaise Pascal, francês
1671	Máquina calculadora mecânica	Gottfried von Leibnitz, alemão
1788	Descoberta da electricidade galvânica	Luigi Galvani, italiano
1800	Pilha de corrente contínua	Alessandro Volta, italiano
1810	Chapa metálica perfurada	Joseph Marie Jacquard, francês
1832	Telégrafo de Morse	Samuel Finley Breese Morse, americano
1842	Transmissão telegráfica de facsimile – “pantelegraph” <sup>116</sup>	Alexander Bain, escocês
1847	Publicação de “The Mathematical Analysis of Logic”	George Bool, inglês
1856	Síntese do “parkesine” – precursor do celulóide	Alexander Parkes, inglês
1857	Registador de ondas sonoras – “phonograph”	Léon Scott de Martinville, francês
1868	Máquina de escrever – “dactylotype”	Christopher Latham Sole, americano
1873	Publicação de texto sobre electricidade, magnetismo e teoria das ondas de rádio	Maxwell
1874	Primeiro componente electrónico semiconductor – rectificador de cristal de galeno para detectar sinais de rádio	Karl Ferdinand Braun
1876	Telefone	Alexander Graham Bell, escocês
1877	Fonógrafo	Charles Cros, francês / Thomas Edison
1880	Utilização do cartão perfurado para manipulação mecânica de dados	Herman Hollerith, americano
1886	Grafofone (Gramofone de cilindro)	Chichester Bell e Charles Sumner Tainter
1887	Gramofone de disco <sup>117</sup>	Emile Berliner, alemão
1887	Película fotográfica com base celulósica	Hannibal Williston Goodwin

<sup>116</sup> Em 1842, Alexander Bain propôs um método para transmissão de fac-símile, vindo a patentear o “pantelegraph” no ano seguinte.

<sup>117</sup> Em 1887, Emile Berliner desenvolveu um método para mapear som usando sulcos produzidos ao longo de uma espiral gravada num disco plano. Os discos inicialmente eram de vidro, depois de zinco e finalmente em material plástico (vulcanite). Em 1888 patenteou o gramofone que gravava e reproduzia o som no seu disco de zinco, com grandes vantagens sobre o fonógrafo/grafofone de cilindro.

Ano	Acontecimento	Protagonista
1887	Ondas electromagnéticas	Henrich Hertz
1894	Transmissor Marconi	Guglielmo Marconi, italiano
1898	Gravador magnético – “telegraphone” Magnetofone	Valdemar Poulsen, dinamarquês
1904	Díodo (em tubo de vácuo)	John Ambrose Fleming, ingles
1906	Tríodo (em tubo de vácuo) – “Audion” <sup>118</sup>	Lee DeForest, americano (?)
1906	Emissão do 1º programa de rádio	Reginald Aubrey Fessenden, canadiano
1908	Proposta a utilização do tubo de raios catódicos para produzir imagem de televisão sobre um écran revestido a fósforo	A.A. Campbell-Swinton, escocês / Boris Rosing, russo
1910	Fita perfurada para aparelhos telegráficos	
1911	Proposto o método de captação e reprodução de imagem por varrimento electrónico	A.A. Campbell-Swinton, escocês
1914	Utilização da válvula tríodo termiónico para radiofonia.	Guglielmo Marconi, italiano
1923	Sistema de Televisão baseado no disco de Nipkow <sup>119</sup>	Jonh Logie Baird, escocês, e Charles Francis Jenkins, americano
1922	Início das transmissões regulares de programas de rádio	Marconi Co., BBC
1923	O Iconoscópio e o cinescópio <sup>120</sup>	Vladimir Zworykin
1928	Televisão por varrimento entrelaçado	Ulysses Sanabria
1929	1ª transmissão de televisão a cores	Bell Telephone Laboratories
1932	Fita de gravação magnética	BASF, Alemanha
1936	Primeiro computador binário – o “Z1”	Konrad Zuze, alemão
1937	Electrofotografia que está na origem da Fotocopiadora	Chester Carlson
1939	Tambor magnético (memórias dos primeiros computadores)	
1943	Primeiro computador programável – o “Z3”	Konrad Zuze, alemão
1944	Mark I – máquina calculadora automática	H. Aitken
1947	Transistor	John Bardeen e Walter Brattain
1948	Disco de vinil (12”, 33 1/3 rpm)	

<sup>118</sup> O "Audion" foi o primeiro tubo com capacidade para amplificar sinais. O tríodo revolucionou as comunicações rádio, ao providenciar a primeira tecnologia capaz de reproduzir a voz humana de forma clara e bem audível numa transmissão via rádio. Foi o antecessor do transistor.

<sup>119</sup> Em 1924, Baird transmitiu pela primeira vez a imagem de uma silhueta em movimento

<sup>120</sup> Baseados no princípio proposto por Campbell-Swinton em 1911

---

<b>Ano</b>	<b>Acontecimento</b>	<b>Protagonista</b>
1955	Disco rígido para computador	IBM
1956	Gravadores de vídeo	
1956	Hard drive – Ramac 305	IBM
1958	1º Circuito integrado (de germânio)	Jack Kilby at Texas Instruments
1958	laser	Arthur Schawlow e Charles Townes (Bell Labs)
1959	1º receptor de televisão a transistores	Sony
1960	Modem – Bell 103	AT&T Bell Labs
1960	Minicomputador – PDP-1 <sup>121</sup>	Digital Equipment
1967	Floppy disk (8”)	IBM
1969	Compact disc	Klass Compaan
1970	Fibra óptica	Corning G. Works
1971	Microprocessador – Intel 4004	Intel
1972	Vídeo-disco (analógico)	Klass Compaan e Piet Kramer
1974	Microcomputador – Intellec-4	Intel
1980	Winchester hard-disk drive	Al Shugart
1981	Micromodem	Hayes
1981	Laser por semiconductor	Sharp
1982	Compact Disc Digital Audio	Philips/Sony
1984	CD-ROM	

---

<sup>121</sup> Primeiro computador comercial equipado com teclado e monitor. PDP significa Programa, Dados, Processador

## O Código de Morse

Character	Morse Code American Morse	Continental Code International Code
A	• –	• –
B	– • • •	– • • •
C	• • • •	– • – •
D	– • •	– • •
E	•	•
F	• – •	• • – •
G	– – •	– – •
H	• • • •	• • • •
I	• •	• •
J	– • – •	• – – –
K	– • –	– • –
L	– – – –	• – • •
M	– –	– –
N	– •	– •
O	• •	– – –
P	• • • • •	• – – •
Q	• • – •	– – • –
R	• • •	• – •
S	• • •	• • •
T	–	–
U	• • –	• • –
V	• • • –	• • • –
W	• – –	• – –
X	• – • •	– • • –
Y	• • • • •	– • – –
Z	• • • • •	– – • •
1	• – – •	• – – – –
2	• • – • •	• • – – –
3	• • • – •	• • • – –
4	• • • • –	• • • • –
5	– – –	• • • • •
6	• • • • • •	– • • • •
7	– – • •	– – • • •
8	– • • • •	– – – • •
9	– • • –	– – – – •
0	– – – – –	– – – – –
Ponto	• • – – • •	• – • – • –
Vírgula	• – • –	– – • • – –
Interrogação	– • • – •	• • – – • •

No Código Morse original, também chamado Código Morse Americano, os caracteres (letras e algarismos) são representados por sequências de pontos e traços e, em alguns deles, também com espaços e traços “longos”.

Basicamente, na transmissão, o ponto correspondia a uma corrente eléctrica (chave ligada) de curta duração, o traço correspondia a uma corrente eléctrica de longa duração e o espaço a ausência de corrente.

Na Europa, o código original viria a ser substituído por uma versão em que foram suprimidos os espaços e os traços “longos” no meio dos caracteres, pois estes causavam com frequência alguma confusão. A necessidade desta alteração do código tornou-se incontornável quando foi introduzido o telégrafo por rádio.

Este novo código, chamado de Código Morse Continental ou Internacional, foi adoptado como um standard para comunicação telegráfica por rádio.

## Disquetes

### Sequência histórica dos formatos do *floppy disk*

incluindo o ultimo formato a ser universalmente adoptado (3½" HD).

Floppy disk format	Year introduced	Storage capacity
8"	1971	80 KB
8"	1973	256 KB
8"	1974	800 KB
8" dual-sided	1975	1,000 KB
5¼"	1976	110 KB
5¼" DD	1978	360 KB
5¼" QD	1984	1,200 KB
3"	1984 (?)	360 KB
3" (DD)	1984 (?)	720 KB
3½" DD	1984	720 KB
2"	1985 (?)	720 (?)KB
3½" HD	1987	1,440 KB
3½" ED	1991	2,880 KB

DD = Double Density; QD = Quad Density; HD = High Density;  
ED = Extra High Density.