

Tecnologia da Informação para o Progresso da Ciência

Marcelo Sampaio de Alencar
Instituto de Estudos Avançados em Comunicações (Iecom)
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

1 A Tecnologia da Informação

A Academia Nacional de Engenharia dos Estados Unidos realizou, em 2000, uma pesquisa para determinar quais as maiores realizações da Engenharia no último século. O critério principal para figurar na lista seria o impacto na sociedade. Mais de 100 realizações foram indicadas por dezenas de sociedades de engenharia.

Dentre as realizações mais votadas, estavam as seguintes: automóvel, telefone, rádio, televisão, computador, Internet, avião, condicionador de ar, sistema de auto-estradas, sistemas de imagem, tecnologia espacial, eletrodomésticos, tecnologia de saúde, energia nuclear, sistemas de tratamento de água e esgotos, eletrificação, mecanização da agricultura, pontes e reservatórios, arranha-céus, motores a jato, lasers e óptica, circuitos integrados, microprocessadores e o transistor.

A primeira vista, o que impressiona na lista é a quantidade de itens relacionados com Engenharia Elétrica e, dentro desse conjunto, aqueles relativos à área de Tecnologia da Informação. Isso seria, realmente, algo a impressionar? Talvez não. A comunicação é uma das características mais marcantes dos seres humanos. De uma forma ou outra, a comunicação acontece desde o aparecimento dos primeiros hominídeos.

O que diferencia a comunicação de hoje em dia daquela feita no século passado, por exemplo, são os meios e as tecnologias de transmissão. Que implicam, evidentemente, o elevado número de acessos disponíveis e a capacidade atual dos canais de informação. A Internet tinha 500 milhões de usuários no mundo, em 2000. Até o final de 2010, o mundo deve atingir cinco bilhões de usuários, de acordo com relatório da International Telecommunication (ITU).

São números que traduzem elevado interesse da população, por serem relativos a serviços cujo potencial ainda não foi completamente explorado, pois mais de 80% das pessoas nos países em desenvolvimento ainda não têm acesso à Internet. Eles também revelam a razão primordial da construção desses sistemas: a necessidade da comunicação entre as pessoas e a busca por informação (1).

A indústria de gerência e análise de dados vale hoje US\$ 100 bilhões, e cresce a uma taxa de 10% ao ano, o dobro de todo o negócio de *software* mundial. No Brasil, os negócios na área de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) movimentam, em 2010, mais de R\$ 200 bilhões, com crescimento de 5,2% em relação a 2009. O acesso residencial à Internet cresceu 71%, entre 2005 e 2009. No mesmo período, o número de residências com pelo menos um computador aumentou 27%.

A venda de *netbooks* cresceu 500% no primeiro semestre de 2010, em relação ao primeiro semestre de 2009, atingindo 750 mil unidades. O mercado de *notebooks* cresceu 45%, no mesmo período. O Brasil é um dos cinco maiores consumidores de computadores do mundo, com 10 milhões de unidades por ano. Mas a penetração ainda é de apenas 25%, comparada com 70% nos Estados Unidos. Os celulares são o terceiro dispositivo de TIC nos lares, com 78% de penetração, atrás apenas da televisão e do rádio.

Porém, enquanto nos países desenvolvidos o investimento em TIC é da ordem de 4% a 5% do Produto Interno Bruto (PIB), no Brasil não passa de 2%. A taxa de transmissão em banda larga, que tem 15 milhões de conexões no País, não chega a 2 Mbit/s em quase 90% dos domicílios, que é o mínimo definido pela ITU. O custo do serviço de telefonia no Brasil, fixa ou celular, é o mais elevado do mundo, segundo a ITU. Mais do triplo do custo nos Estados Unidos e duas centenas de vezes o custo na Índia.

Para dar uma ideia, o gasto médio com banda larga no País era, em 2009, de 4,58% da renda mensal *per capita*. Na Rússia, o índice era de 1,68%. Nos países desenvolvidos o custo fica em torno de 0,5% da renda mensal.

2 A Base de Dados de Alexandria

Durante 700 anos, o Egito foi cenário de uma das civilizações mais importantes da antiguidade. Com o passar do tempo foi sucessivamente invadido, pelos gregos, romanos, e chegou a ser governado por várias dinastias estrangeiras. Finalmente, os árabes chegaram ao delta do Nilo, no século VII, e introduziram o islamismo. O país foi ainda território francês entre 1830 a 1930, conquistado por Napoleão. Alexandria é hoje a segunda maior cidade do Egito, com mais de três milhões de habitantes e com um dos maiores portos do Mediterrâneo (2).

A cidade de Alexandria foi fundada por Alexandre, o Grande, no ano de 332 a.C, e se tornou o principal porto do norte do Egito. Localizada no delta do rio Nilo, em uma colina que separa o lago Mariotis do mar Mediterrâneo, foi o principal centro comercial e intelectual da Antiguidade. Seu porto foi construído com um quebra-mar que chegava até a ilha de Faros, onde foi erguido o famoso Farol de Alexandria, uma das Sete Maravilhas do Mundo Antigo.

Sua localização privilegiada, na encruzilhada das rotas da Ásia, da África e da Europa, transformou a cidade num lugar ideal para concentrar a arte, a ciência e a filosofia do Oriente e do Ocidente. Capital do Egito, era uma cidade com numerosa população grega e judaica. Tinha uma excelente infra-estrutura administrativa, financeira e comercial.

A Biblioteca de Alexandria foi construída por Ptolomeu I Soter no século IV a.C, e elevou a cidade ao nível de importância cultural de Roma e Atenas. Após a queda do prestígio de Atenas como centro cultural, Alexandria tornou-se o grande polo da cultura grega. Todo manuscrito trazido por mercadores ou filósofos, de qualquer parte do mundo, era confiscado, classificado em catálogo, copiado e incorporado ao acervo da biblioteca, antes de ser devolvido ao proprietário.



Figura 1: Interior da Biblioteca de Alexandria.

No século seguinte à sua criação, ela reunia entre 500 mil e 700 mil documentos. A primeira folha de cada pergaminho era chamada *protocollon*. Além de ter sido a primeira biblioteca, foi também a primeira academia do Egito, tendo formado grandes cientistas, como os gregos Euclides e Arquimedes.

Os eruditos encarregados da biblioteca eram considerados os homens mais capazes de Alexandria, na época. Zenódoto de Éfeso foi o bibliotecário inicial e o poeta Calímaco (c. 305-240 a.C.) fez o primeiro catálogo geral dos livros. Alguns de seus bibliotecários mais notáveis foram Aristófanos de Bizâncio (c. 257-180 a.C) e Aristarco da Samos (c. 217-145 a.C).

Entre os cientistas e literatos ligados à Biblioteca de Alexandria, pode-se citar:

- Euclides – Matemático do século IV a.C.. O criador da geometria e o pioneiro no estudo da óptica. Sua obra *Os Elementos* foi usada como padrão da geometria até o século XIX;
- Aristarco de Samos – Astrônomo do século III a.C.. O primeiro a presumir que os planetas giravam em torno do Sol. Usou a trigonometria para calcular a distância do Sol e da Lua à Terra, e mensurar suas dimensões;
- Arquimedes – Matemático e inventor do século III a.C.. Realizou muitas descobertas e fez os primeiros esforços científicos para determinar o valor de π ;
- Calímaco – Poeta e bibliotecário grego, compilou o primeiro catálogo da Biblioteca de Alexandria, um marco na história do controle bibliográfico, o que possibilitou a criação da relação oficial (cânon) da literatura grega clássica. Seu catálogo ocupava 120 rolos de papiro;
- Eratóstenes – Conhecedor de muitas ciências e um dos primeiros bibliotecários de Alexandria, do terceiro século a.C.. Calculou a circunferência da Terra com grande exatidão, para a época;
- Galeno – Médico do século II d.C.. Seus 15 livros sobre a ciência da Medicina foram o padrão da área por mais de 12 séculos;
- Herófilo – Médico, considerado o fundador do método científico, o primeiro a sugerir que a inteligência e as emoções faziam parte do cérebro e não do coração;
- Ptolomeu – Astrônomo do século II d.C.. Seus escritos geográficos e modelos astronômicos eram aceitos como padrão até Kepler elaborar suas leis sobre a órbita dos planetas;
- Hipátia – Astrônoma, matemática e filósofa do século III d.C.. Uma das maiores matemáticas da antiguidade, diretora da Biblioteca de Alexandria. Por ser considerada pagã, foi assassinada durante um motim de cristãos.

Após o assassinato de Hipátia, muitos pesquisadores e filósofos trocaram Alexandria pela Índia e pela Pérsia, e a cidade deixou de ser o grande centro de ensino das ciências do mundo antigo. Isso fez a Ciência retroceder no Ocidente. Os trabalhos da Escola de Alexandria sobre matemática, física e astronomia foram preservados, em parte, pelos árabes, persas, indianos e também chineses. O Ocidente, no entanto, mergulhou no obscurantismo da Idade Média, do qual permaneceu por mais de um milênio. Em reconhecimento pelos seus méritos de perseguidor da comunidade científica e dos judeus de Alexandria, Cirilo foi canonizado e promovido a Doutor da Igreja, em 1882.

A Biblioteca de Alexandria fez emergir uma civilização científica esplêndida. Apesar da oportunidade única de florescer, ela desapareceu. Sua última cientista foi Hipátia, assassinada por conta do conservadorismo sobre o papel da mulher na sociedade, do aumento progressivo do poder da Igreja, conservadora quanto à ciência. Por motivos similares, a biblioteca foi destruída e milhares dos preciosos documentos foram queimados e perdidos para sempre, e com ela todo o progresso científico e filosófico da época.

3 A Guardiã da Tecnologia da Informação

Hipátia (370-415) era filha de Theon Alexandricus, um renomado filósofo, astrônomo, matemático, autor de diversas obras e professor na Academia, Biblioteca e Museu de Alexandria. Ela foi educada pelo pai, em um ambiente de idéias e filosofia. Ele lhe inculuiu a paixão pela busca de conhecimento. Ela, sob orientação paterna, mantinha uma rigorosa disciplina física, para atingir o ideal grego de ter uma mente sã em um corpo sadio (3).



Figura 2: Hipátia.

Hipátia estudou matemática, astronomia, filosofia, religião, poesia e artes, além de oratória e retórica na Academia de Alexandria. Na adolescência, teria viajado a Atenas, para completar sua educação na Academia Neoplatônica, onde se destacou pelo trabalho de unificação da matemática de Diofanto com o neoplatonismo de Amônio Sacas e Plotino. No retorno a Alexandria, conseguiu um emprego como professora na Academia, ocupando a cadeira que fora de Plotino. Lecionou Matemática, Astronomia, Filosofia, e aos 30 anos, tornou-se diretora da Academia.

Um dos seus alunos foi o notável filósofo Sinésio de Cirene (370-413), que lhe escrevia com frequência, para se aconselhar. Por essas cartas, sabe-se que Hipátia desenvolveu, ou aperfeiçoou, alguns instrumentos usados na Física e na Astronomia, entre os quais o hidrômetro ou densímetro, além de ter

elaborado cartas astronômicas.

Ela também desenvolveu estudos sobre a Álgebra de Diofanto, e escreveu um tratado sobre o assunto. Escreveu um tratado sobre Euclides, em co-autoria com seu pai, e comentários sobre os matemáticos clássicos, incluindo Ptolomeu. Hipátia ficou famosa por ser solucionadora de problemas complexos, que atormentavam os matemáticos da época, usando o processo de demonstração lógica.

Ela teve um fim trágico, provavelmente perpetrado por Cirilo, Patriarca de Alexandria. O cristianismo foi oficializado em 390 d.C, e o recém nomeado chefe religioso de Alexandria dispôs-se a destruir todos os pagãos, assim como seus monumentos e escritos. Ele era um cristão radical, que defendia a ortodoxia da Igreja combatendo o que chamava de heresia, sobretudo o Nestorianismo, doutrina pregada pelo Bispo de Constantinopla, Nestório.

No reinado de Teodósio (379-392) o Cristianismo passou de religião pouco tolerada para intolerante. Em 391, atendendo pedido do então Patriarca de Alexandria, Teófilo, ele autorizou a destruição do Templo de Serápis, um vasto santuário pagão que também guardava parte do acervo da Biblioteca de Alexandria.

De acordo com o relato de Sócrates, o Escolástico, numa tarde de março de 415, quando regressava do Museu de Alexandria, Hipátia foi atacada em plena rua por um grupo de cristãos enfurecidos, comandados por Pedro, o Leitor. Ela foi golpeada, desnudada e arrastada pelas ruas da cidade até a Igreja Caesareum. No interior do templo, foi cruelmente torturada até a morte, tendo o corpo dilacerado por cacos de cerâmica. Depois de morta, o corpo foi lançado em uma fogueira em um lugar chamado Cinaron.

Ainda segundo Sócrates, o Escolástico: “Havia em Alexandria uma mulher chamada Hipátia, filha do filósofo Theon, que fez tantas realizações em literatura e ciência que ultrapassou todos os filósofos da época. Tendo progredido na escola de Platão e Plotino, ela explicava os princípios da filosofia a quem a ouvisse, e muitos vinham de longe receber os ensinamentos. Em virtude de seu auto-controle e maneiras suaves, que ela adquiriu em consequência do cultivo de sua mente, ela frequentemente aparecia em público na presença de magistrados. Ela nunca se sentia desconfortável na presença de homens. Pois todos os homens, por conta de sua extraordinária dignidade e virtude, a admiravam mais.”

De acordo com Hesíquio, o hebreu, aluno de Hipátia: “Vestida com o manto dos filósofos, abrindo caminho no meio da cidade, explicava publicamente os escritos de Platão e de Aristóteles, ou de qualquer filósofo a todos os que quisessem ouvi-la. Os magistrados costumavam consultá-la em primeiro lugar para administração dos assuntos da cidade.”

Hipátia costumava dizer que: “Todas as religiões dogmáticas formais são falaciosas e nunca devem ser aceitas como palavra final por pessoas que respeitem a si mesmas.”. Ela também afirmava que: “Ensinar superstições como uma verdade absoluta é uma das coisas mais terríveis.” Ensinações mais que atuais.

A tragédia de Hipátia foi ter vivido em uma época de confronto entre o paganismo e o cristianismo, com este a tentar apoderar-se dos centros importantes então existentes. Hipátia era pagã, fato normal para uma cientista, pois o saber era associado ao chamado paganismo que dominou os séculos anteriores, alicerçado nas tradições de liberdade de pensamento.

Por causa de suas idéias científicas, consideradas pagãs, como por exemplo a de que o Universo seria regido por leis matemáticas, Hipátia foi considerada uma herética pelos chefes cristãos da cidade. A admiração e proteção que o político romano Orestes dedicou a Hipátia pouco adiantou, e acirrou ainda mais o ódio do Bispo Cirilo por ela e, quando ele tornou-se Patriarca de Alexandria, iniciou uma perseguição aos seguidores de Platão e Nestório, e Hipátia terminou assassinada. Sua morte marcou o fim da Antiguidade Clássica, e o início da Idade Média, ou Idade da Trevas.

O episódio da morte de Hipátia é também considerado o fim da tradição de Alexandria como centro de ciências e cultura. Pouco depois, a grande Biblioteca de Alexandria seria destruída pelos religiosos, e o pouco do que foi aquele grande centro de saber sobreviveu apenas por conta da tradução de parte de suas obras pelos árabes, que introduziram esse conhecimento quando conquistaram parte da Europa.

4 Comunidade Virtual

Uma parcela da população mundial já trabalha e se diverte quase que exclusivamente com programas de computador, ou seja, vive em um mundo virtual apartada da realidade boa parte do tempo.

Isso implica em redução na circulação de produtos reais, reduz também a demanda por interação, diminui a mobilidade física dessas pessoas com o uso da Internet.

Além disso, o consumo fica estratificado, para produtos específicos de *software*. Aliás, os produtos estão virando programas ou arquivos de computador. E podem ser obtidos diretamente da rede. O meio físico está sendo descartado nessas transações.

Um cenário possível para o futuro seria aquele em as crianças, apesar de fortemente conectadas, não conheceriam os amigos. A bola de futebol seria um pedaço de código de computador. Jogos como RPG (Role Playing Game), em que os jovens combinam papéis em uma encenação, substituiriam as relações pessoais.

Ninguém precisaria mais sair de casa para comprar, assistir filmes, ir ao teatro, namorar. Por sinal, a quantidade de encontros marcados pela Internet está aumentando. Alguns resultam em contato pessoal, outros permanecem virtuais para sempre.

Claro, seria uma geração transitória, o início de uma nova relação entre humanos e máquinas. As máquinas poderiam ser instaladas nos próprios seres na próxima geração. Algumas pessoas já carregam dispositivos eletrônicos sob a pele, para abrir portas, ligar equipamentos, realizar a conexão com o computador.

Os terminais podem vir a explorar os outros sentidos, além da visão e audição, em um futuro próximo. Computadores poderiam vir com sensores para tato, orfato e paladar. Podem ter periféricos para apresentar cheiros, pressão e gosto ao usuário. Isso certamente daria uma nova dimensão aos encontros virtuais.

Mais ou menos como se fazia antigamente, quando as distâncias eram grandes para os transportes e recursos da época. Os encontros, mais virtuais que reais, se faziam por cartas, que levavam mechas de cabelo, papel perfumado, longas declarações, fotos e, eventualmente, marcas de lábios nas páginas escritas (4).

5 A Medida da Informação

Claude E. Shannon (1916-2001) é considerado o pai da Teoria da Informação. Em 1948, ele publicou um artigo seminal sobre o conceito matemático de informação, que permanece como o mais citado há décadas. A partir desse artigo, a informação deixava o terreno do Jornalismo para ocupar a seara mais formal da Teoria da Probabilidade. A Figura 3 mostra Claude E. Shannon e seu labirinto eletromecânico, com o rato Theseus.

O desenvolvimento de Shannon foi baseado também no trabalho de Harry Nyquist, (Harry Theodor Nyqvist, 1889-1976), que determinou a taxa de amostragem necessária, em função da frequência máxima de um sinal contínuo, para que este sinal pudesse ser reproduzido completamente apenas com um conjunto de amostras discretas.

De forma independente, Andrei N. Kolmogorov (1903-1987) desenvolveu sua Teoria da Complexidade, na década de 1960. Era uma nova teoria da informação baseada no comprimento do algoritmo desenvolvido para descrever uma determinada sequência de dados. Usou o modelo da máquina de Alan Turing para essa nova definição. Sob determinadas condições, as definições de Shannon e Kolmogorov se equivalem. A Figura 4 mostra Andrei Nilolaevich Kolmogorov praticando uma de suas atividades preferidas.

A idéia de relacionar o número de estados de um sistema com uma medida física, no entanto, já circulava desde o século XIX. Rudolph Clausius propôs o termo entropia para essa medida, em 1895.

Entropia vem da palavra grega para transformação e, na Física, está relacionada com o logaritmo da razão entre a temperatura final e a inicial de um sistema, ou com a razão entre a variação de calor e a



Figura 3: Claude E. Shannon e seu labirinto eletromecânico, com o rato Theseus.

temperatura do mesmo sistema.

Shannon definiu a entropia de um alfabeto como o negativo do valor médio do logaritmo da probabilidade dos símbolos. Dessa forma, quando os símbolos são equiprováveis, ou seja têm mesma probabilidade, essa definição de entropia equivale à criada por Nyquist.

Porém, como é mais genérica, a entropia de Shannon também se aplica ao cálculo da capacidade de canais de comunicação. Boa parte do trabalho de pesquisadores da área está devotado ao cálculo da capacidade ou ao desenvolvimento de códigos corretores de erros para atingir essa capacidade.

Shannon também foi o primeiro a aplicar a lógica de Boole, até então um ramo da filosofia, ao projeto de circuitos digitais. Isso permitiu, em conjunto com sua pesquisa na área de comunicação, a criação de sistemas digitais mais complexos, incluindo os computadores digitais e a Internet.

Shannon faleceu no dia 24 de fevereiro de 2001, vítima da doença que levou o nome do médico Aloysius Alzheimer. Segundo sua esposa, ele vivia tranquilo, mas sem possibilidade de reter informações novas. Uma brincadeira de mal gosto da natureza para com o gênio que reinventou a informação (6).

6 Quão Virtual é a Realidade

George Berkeley foi o filósofo idealista mais famoso da Grã Bretanha no século dezoito. Nascido na Irlanda, ele é mais conhecido pela expressão ser é ser percebido, indicando que para ele tudo que existia era produto da mente ou dependia dela para existir. Em certo sentido Berkeley representava a antítese do materialismo, ou seja, a matéria não existiria para ele e os objetos ordinários seriam apenas coleções de idéias, que dependiam da mente para se materializar.

Em seu tempo essas idéias eram radicais, porque o mundo efetivamente existia, independente da percepção que as pessoas tinham dele. Entretanto, Berkeley é novamente atual. O mundo virtual, capitaneado pela Internet, parece funcionar segundo sua lógica filosófica.

Ele se materializa quando a atenção do internauta se volta para algum recurso da rede, que pode ser um tópico de pesquisa, um sítio específico, um portal de negócios, um ambiente para troca de idéias, para conversa descontraída, envio de mensagens, ou uma página qualquer da rede. Isto é, tipicamente quando o usuário faz um acesso a determinado URL (*Uniform Resource Locator*), que é o localizador universal de recursos na Internet.

É como se a atenção do internauta criasse a realidade virtual naquele momento, com todos os efeitos decorrentes, como a contagem de número de acessos (*hits*) a determinado serviço, que é a moeda dos



Figura 4: Andrei Nilolaevich Kolmogorov.

publicitários da rede, a materialização de uma página com a informação requerida, a compra de determinado produto pela Internet, a transação financeira, a troca de mensagens, a música baixada naquele instante, o vídeo, o documento, a operação executada com o auxílio de um agente virtual.

A economia virtual é real. Os negócios são realizados pela Internet com mais intensidade a cada ano. Os malfeitores estão na rede, são os *hackers* (aqueles que têm objetivo de penetrar sistemas seguros apenas pelo prazer) e os *crackers* (bandidos que roubam senhas e dinheiro de contas de usuários), que perturbam a vida dos internautas. Os chatos estão na rede e originam os *spams* (aquelas mensagens não solicitadas, usualmente de propaganda), divulgam *hoaxes* (as mensagens mentirosas que assustam os internautas novatos).

Mais importante ainda, a informação está na rede. Boa parte dos 161 bilhões de gigabytes, ou 161 exabytes, de informação criada apenas em 2006, formada por fotos, vídeos, e-mails, web pages, SMS, chamadas telefônicas e qualquer conteúdo digital disponível no mundo, está na Internet. Estima-se que um arquivo digital é copiado, em média, três vezes. O número é espantoso, levando em conta que, desde que o ser humano começou a fazer registros nas paredes das cavernas até o ano 2000, a humanidade levou cerca de 27 mil anos para produzir cinco exabytes de informação – a mesma quantidade produzida apenas no ano de 2002.

Para ter uma idéia da quantidade de informação produzida, o número corresponde a uma pilha de livros que cobre 12 vezes a distância da Terra ao Sol, ou três milhões de vezes a quantidade de informação de todos os livros já publicados. Seriam necessários dois bilhões dos iPods mais potentes para gravar 161 exabytes.

Em 2010, se estima que 70% dos dados digitais do mundo são produzidos por indivíduos, mais que

Data inflation		
Unit	Size	What it means
Bit (b)	1 or 0	Short for "binary digit", after the binary code (1 or 0) computers use to store and process data
Byte (B)	8 bits	Enough information to create an English letter or number in computer code. It is the basic unit of computing
Kilobyte (KB)	1,000, or 2^{10} , bytes	From "thousand" in Greek. One page of typed text is 2KB
Megabyte (MB)	1,000KB; 2^{20} bytes	From "large" in Greek. The complete works of Shakespeare total 5MB. A typical pop song is about 4MB
Gigabyte (GB)	1,000MB; 2^{30} bytes	From "giant" in Greek. A two-hour film can be compressed into 1-2GB
Terabyte (TB)	1,000GB; 2^{40} bytes	From "monster" in Greek. All the catalogued books in America's Library of Congress total 15TB
Petabyte (PB)	1,000TB; 2^{50} bytes	All letters delivered by America's postal service this year will amount to around 5PB. Google processes around 1PB every hour
Exabyte (EB)	1,000PB; 2^{60} bytes	Equivalent to 10 billion copies of <i>The Economist</i>
Zettabyte (ZB)	1,000EB; 2^{70} bytes	The total amount of information in existence this year is forecast to be around 1.2ZB
Yottabyte (YB)	1,000ZB; 2^{80} bytes	Currently too big to imagine

The prefixes are set by an intergovernmental group, the International Bureau of Weights and Measures. Yotta and Zetta were added in 1991; terms for larger amounts have yet to be established.

Source: *The Economist*

Figura 5: Unidade de informação e seus múltiplos (5).

por empresas. É o efeito YouTube se materializando. Em 2006 o mundo dispunha de 181 exabytes de capacidade de armazenamento. Tem 601 exabytes em 2010. Mas a quantidade de informação criada chega a 988 exabytes atualmente, quase um zettabyte. Em 2013, a quantidade de tráfego fluindo pela Internet por ano atingirá 667 exabytes. As estimativas são da empresa de pesquisa em tecnologia IDC e da Universidade da Califórnia, em Berkeley (7).

7 A Rede Mundial

Por mais incrível que possa parecer, houve um tempo em que não existia Internet. Nessa época, quando se queria marcar uma reunião, era necessário telefonar. Para avisar um aniversário ou nascimento, era comum mandar um telegrama. As pessoas até saíam de suas salas, nas empresas, para conversar com os colegas sobre algum tema de trabalho, ou apenas para jogar conversa fora.

Claro, algumas empresas começaram primeiro no negócio de troca de mensagens. Na década de 1970 havia o serviço Telex, fornecido pela Embratel. Era um sistema internacional de comunicações escritas, que prevaleceu até a década de 1990, e consistia de uma rede mundial com um plano de endereçamento numérico, com terminais que podiam enviar mensagens escritas para outros terminais.

O Telex tinha algumas limitações, pois não dispunha de todos os caracteres utilizados na língua portuguesa, como os acentos, e todas as letras eram maiúsculas. As máquinas mais antigas não tinham memória de acesso aleatório (RAM). Portanto, as mensagens eram pré-gravadas por meio mecânico, tipicamente com fita de papel perfurada, e depois transmitidas. As mensagens recebidas eram impressas em bobinas contínuas de papel.

O serviço ainda funciona em alguns países, apesar do número de assinantes estar em queda por conta da introdução do correio eletrônico. Os terminais lembravam máquinas de escrever elétricas e havia a garantia de entrega imediata, com autenticação dos terminais, o que era importante para as empresas que contratavam o serviço.

A Embratel já dispunha de um serviço de troca de pacotes de informação no início da década de 1980. Era conhecido como Projeto Ciranda, e atendia apenas seus empregados. Depois foi lançado o Cirandão, para acesso ao público, mas pouca gente tomou conhecimento. Os marqueteiros da empresa mudaram o nome para STM-400, mas não fez muito efeito no mercado. A empresa errou o público alvo. Deveria ter apostado no mercado universitário.

Em relação ao uso das redes de comunicação de dados, um acontecimento significativo foi a decisão

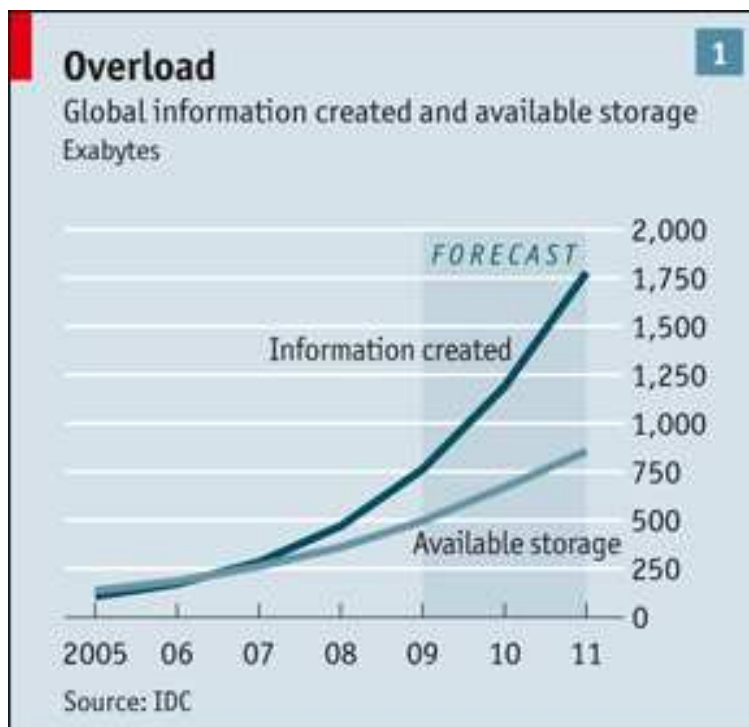


Figura 6: Quantidade de informação produzida no mundo (5).

da National Science Foundation (NSF), dos EUA, em 1985, de investir na montagem de redes para atender a comunidade acadêmica e de pesquisa. Em 1986, foram publicados artigos descrevendo as redes utilizadas pela comunidade acadêmica e de pesquisa nos EUA, com destaque para a rede Bitnet, que operava desde 1981, e para a rede da National Science Foundation (NSFNET), criada em 1986 (8).

A Bitnet, também conhecida como Because It's Time Network, era uma rede de computadores de grande porte, que transportava mensagens de correio eletrônico. Ela usava tecnologia desenvolvida pela IBM, principalmente o protocolo Network Job Entry (NJE), e deu origem ao programa `listserv` para a manutenção de listas de debates. Seu atrativo foi a sua simplicidade de adesão e operação, principalmente para instituições que possuíssem um computador da IBM.

A Bitnet era administrada pela Corporation for Research and Educational Networking (CREN), de Washington, EUA, e era usada para fornecer serviços de correio eletrônico e de transferência de arquivos entre computadores de grande porte em instituições educacionais e de pesquisa na América do Norte, na América do Sul, Europa e Japão. Chegou a alcançar mais de 2.500 universidades e institutos de pesquisa em todo o mundo.

A NSFNET, que fazia parte da Internet, usava a família de protocolos TCP/IP, desenvolvida a partir dos projetos da Defense Advanced Research Projects Agency (Darpa). A planta da rede de teste do TCP/IP, em fevereiro de 1982, está mostrada na Figura 7. Esse protocolo permitiria várias aplicações via rede, especialmente o uso interativo de computadores remotos (Telnet), a transferência de arquivos, conhecida como File Transfer Protocol (`ftp`), e, a partir da década de 1990, a consulta interativa a bases de informação da World Wide Web (`www`), além do correio eletrônico. A Figura 8 mostra Leonard Kleinrock e o primeiro *Interface Message Processor*.

Em função da importância para a comunidade acadêmica da utilização de redes de computadores, na década de 1980 já estavam sendo preparados diversos projetos nessa direção, no Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC) do CNPq, na Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Foi realizada na Universidade de São Paulo (USP), em outubro de 1987, a primeira reunião para

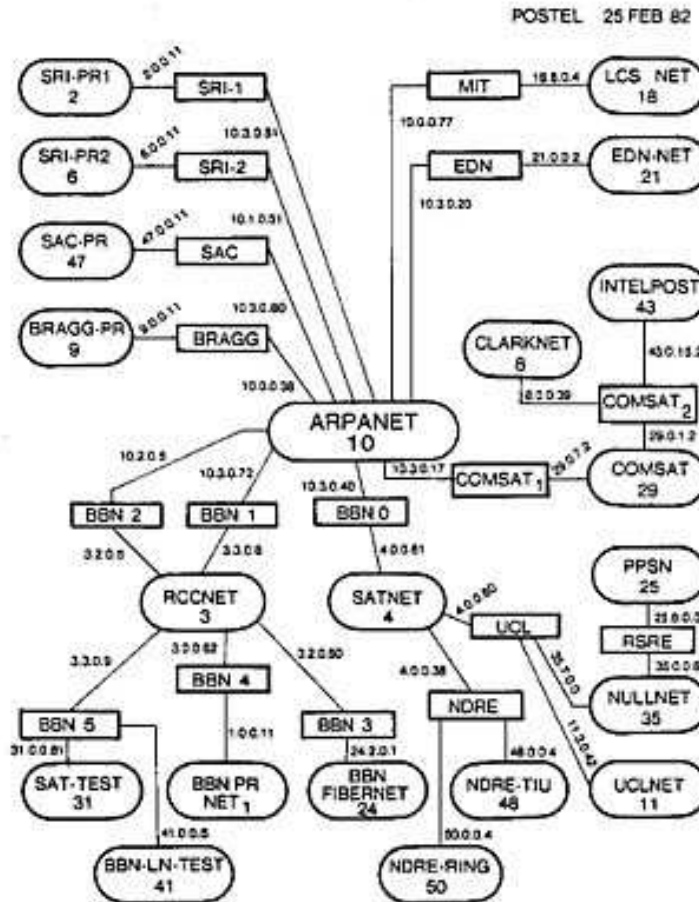


Figura 7: Planta da rede de teste do TCP/IP, em fevereiro de 1982.

discutir o estabelecimento de uma rede nacional para pesquisadores, com acesso a redes internacionais. Participaram da reunião as instituições de pesquisa, agências de fomento e a Embratel. A rede visava permitir o amplo acesso de membros da comunidade de pesquisa à Bitnet, usando as facilidades do LNCC, por meio discado, ou por intermédio da Rede Nacional de Pacotes da Embratel (Renpac).

O serviço de troca de mensagens para o público universitário no Brasil começou em meados de 1987, com a chegada da Bitnet. Após oito meses de conexão, a rede chegou a 110 nós, em janeiro de 1988, quando foi tomada a decisão de usar a Fapesp para implementar uma ligação internacional para as universidades do Estado.

A Embratel, preocupada com o monopólio que tinha na área, somente admitiu o transporte de tráfego de terceiros pelas redes da comunidade acadêmica e de pesquisa em outubro de 1988, um mês depois do estabelecimento da primeira conexão internacional. Assim, a primeira conexão estabelecida com a Bitnet, com taxa de 9.600 bauds, ou símbolos por segundo, foi feita entre o LNCC, no Rio de Janeiro, e a Universidade de Maryland, nos EUA.

Teve início, então, a negociação com o Comitê Central da rede Bitnet (Educom). O ponto de entrada foi colocado no Fermi National Laboratory (Fermilab), que dispunha de uma plataforma Vax (Vax 750) e um contato de cooperação firmado com o Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP) (9).

Em setembro de 1988, o Educom alterou suas regras, não mais aceitando nós da Bitnet em países estrangeiros. Foi então necessário estruturar uma rede de cooperação, o que alterou os planos de longo



Figura 8: Leonard Kleinrock e o primeiro *Interface Message Processor*

prazo. As negociações finais foram fechadas com o Fermilab em outubro de 1988, em Batavia, Illinois, e depois com o Educom. Assim, foi estabelecida uma rede de cooperação com a Bitnet, que ficou conhecida como Academic Network at São Paulo (ANSP).

A segunda conexão internacional, inicialmente operando com uma taxa de 4.800 bauds, foi instalada em novembro de 1988 entre a Fapesp e o Fermilab em Chicago. Essa conexão previa o atendimento do sistema de universidades e de pesquisa de São Paulo, e usava a tecnologia DECnet, que permitia acesso à High Energy Physics Network (HEPNET) e à Bitnet.

Em fevereiro de 1989 foi instalada a linha Embratel, de São Paulo a Batavia, EUA, com ligação HEPnet (DECnet) e endereço user@FPSP.HEPNET. Ficou sendo o nó DECnet do IFUSP.

Uma terceira conexão independente à Bitnet, também em 4.800 bps, foi instalada em maio de 1989 entre a UFRJ e a Universidade de California em Los Angeles (UCLA). A Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) entrou na rede em julho de 1989, usando o protocolo Phonenet sobre X.25, um conjunto de protocolos padronizado pela ITU para redes de longa distância, que usam o sistema telefônico ou a Rede Digital de Serviços Integrados (RDSI) como meio de transmissão.

Em dezembro 1989 houve a aquisição de um Vax6330 e um mVax3600 para a Fapesp, com suporte financeiro da Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado, ficando o mVax3600 exclusivamente para gerenciamento da rede. A linha internacional sofreu um incremento de 4800 para 9600 bauds, em setembro de 1990.

No final dos anos 1980, a Embratel oferecia os seguintes serviços de comunicação de dados: linhas privadas, com taxas de transmissão entre 300 e 9600 bps; um serviço comutado de dados chamado Rempac, com acesso X.25 e X.28, a taxas até 9.600 bauds; e o serviço via satélite, usando a tecnologia Very Small Aperture Transmitter (VSAT).

Em maio de 1989, o País possuía três ilhas de acesso à Bitnet. Duas na cidade do Rio de Janeiro, e uma em São Paulo. A comunicação entre essas ilhas era por meio da rede internacional Bitnet. A Universidade Federal da Paraíba foi interligada à rede em 1989, com um ponto de conexão direto com a Embratel, em Recife.

Após a eliminação, pela Embratel, da restrição sobre tráfego de terceiros foi possível estabelecer uma rede nacional para compartilhar o acesso às redes internacionais. Isso foi concretizado em 1991, com a interconexão entre as ilhas, e com a extensão da conectividade a outros centros de pesquisa no País (10).

A adoção de uma forma final de endereçamentos pela Rede Nacional de Pesquisa (RNP), do CNPq, só ocorreu em dezembro de 1990. Os endereços na forma `user@maquina.departamento.instituição.BR` começaram a ser usados pela instituições que tinham capacidade de gerir seu próprio sub-domínio.

Os endereços `user@maquina.departamento.instituição.ANxx.BR`, ficaram para as outras instituições. Foram eliminados formalmente os pseudo-endereços de nós Bitnet, como `user@node.ANxx.BR`, embora seu uso tenha continuado na prática.

O acesso do Brasil à Internet tornou-se possível em fevereiro de 1991, quando a Fapesp aumentou para 9.600 bauds a taxa de transmissão de sua conexão ao Fermilab e instalou o programa Multinet da TGV, para transportar tráfego que usava o Internet Protocol (IP), além da DECnet, que era uma tecnologia de redes própria da Digital Equipment Corporation (DEC), e também o tráfego da Bitnet.

A conectividade IP foi estendida para um pequeno número de instituições, em São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Minas Gerais, com linhas privadas de baixa taxa de transmissão, entre 2.400 e 9.600 bauds, ou por meio da Rempac.

Os componentes da rede de segunda geração foram instalados em 1992, e incluíam a RNP e as redes estaduais do Rio de Janeiro e São Paulo, que foram financiadas pela Faperj e Fapesp. As redes estaduais foram instaladas para a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (UNCED-92, ou Rio-92), realizada em junho de 1992 no Rio de Janeiro, e ambas as redes usavam novas conexões internacionais de 64 kbit/s. Elas serviram para apoiar o Forum Global, uma reunião de Organizações Não Governamentais (ONGs), realizada em paralelo à UNCED-92.

A Bitnet era importante para a conectividade mundial até o início da década de 1990, quando foi suplantada pela Internet. A Figura 9 mostra a placa comemorativa, listando os pioneiros da Internet. A principal aplicação da Bitnet era a manutenção de listas de distribuição. A diferença mais visível entre a Bitnet e a Internet eram os endereços dos servidores. Os endereços Bitnet não tinham pontos para separar nomes de servidores de domínios.

A partir do início da década de 90, a RNP passou a fornecer acesso à Internet para cerca de 600 instituições de ensino e pesquisa, atendendo uma comunidade de cerca de 65 mil usuários. O resto é história recente (11).

8 O Conhecimento Fora do Cérebro

Na antiguidade, o sábio era o cidadão mais respeitado, a quem todos recorriam na hora de tomar uma decisão, adquirir conhecimento, entregar os filhos para serem ensinados. Antes da Idade Média, a chamada idade das trevas provocada pelo radicalismo religioso, o conhecimento era o objetivo final de qualquer um.

Hipácia foi uma sábia fora de seu tempo, e pagou um preço elevado por isso. Sua morte, e o conseqüente incêndio da Biblioteca e Museu de Alexandria pelo bispo Cirilo, depois consagrado como São Cirilo pela Igreja Católica, foram marcos do início do obscurantismo no mundo ocidental.

Mas, após o iluminismo e até poucas décadas atrás, era comum elogiar uma pessoa que tivesse conhecimento de vários assuntos. Para tanto, essa pessoa deveria ter dedicado parte de sua vida ao estudo, à consulta a livros e artigos, à participação em conferências, cursos e colóquios científicos.

Esse era o procedimento para se adquirir conhecimento e ser valorizado. Os conteúdos científicos habitavam o cérebro desses luminares, conhecidos como homens de ciência, que eram consultados como

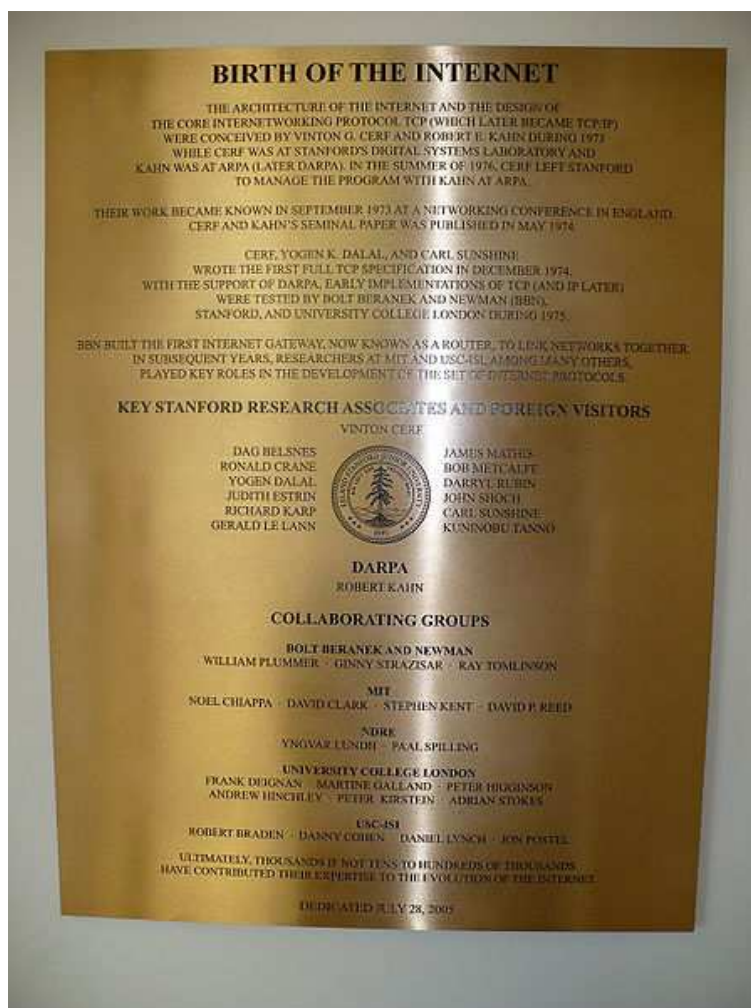


Figura 9: Placa comemorativa, relacionando os pioneiros da Internet.

oráculos sempre que pairava uma dúvida sobre determinado assunto. E o mundo funcionou assim pelos últimos cem séculos.

Com o aparecimento dos motores de busca da rede, inicialmente era o Archie, no início da década de 90, depois vieram o Altavista e congêneres, em meados da década, para finalmente o Yahoo e Google dominarem a cena, na virada do século, a informação, que havia deixando o cérebro dessas pessoas e se alojado em computadores, se tornou acessível a qualquer um.

Uma vantagem excepcional para a maioria da população, que pode usufruir dessa onisciência da rede, mas certamente um problema para a formação de futuros sábios. Aparentemente não vale mais a pena saber muito, se o conhecimento está disponível *on line*, 24 horas por dia, em qualquer lugar que se encontre uma máquina conectada à Internet.

Os jovens, ou aqueles nem tão jovens assim, não se interessam mais em consultar livros para fazer trabalhos escolares, para realizar projetos em suas empresas, ou apenas para tirar dúvidas. Boa parte dos trabalhos são facilmente encontráveis na rede, praticamente prontos. Os incompletos dicionários da rede são mais consultados que os clássicos Aurélio e Houaiss. Abrir um livro se transformou em estorvo para muitos, mesmo os que não são fãs de Chico Buarque (12).

As informações jornalísticas também são encontradas na rede, sem dificuldade. Os próprios jornais e editoras têm versões de seus veículos na Internet. Se não tivessem, em qualquer caso, alguém trataria de torná-los disponíveis pelo método universal de copiar e colar.

Na década de 70, quando as primeiras calculadoras eletrônicas chegaram ao Brasil, muitos temeram

pela perda da capacidade dos alunos de realizarem cálculos aritméticos. Alguns professores chegaram a proibir seu uso em provas.

De nada adiantou, as calculadoras invadiram as salas de aula e os alunos realmente perderam a prática do cálculo com números. Hoje, poucos sabem multiplicar números grandes ou com várias casas decimais. Quase ninguém sabe calcular a raiz quadrada de um número sem o uso da calculadora.

9 Epílogo

Com a absurda quantidade de informação disponível na rede, de que serve estudar? Para que consultar livros? Sabe-se que a informação é apenas parcialmente correta, ou completamente errada, porque nem sempre é submetida ao crivo dos cientistas, nem é filtrada pelos sábios.

Porém, ela representa, usualmente, o conhecimento necessário para se resolver o problema em pauta. Se há divergência entre os diversos sítios da rede, basta decidir pela informação que for mais votada, com mais entradas no Google, por exemplo (13).

Resta apenas uma questão incômoda. Se essa informação pode ser obtida sem muito esforço, com um custo mínimo, ao toque dos dedos no teclado ou na tela, o que fazer com os últimos sábios que ainda teimam em perambular insepultos pelo mundo, cujas vidas e filosofias não teriam mais sentido?

Referências

Marcelo S. Alencar. *Divulgação Científica*. Marcelo Sampaio de Alencar, Editor, ISBN 978-85-910418-2-4, Campina Grande, Brasil, 2010.

Bibliotheca Alexandrina. The New Library of Alexandria. Internet site, http://www.bibalex.org/Home/Default_EN.aspx, 2010.

Maria Dzielska. *Hipátia de Alexandria*. Editora Relógio D'água, Lisboa, Portugal, 2009.

Marcelo S. Alencar. Comunidade Virtual. Artigo para jornal eletrônico na Internet, *Jornal do Commercio On Line*, Recife, Brasil, Maio 2007.

The Economist. All too much – Monstrous amounts of data. Internet site, <http://www.economist.com/node/15557421>, 2010.

Marcelo S. Alencar. O que Restou da Informação. Artigo para jornal eletrônico na Internet, *Jornal do Commercio On Line*, Recife, Brasil, Junho 2007.

Marcelo S. Alencar. Quão Virtual é a Realidade. Artigo para jornal eletrônico na Internet, *Jornal do Commercio On Line*, Recife, Brasil, Abril 2007.

Marcelo S. Alencar. Como era o mundo sem internet – I. Artigo para jornal eletrônico na Internet, *Jornal do Commercio On Line*, Recife, Brasil, Novembro 2008.

Marcelo S. Alencar. Como era o mundo sem internet – II. Artigo para jornal eletrônico na Internet, *Jornal do Commercio On Line*, Recife, Brasil, Novembro 2008.

Marcelo S. Alencar. Como era o mundo sem internet – III. Artigo para jornal eletrônico na Internet, *Jornal do Commercio On Line*, Recife, Brasil, Novembro 2008.

Marcelo S. Alencar. Como era o mundo sem internet – IV. Artigo para jornal eletrônico na Internet, *Jornal do Commercio On Line*, Recife, Brasil, Novembro 2008.

Marcelo S. Alencar. O conhecimento fora do cérebro – 1. Artigo para jornal eletrônico na Internet, *Jornal do Commercio On Line*, Recife, Brasil, Novembro 2009.

Marcelo S. Alencar. O conhecimento fora do cérebro – 2. Artigo para jornal eletrônico na Internet, Jornal do Commercio *On Line*, Recife, Brasil, Novembro 2009.