

Princípios da História das Tecnologias da Informação e Comunicação Grandes Invenções

CURY, Lucilene¹
CAPOBIANCO, Ligia²
USP/SP

Resumo

O texto apresenta a linha do tempo da evolução das tecnologias de informação e comunicação desde a eletricidade, passando pelas grandes invenções como o cabograma, o telégrafo, o rádio e a televisão. Delineia uma breve história dos computadores e a conseqüente convergência dos meios de comunicação e computadores proporcionada pelo avanço científico e tecnológico. O resultado importante deste processo foi a Internet, a grande rede mundial de computadores, atualmente em uso por mais de 28% da população mundial³. Por Internet entende-se a estrutura física de transmissão, armazenamento e recepção de informações e o uso público para a comunicação. Entre as reflexões sugeridas, conclui-se pela importância das TIC's (tecnologias de informação e comunicação) para finalidades de ensino e aprendizagem. Considera ainda a necessidade de elaboração de pesquisas científicas ou não que possam fornecer informações sobre o tema visando, sobretudo, garantir o estabelecimento de políticas públicas e privadas adequadas para garantir que os benefícios oferecidos pelo meio de comunicação sejam acessíveis à população.

Palavras-chave: Internet 1 - TIC's 2 – Inclusão Digital 3

¹ Lucilene Cury é docente da ECA-USP. Tem experiência na área de Comunicação e Educação, com ênfase na Interdisciplinaridade, atuando nas diversas áreas da Pesquisa em Comunicação e Educação. É líder do Grupo de Pesquisa - Cibernética Pedagógica: Laboratório de Linguagens Digitais - Certificado pelo CNPq. email: lucurys@yahoo.com.br

² Ligia Capobianco adquiriu o título de Mestre em Ciências da Comunicação pela Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo na área Interfaces Sociais da Comunicação, Educomunicação. É pesquisadora do Grupo de Pesquisa Cibernética Pedagógica - Laboratório de Linguagens Digitais. Exerce atividades profissionais como redatora de conteúdo educacional, professora de inglês e tradutora. email: ligiacapobianco@gmail.com

³ Dados obtidos no site <http://www.internetworldstats.com/stats.htm> em 15 Mar, 2011 referentes a 30 jun, 2010.

The Deep-Sea Cables

By [Rudyard Kipling](#)

The wrecks dissolve above us; their dust drops down from afar --
Down to the dark, to the utter dark, where the blind white sea-snakes are.
There is no sound, no echo of sound, in the deserts of the deep,
Or the great gray level plains of ooze where the shell-burred cables creep.

Here in the womb of the world -- here on the tie-ribs of earth
Words, and the words of men, flicker and flutter and beat --
Warning, sorrow and gain, salutation and mirth --
For a Power troubles the Still that has neither voice nor feet.

They have wakened the timeless Things; they have killed their father Time;
Joining hands in the gloom, a league from the last of the sun.
Hush! Men talk to-day o'er the waste of the ultimate slime,
And a new Word runs between: whispering, "Let us be one!"

Élektron

As novas tecnologias de informação e comunicação são resultado de convergências tecnológicas que transformam as antigas através de revisões, invenções ou junções. (LEMOS, 2004, p.79)

Tales de Mileto realizou as primeiras experiências com eletricidade em 700 a.C. na Grécia observando os resultados obtidos com o atrito do âmbar na pele de carneiro. Surge daí o nome eletricidade, do grego *élektron* (âmbar). Somente muito tempo depois, a partir do século XVII, os pesquisadores dedicaram-se a explorar as possibilidades da energia que posteriormente propiciou o movimento das máquinas e a invenção dos geradores. Em 1873, James Clerk Maxwell publica o tratado sobre eletricidade e magnetismo que constituiu um importante avanço e abriu espaço para muitos equipamentos de comunicação e informação.

As principais tecnologias de informação e comunicação provocaram mudanças por seu impacto significativo sobre a cultura e reorientaram as perspectivas sociais, econômicas, científicas e políticas. No ocidente, a prensa para impressão tipográfica desenvolvida por Johann Gutenberg (1400-1468), iniciou um processo em cadeia de publicação de conhecimentos, inicialmente por meio da impressão de livros, depois de jornais. A invenção de Gutenberg pode ser considerada uma das mais importantes tecnologias de informação.

O pintor Samuel Finlay Breese Morse aperfeiçoou as experiências de M. Faraday sobre eletromagnetismo e, em 1830, construiu o primeiro aparelho telegráfico registrador de apenas um fio; também estabeleceu os princípios do código de pontos, traços e intervalos de acordo com a presença ou ausência de impulsos elétricos. O invento, patenteado em 1837, simplificava a operação dos modelos anteriores por sua eficiência o que permitiu a popularização do uso. O telégrafo pode ser considerado um dos principais meios de comunicação a longa distância do século XIX ao começo do século XX quando foi substituído pelo telefone.

Em 1839, apareceu outra invenção revolucionária: o artista e pesquisador francês Louis-Jacques-Mandé Daguerre obteve a primeira fotografia, com sua máquina chamada daguerreótipo:

“(…) M. Daguerre descobriu um método de fixar as imagens que são representadas na parte posterior da câmara escura, de forma que estas imagens não sejam reflexos temporários do objeto, e sim sua impressão fixa e durável.” (7 de janeiro de 1839, *The Literary Gazette*).

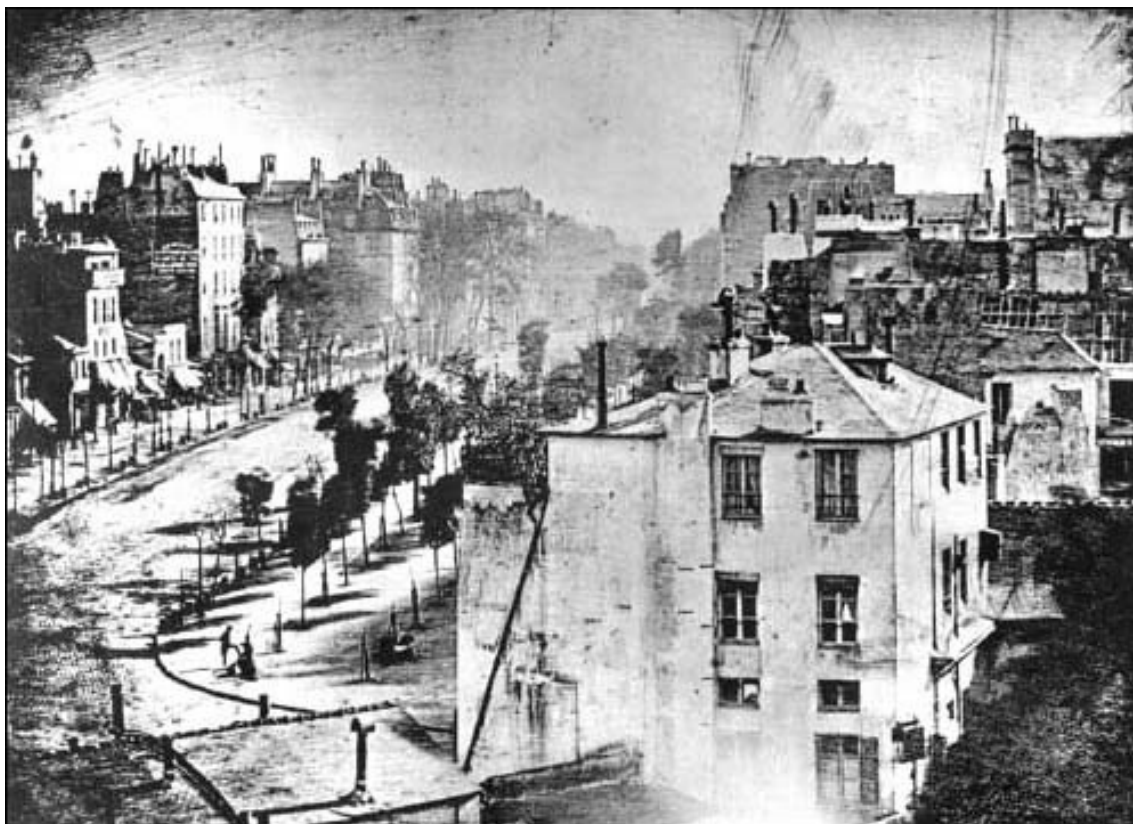


Fig. 2: Imagem de uma rua tirada em 1839

Fonte: <http://www.rleggat.com/photohistory/history/daguerr.htm> Acesso em: 20 Jul. 2009.

Entre as tecnologias de comunicação que mobilizaram as transformações sociais, econômicas e políticas, destaca-se o cabograma. O primeiro cabograma enviado da América para a Europa em Agosto de 1858 foi uma mensagem de saudação do Presidente Buchanan para rainha Victoria com apenas cento e cinquenta palavras que demorou trinta horas para ser enviada.

O escocês Alexander Graham Bell levou para os Estados Unidos o método que seu pai, Alexander Melville Bell tinha desenvolvido para instrução de surdos-mudos. Durante muitos anos, o cientista dedicou-se a pesquisar a transmissão de sons por meio de eletricidade e desenvolveu vários aparatos técnicos, entre os quais, o telefone patenteado em 1876. As operações de comunicação a longa distância tiveram início em 1885, com a fundação da Companhia de Telefonia e Telégrafos.

A produção e distribuição de energia, em 1879, devem-se ao cientista e inventor americano Thomas Alva Edison, que também inventou o fonógrafo, a lâmpada elétrica, o gramofone, o teletipo, somente para citar alguns entre os mais de oito mil inventos registrados, além de melhorar

outros, como por exemplo, o telefone de Graham Bell. Em 1890, Thomas Alva Edison inventou também o filme perfurado e o cinetoscópio, uma máquina de projeção interna de filmes que possibilitava a visualização de imagens por apenas um espectador de cada vez. Posteriormente, em 1895, os irmãos Lumière criaram um aparelho movido a manivela chamado cinematógrafo que permitia a projeção de imagens para o público.

Guglielmo Marconi interessou-se pela transmissão de sinais sem fio e, em 1895, obteve os primeiros resultados de suas pesquisas. Em 1901, demonstrou o primeiro *link* terrestre de telefonia em ondas curtas; dois anos depois apresentou o mesmo sistema adaptado para navegação marítima e em 1905 apresentou os princípios do radar.

As contribuições do engenheiro eletrônico e físico John Ambrose Fleming (1849-1945) aperfeiçoaram os inventos de Thomas Edison com quem trabalhou em 1880 no desenvolvimento de geradores e luminárias. Fleming atuou também como consultor científico de Marconi em 1899 pesquisando válvulas termoiônicas, diodo detector para sinais de rádio frequência, contribuições para telegrafia sem fio, circuitos sintonizados, entre outros aparatos que formaram a base científica e técnica para o desenvolvimento do rádio, da televisão e posteriormente dos primeiros computadores.

Embora a célula fotoelétrica tenha sido inventada em 1892 por Elster e Hans Getill, somente a partir da invenção de um sistema de raios catódicos em 1906 por Arbwehnelt é que foi possível desenvolver o sistema funcional de televisão. A era do sistema mecânico de televisão com tubo de lâmpada Kino é a fase posterior à de 1935 e pode ser considerada a primeira geração da TV. Em 1924, Wladimir Zworykin foi contratado pela RCA para produzir o primeiro tubo de TV baseado em seu iconoscópio (conversor de imagem). A produção em escala industrial dos aparelhos de televisão possibilitou as primeiras transmissões oficiais em 1935 na Alemanha e, logo a seguir, na França. Em 1938, iniciam-se as transmissões na Rússia e em 1939, nos Estados Unidos. Durante a Segunda Guerra Mundial, somente a Alemanha não suspendeu as transmissões. Depois da guerra, iniciou-se uma nova fase na qual as principais TICs tornaram-se importantes meios de comunicação de massa.

O Computador

Computador é uma máquina que possibilita processar dados com pouca intervenção humana. O homem sempre necessitou desses equipamentos para sua própria sobrevivência e adequação ao meio. O ábaco, cuja existência remonta a 2000 a.C, pode considerado o primeiro instrumento que tornou possível a realização de cálculos. A primeira máquina que permitia realizar operações matemáticas simples foi inventada por Leonardo da Vinci em 1500. Desde aquela

ocasião, os inventos para realizar operações matemáticas e para escrever foram aperfeiçoando-se devido à integração entre ciência e técnica. O processo envolveu, desde a criação do primeiro código binário por Francis Bacon (1561-1626), passando pelos logaritmos criados por John Napier em 1614 para facilitar as operações matemáticas e depois pelo sistema binário (por meio de 0 e 1) de Leibnitz que instaurou a lógica formal e estipulou os conceitos verdadeiro/falso, ligado/desligado, válido/ inválido até os cartões perfurados do tear mecânico de Jacquard em 1801, possivelmente a primeira máquina programável.

As primeiras calculadoras portáteis começaram a ser comercializadas em 1820. Charles P. Babbage criou, em 1823, uma calculadora que realizava os cálculos sem necessidade de um operador. Os programas para a máquina foram criados por Ada Lovelace, pioneira da programação por estabelecer conceitos como sub-rotina (seqüência de instruções), *loop* (repetição da seqüência de execução), salto condicional (desvio se a condição fosse satisfeita). Babbage determinou que um aparelho de computação deveria ser composto por um dispositivo de entrada, uma memória e um dispositivo de saída.



Fig. 3: Imagem parcial da calculadora de Babbage

Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro: BabbageDifferenceEngine.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:BabbageDifferenceEngine.jpg)

A primeira máquina de escrever, inventada por Christopher Latham Sholes em 1867, foi patenteada e vendida à Remington Company em 1873, mas só começou a ser fabricada em 1877. Em 1890, Herman Hollerith (1860-1929), PhD em estatística e fundador da empresa TMC (*Tabulation Machine Company*), aperfeiçoou a ideia de Babbage ao inventar uma máquina de processamento de dados baseada na separação de cartões perfurados de acordo com um código. Já em 1903, Nikola Tesla patenteou os primeiros circuitos elétricos, os switches. Posteriormente, em 1914, a TMC uniu-se a outras empresas e formou a CTRC (*Computing Tabulation Recording Company*) que em 1924 mudou de nome para IBM (*International Business Machine*). Mais tarde,

em 1930, a máquina de teletipo uniu-se a máquina de escrever, resultando em uma nova forma de comunicação telegráfica.

Ainda na década de 30, Vannevar Bush construiu o analisador Diferencial mecânico que possibilitava a resolução de equações diferenciais. O invento marcou o início da primeira geração de computadores que abrange o período até 1959. Além de pouco eficiente, as máquinas eram pesadas, lentas e o aquecimento dificultava ainda mais a operação.

Somente no período de 1935/1938 Konrad Zuse (1910-1995) construiu o primeiro computador eletro-mecânico programável chamado Z1 que já continha as partes de um computador moderno: unidade de controle, memória e lógica com ponto flutuante. Posteriormente, com Helmut Schreyer, Zuse construiu o modelo Z2. A primeira linguagem de programação de alto nível, a Plankalkül, também foi criada por Konrad Zuse.



Fig. 4: Konrad Zuse ao lado do Z1

Fonte: http://www.ime.usp.br/~macmulti/historico/histcomp1_8.html

Ao mesmo tempo, em 1936, Alan, Mathison Turing (1912-1954) e Alonzo Church, trabalhando separadamente, desenvolveram um algoritmo (conjunto finito de operações que levam a um resultado) possibilitando definir os limites do que poderia ser um computador. A partir da tese de Turing, nascia o modelo teórico do computador capaz de descrever os aspectos lógicos do funcionamento como memória, estados e transições. A máquina de Turing não pode ser construída, mas simulava o modo operacional de um computador moderno.



Fig. 5: representação artística de uma máquina de Turing
Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1quina_de_Turing

Em 1938 surge a HP - uma empresa voltada a fabricação de equipamentos eletrônicos.

No período da Segunda Guerra Mundial, Vannevar Bush coordenou a pesquisa científica do *Office of Scientific Research and Development* nos EUA, uma organização que contava com cerca de seis mil pesquisadores dedicados à pesquisa para finalidades bélicas. Vannevar Bush também foi professor no MIT - *Massachusetts Institute of Technology* - e no Carnegie Institute, mas somente com a publicação em julho de 1945 do artigo intitulado *As We May Think*⁴ na revista “The Atlantic”, tornou-se reconhecido por suas idéias. No artigo, que pode ser considerado um estímulo para os cientistas do período do pós-guerra, ele elenca a importância dos conhecimentos acumulados para várias áreas da ciência que teriam reflexos nas próximas gerações. Considerou as dificuldades para encontrar um documento armazenado utilizando as técnicas tradicionais (alfabética ou numérica) e sugeriu a concepção de um dispositivo para uso individual, o memex (*memory extension*) por meio do qual seria possível armazenar livros, dados e comunicações. A principal vantagem do dispositivo seria permitir consultas rápidas e de maneira flexível.

Em 1948, Claude E. Shannon defende a tese *Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits* no MIT (Instituto de Tecnologia de Massachussets) na qual demonstra a conexão entre lógica simbólica e circuitos elétricos. Posteriormente suas idéias foram divulgadas no artigo *A Mathematical Theory of Communication*. O estudo é resultado das reflexões de Shannon sobre as teorias propostas por Norbert Wiener e John von Neumann. (MATTELART; MATTELLART, 2002, p. 57).

A II Guerra Mundial constituiu um campo propício para pesquisa e elaboração de computadores com objetivos militares.

⁴ Disponível em: <http://www.theatlantic.com/doc/194507/bush#> Acesso em: 12 Abr. 2008.

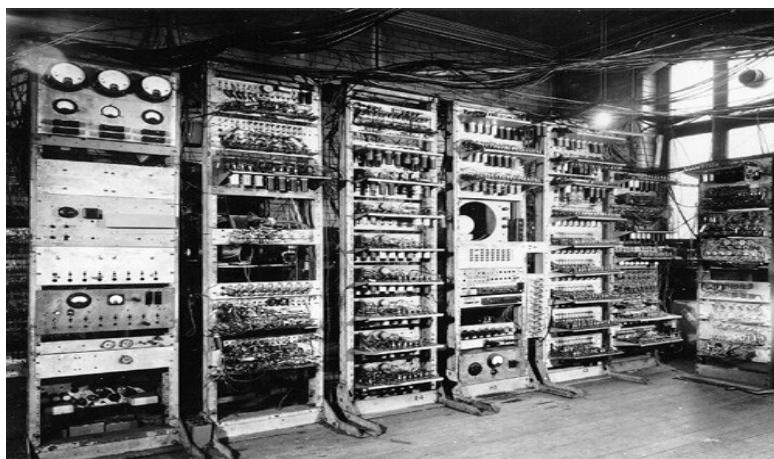


Fig. 6: Imagem do Mark I projetado em 1944 nos EUA pela Marinha, Universidade de Harvard e IBM
Fonte: http://www.ime.usp.br/~macmulti/historico/histcomp1_9.html Acesso em: 15 Dez. 2008

O primeiro computador, o ABC, foi construído por John Vincent Atanasoff e o estudante Clifford Berry na Universidade Estadual de Iowa em 1942, mas a patente do primeiro computador eletrônico, o ENIAC, foi obtida por John W. Mauchly e J. Presper Eckert.

No congresso da *American Mathematical Society* em 1940 foi demonstrada, pela primeira vez, a operação da primeira calculadora com máquina de somar, relês telefônicos e notação binária (notação em base 2, isto é, o bit só pode assumir os valores 0 ou 1) de números que permitia a realização de cálculos a distancia. A rede de teleprocessamento de George Stibitz foi precursora das atuais redes de comunicação de dados. Nesse mesmo ano, foi criado o primeiro terminal que realizava os cálculos e um teclado de teletipo pelo qual eram introduzidos os dados e eram lidos os resultados.

Em 1946 surge a Arquitetura de Von Neumann, base dos computadores modernos, propondo que um programa, da mesma forma que os dados, poderia ser armazenado na memória do computador. As características dessa arquitetura estão descritas abaixo e permitiram agilidade, versatilidade e automodificação:

- Uso de uns e zeros para codificar as instruções armazenadas na memória do computador;
- Armazenamento das instruções na memória;
- Durante o processamento do programa, a busca das instruções deveria acontecer diretamente na memória e não a cada passo como era realizada nos cartões perfurados.

O primeiro transistor (condutor e isolante de corrente elétrica) com função de amplificar e chavear os sinais elétricos foi projetado nos Laboratórios Bell em 1947. O que se seguiu foi uma revolução da eletrônica, pois o transistor, um substituto eficiente da válvula, possibilitou rapidez e economia de eletricidade evitando a geração de calor. A partir daí, os computadores tornaram-se cada vez menores e os efeitos dessa inovação podem ser vistos em todas as áreas da ciência e tecnologia. O termo transistor significa “*transfer resistor*”, ou seja, resistor de transferência. Seus

desenvolvedores, Shockley, Brattain e Bardeen ganharam o prêmio Nobel de Física em 1956. A produção em massa de transistores e circuitos impressos principia a segunda geração de computadores na década de 60. Outra invenção da década que merece destaque foi o projeto do modem (modulador – demodulador) pela AT&T (empresa fundada por Graham Bell) para transmissão de dados por redes através da conversão de informações binárias (de zeros e uns) em frequências (tons) audíveis que podiam ser transmitidos pelo sistema telefônico.

Pode-se dizer que a terceira geração de computadores começou quando a empresa Intel passou a produzir microprocessadores que são circuitos integrados do tipo LSI (*large scale integration*) que integra o circuito lógico de unidade central de processamento em um pequeno chip (milhares de circuitos transistorizados microminiaturizados em uma pastilha de silício) possibilitando a construção de mini e microcomputadores. Na mesma década surgiram os grandes computadores (*mainframes*).

A quarta geração de computadores, que corresponde à atual, iniciou-se em 1970 e caracteriza-se principalmente pelo aperfeiçoamento da tecnologia existente. A Apple, uma empresa fundada em 1976 alcançou sucesso de venda de computadores em 1982. Em 1981 a IBM lançou seu computador chamado PC (*Personal Computer*) que posteriormente tornou-se sinônimo de computadores de uso pessoal. Em 1984, a Apple lançou o computador Macintosh com uma tecnologia diferenciada chamada interface gráfica (GUI – *graphical user interface*) caracterizada pelo suporte visual de janelas, menus, ícones, figuras, caixas de diálogo e mensagem, barra de ferramentas, botões e controles que dispensavam a redação da linha de comando. A tecnologia de interface gráfica passou por várias etapas de aprimoramento desde a década de 60.

A Microsoft, fundada em 1976 para produzir softwares para PC's, tornou-se líder de mercado na produção de sistemas operacionais, ambientes de desenvolvimento de programas, servidores (inclusive de correio eletrônico), jogos e o navegador Internet Explorer entre outros produtos.

A partir de 1980, inicia-se a fase dos computadores em rede e de portabilidade. As redes dependem das telecomunicações que, por meio de um sistema chamado tecnologia de nós, composta de roteadores, comutadores eletrônicos e novas conexões, permitem a comunicação entre os computadores localizados em diferentes locais.

Steven Johnson em seu livro *Cultura da Interface* (2001, p. 109) afirma que já na década de 1970 a Intel tinha tecnologia (chips, o circuito integrado e a fonte de alimentação) para fabricar computadores pessoais, mas as propostas não foram aprovadas.

Infra-estrutura Operacional da Internet

O desenvolvimento tecnológico e científico propiciou a integração das potencialidades de cada sistema resultando na Internet, uma estrutura global que interliga os computadores e outros equipamentos para possibilitar o registro, a produção, transmissão e recepção de informações e permite a comunicação entre as pessoas independentemente da posição geográfica. O termo é usado tanto para definir a infra-estrutura (rede públicas de TCP/IP e outras redes interligadas) como para indicar o uso público (WWW, e-mail e espaços virtuais que permitem a comunicação).

A primeira experiência de conexão de computadores ocorreu em 1969 por iniciativa da ARPA (*Advanced Research Projects Agency*), uma agência norte-americana financiada pelo governo que reunia militares e pesquisadores com o objetivo de elaborar projetos tecnológicos. A ARPANET, precursora da Internet, ligava inicialmente os departamentos de pesquisa e entidades militares. No início da década de 70, computadores de outras instituições e universidades passaram a integrar a rede. No final dessa mesma década, foi criado o conjunto de protocolo (linguagem que permitiu a comunicação entre computadores) TCP/IP (*Transmission Control Protocol*, Protocolo de Controle de Transmissão) e o IP (*Internet Protocol*, Protocolo de Internet) que permitiu a intercomunicação entre computadores por incluir comunicação entre os programas e os protocolos⁵ de transporte, transmissão e controle de recepção de dados e roteamento que é a verificação do roteador (caminho) de destino.

Atualmente, o acesso ao sistema pode ser realizado por meio de rede telefonia fixa (*dial-up*), banda-larga (cabos ou fibras ópticas), tecnologia de interconexão sem fio (*wireless*), satélites e telefones celulares.

WWW

A WWW (*World Wide Web*), também conhecida por *Web* ou rede mundial é uma parte da Internet e um dos seus mais importantes recursos.

O projeto da WWW foi elaborado em 1989 por Timothy Berners-Lee e teve como objetivo o compartilhamento de informações entre pesquisadores do Laboratório Europeu de Partículas Físicas, propiciando a união entre o hipertexto e a Internet. Berners-Lee criou o protocolo de comunicação especial chamado *HTTP*⁶ para transmitir e acessar informações (incluindo os

⁵ Exemplos de protocolos: SMTP (para e-mail), o FTP (para a transferência de arquivos) e o HTTP (para navegação web).

⁶ HTTP (HyperText Transfer Protocol) designa Protocolo de transferência de hipertexto. Esse é o protocolo de comunicação de hipertexto que é uma página na internet.

chamados documentos hipermídia, páginas ou sítios) que podiam conter gráficos, sons, vídeos e texto. Também foi invenção de Berners-Lee o URI (*Universal Resource Identifier*) atualmente conhecido como URL (*Uniform Resource Locator*) que é o localizador, ou seja, o endereço Web.

Para a visualização das páginas na tela do computador era necessário o uso de um programa chamado navegador. Normalmente as páginas contêm hiperligações (*hyperlinks ou links*) que permitem acessar outros documentos. Ao movimento de seguir as hiperligações de uma página denominou-se navegar ou surfar na rede. Berners-Lee desenvolveu a linguagem HTML (*Hypertext Markup Language*) para a produção das páginas Web e também o primeiro Servidor Web (*Web Server*), um software capaz de armazenar páginas Web em um computador, permitindo o acesso por outros computadores.

Considerações Finais

O panorama apresentado até aqui objetivou situar a Internet no contexto do desenvolvimento científico e tecnológico intensificado principalmente a partir da Segunda Guerra mundial. O entendimento da Internet como infra-estrutura técnica e sua utilização como meio de comunicação humana constituem o centro desse estudo.

A rápida expansão da Internet, bem como sua abrangência incitou os pesquisadores levando-os a refletirem sobre seus impactos na sociedade, economia, política e cultura. Trata-se de um assunto de interesse para o desenvolvimento de pesquisas teóricas e de campo principalmente sobre os efeitos da nova mídia. Tais estudos são determinantes tanto para o desenvolvimento e aplicações tecnológicas como para a formulação das normas de regulamentação.

O uso da Internet tende, necessariamente, a intensificar-se o que promoverá mudanças cujos reflexos serão sentidos nos vários setores da sociedade, economia, cultura e educação. Logo, os processos que envolvem sociabilidade, qualidade inerente aos indivíduos, também devem intensificar-se com o aporte das novas formas de comunicação.

As modalidades de comunicação possibilitadas pelos recursos das TICs estão se consolidando rapidamente enquanto, ao mesmo tempo, as pessoas se apropriam das inovações.

Ainda que o potencial de Internet para comunicação seja inegável e que constitua um campo propício para abrigar a diversidade cultural, a educação, a arena política, o panorama econômico, persiste a necessidade de determinar processos de inclusão digital para que as pessoas com menor poder aquisitivo e menos escolaridade tenham acesso às TICs.

Nesse momento de transição, as pesquisas científicas sobre as práticas de uso da Internet são fundamentais para garantir o estabelecimento de políticas públicas e privadas adequadas e benéficas

à população.

Conclui-se que as Tecnologias de Informação e Comunicação oferecem recursos para favorecer e enriquecer as aplicações e processos principalmente na área de ensino e aprendizagem.

Referências

BUSH, V. As we may think. **The atlantic monthly**, jul, 1945. Disponível em: <http://www.theatlantic.com/doc/194507/bush> Acesso em 25 mai. 2008.

JONES, S. (Ed). **Encyclopedia of new media**. California: Sage Publishers, 2003.

JOHNSON, S. **Cultura da interface: como o computador transforma nossa maneira de criar e comunicar**. Tradução de Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001. (Coleção Interface).

LEMOS, A. **Cibercultura, tecnologia e vida social na cultura contemporânea**. Porto Alegre: Sulina, 2004.

MATTELART, A.; MATTELART, M. **História das teorias da comunicação**. São Paulo: Loyola, 2002.

NATIONAL TELECOMMUNICATIONS AND INFORMATION ADMINISTRATION. Disponível em: <http://www.ntia.doc.gov/> Acesso em: 10 de Jun. 2008.

NEGROPONTE, N. **A vida digital**. São Paulo, Companhia das Letras, 1995.

PACKER, R.; JORDAN, K. **Multimedia: from wagner to virtual reality**. New York: Norton & Company, 2001.

PARENTE, A. **Imagem Máquina: a era das tecnologias do virtual**. São Paulo: Editora 34, 1993.

SHANNON, C.E. A mathematical theory of communication. **Bell System Technical Journal**, vol. 27, p. 379-423, 623-656, July, October, 1948.

WIENER, N. **Cybernetics: or control and communication in the animal and the machine**. 2 ed. Cambridge, MA: The MIT Press, 2000.

_____. **The human use of human beings: cybernetics and society**. Cambridge, MA: Da Capo Press, 1988.

WILSON, S. **Information arts: intersections of art, science and technology**. Cambridge, MA: The MIT Press, 2002.

Dados sobre Internet: <http://www.internetworldstats.com/>. Acesso em 14 de Mar.2011.