

MODESTA PROPOSTA: A MÁQUINA DA TURING COMO FUNDAMENTO TEÓRICO DA CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO

Luís Carlos Silva Eiras

RESUMO

Quem passa pela Ciência da Informação vê um desolamento teórico. A interdisciplinaridade, que poderia dar a Ciência da Informação um extraordinário vigor de atuação, atira-a num diversionismo teórico: mais do que qualquer outra ciência, ninguém sabe onde começa e termina a disciplina. A solução é a máquina de Turing, uma máquina capaz de dar à Ciência da Informação o rigor teórico, a devida utilidade e o reconhecimento social tornando-a útil em todas as áreas do conhecimento. A máquina é capaz de resolver qualquer problema que pode ser resolvido. Mas o desafio da Ciência da Informação é que existem muitos problemas que não podem ser resolvidos. Outros que ainda não podem ser resolvidos. E outros mais que não se sabe se têm solução.

Palavras-chave: máquina de Turing, algoritmo, Ciência da Informação, conhecimento.

ABSTRACT

Who passes for the Information Science sees a theoretical desert. The connections with other disciplines, that could give the Science Information an extraordinary vigor of performance, goes in a theoretical chaos: plus than any other science, nobody knows where it begins and it finishes the discipline. The solution is the Turing's machine, a machine able to give to the Information Science the theoretical rigidity, the due usefulness and the social recognition turning it useful in all the areas of the knowledge. The machine is able to solve any problem that can be solved. But the challenge of the Information Science is that many problems that cannot be resolved exist. Others that cannot still be resolved. And other more than it is not known they are had solution.

Key-words: Turing's machine; algorithm; Information Science, Information; knowledge

A falta que ela faz

Quem passa pela Ciência da Informação vê um desolamento teórico. A interdisciplinaridade, que poderia dar a Ciência da Informação um extraordinário vigor de atuação, atira-a num diversionismo teórico, numa confusão de focos, na perda ou duplicação de esforços e na desagregação de interesses, onde a única unanimidade é a falta de uma base teórica consistente. Ainda, mais do que qualquer outra ciência, ninguém sequer sabe onde começa e termina a disciplina.

Japiassu¹, depois de louvar a interdisciplinaridade, diz que ela se divide em **multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade linear ou cruzada, interdisciplinaridade estrutural e transdisciplinaridade**, o que talvez fosse cruel exigir como se dá essas divisões na prática, mas que não deixa de ter um certo humor kafkiano².

Em pesquisa³ feita com outros autores⁴ foram encontradas 30 (!) disciplinas que se relacionam com a Ciência da Informação: **Administração, Arquivologia, Artes gráficas, Automação, Biblioteconomia, Ciência cognitiva, Ciência da computação, Computação, Comunicação, Direito, Documentação, Economia, Educação, Eletrônica, Epistemologia, Estatística, Filosofia, Infomática, Inteligência Artificial, Lingüística, Lógica, Matemática, Museologia, Política, Psicolingüística, Psicologia, Sócio lingüística, Sociologia, Telecomunicações, Teoria da informação e Terminologia**. Felizmente, a pesquisa limitou-se a onze autores, o que impediu que fossem citados todos os verbetes da Enciclopédia Britânica.

A Ciência da Informação precisa de uma única solução que acabe com o diversionismo teórico, com a confusão de focos, que impeça que os problemas de citações indevidas aconteçam como em muitas outras áreas⁵, que dê à disciplina a devida utilidade e reconhecimento social, ao mesmo tempo que não impeça sua utilização por todas as áreas do conhecimento.

Essa solução é a máquina de Turing.

Uma máquina soluciona uma crise

A partir do século XIX a lógica sofreu vários processos de formalização simbólica, cuja finalidade era evitar os sofismas e falácias da lógica de predicados. Esses problemas eram conhecidos desde Aristóteles e, para evitá-los, a lógica foi dividida em **indutiva** e **dedutiva**, o que apenas aumentava os problemas.

Por exemplo, um dos argumentos mais conhecidos da lógica de predicados é:

**Todos os homens são mortais,
Sócrates é um homem,
Portanto, Sócrates é mortal.**

Entretanto, é possível igualmente deduzir que

**Todos os homens têm duas pernas,
Todas as aves têm duas pernas,
Portanto, todos os homens são aves.**

A formalização, ao substituir os enunciados e as conclusões por letras (A,B,C etc.) e as conexões lógicas por diagramas, tabelas e símbolos ($>$, $<$, $=$, $+$, $-$, \supset , \subset , \neq etc.), tenta evitar as falácias e sofismas dos silogismos⁶.

As propostas de Charles Boole⁷ (álgebra lógica, 1847, 1854) e John Venn (teoria dos conjuntos, 1880) entre outras, além do trabalho de divulgação feita por Lewis Carroll⁸, fundaram a lógica simbólica.

A revitalização que se seguiu foi tão grande que Bertrand Russell⁹ e Alfred North Whitehead propuseram, em **Principia Mathematica** (1910-1913), a substituição de toda matemática pela lógica simbólica tendo como base a teoria dos conjuntos de Venn.

Entretanto, em 1931, Kurt Gödel¹⁰ provou que, como a teoria dos conjuntos tinha uma contradição insolúvel¹¹, nenhuma demonstração lógica possui em si provas de sua consistência. A solução seria criar uma prova em separado para provar sua consistência, mas essa nova prova exigiria outra prova, que exigiria outra prova numa sucessão infinita. Assim, por mais axiomas que se junte a uma demonstração sempre haverá teoremas verdadeiros que nunca poderão ser provados.

A máquina de Turing surgiu para resolver essa crise da lógica.

O algoritmo genérico

Em 1936, Alan Turing propôs em "Sobre os números computáveis"¹² a solução para a crise da lógica provocada pelo teorema de Gödel. Se, em qualquer sistema lógico, haverá sempre proposições que não podem ser provadas nem refutadas com base nos axiomas sobre os quais esse sistema se baseia, então, em direção oposta, é possível se fazer uma máquina teórica que, sobre certas condições, é capaz de resolver qualquer problema **que pode ser resolvido**.

Uma máquina de Turing pode ser assim descrita: uma **fita móvel e infinita**, isto é, do tamanho do problema a ser resolvido, dividida em células, onde são escritos, um a um, os dados do problema e as ligações lógicas entre eles; um **dispositivo de leitura** capaz de mover a fita, ler o que está escrito e enviar para uma **tabela de decisão**, que é capaz de resolver as ligações lógicas dos dados; o mesmo **dispositivo de leitura** é capaz também de ler o resultado na **tabela de decisão** e **escrever** de volta o resultado sobre a fita.

A máquina de teórica de Turing é, assim, um algoritmo genérico. **O que pode ser feito efetivamente pode ser feito por uma máquina de Turing**¹³.

Em 1945, John von Neumann¹⁴ fez alterações na máquina de Turing para torná-la mais prática dividindo-a em **dispositivo de entrada** de dados, uma **memória** para guardar os dados e instruções, um **dispositivo de**

processamento, um **sistema operacional** capaz de gerenciar todo o processo e **dispositivo de saída** de dados.

A arquitetura von Neumann se tornou, a partir daí, padrão para todos computadores e sistemas de informações.

As informações que a máquina de Turing já resolve

Abaixo, são descritos alguns problemas de informação já resolvidos pela máquina de Turing, sem que isso signifique que as soluções encontradas tenham atingido todas suas possibilidades.

1 – Criptografia.

Quatro anos depois ter solucionado um impasse teórico, a máquina de Turing fez, a partir de 1940, sua primeira aplicação prática ao decodificar os códigos secretos dos nazistas gerados pelas máquinas Enigma. Supervisionadas pelo próprio Alan Turing, as diversas máquinas utilizadas para decifrar os códigos alemães – entre elas, o Colossus¹⁵, o primeiro computador, em funcionamento a partir de 1943 - teriam encurtado a guerra em dois anos e, assim, milhares de vidas humanas foram salvas. Dentro desse feito notável, está a localização do **Bismarck**, possibilitando seu afundamento pela aviação e marinha inglesas. A criptografia faz parte hoje do cotidiano de qualquer pessoa que tenha acesso às redes de computadores.

2 – O cálculo, contabilidade e bancos de dados.

A partir de 1946, os computadores passaram a fazer cálculos de aplicações militares. A calculadora ENIAC, muitas vezes citada erradamente como sendo o primeiro computador, passou a fazer cálculos de balística a partir de 15 de fevereiro desse ano. Com as linguagens Fortran (1956) e Cobol (1960) a máquina de Turing ganhou uma maioria funcional para cálculos matemáticos, contáveis e acesso a bancos de dados, cujas soluções foram adotadas por todas as grandes empresas, centros de pesquisas e governos.

3 – Os jogos.

Os jogos, sobretudo xadrez, sempre fizeram parte das teorias das máquinas de solução automática, sendo que o primeiro programa de xadrez para máquinas foi escrito por Alan Turing em 1948. Com a derrota do campeão mundial Kasparov pelo programa Deep Blues¹⁶, em 5 de novembro de 1997, ficou marcada uma nova etapa no relacionamento homem-máquina. E, a partir dos anos 1990, os videogames se transformaram numa nova forma de literatura¹⁷, com a interatividade se juntando aos jogos de ação e enredos complexos – ainda que sofram preconceitos dos desavisados.

4 – O processamento em tempo real.

Em 20 de abril de 1951 foi feita a primeira experiência do projeto SAGE da Força Aérea dos Estados Unidos, quando foi possível calcular em tempo real a

distância entre vários aviões. Muitas tinham sido as inovações: computadores foram ligados entre si por linha telefônica, o computador principal processava as informações vindas de outros computadores em pequenos lotes e em rodízio em "tempo compartilhado" e, pela primeira vez um dispositivo não humano era utilizado para processar informações e decidir sobre a resposta apropriada, em tempo real e em um ambiente cambiante¹⁸. Hoje uma aplicação comum para quem tem, por exemplo, conta em bancos.

5 – A multimídia.

A partir dos anos 1990, os computadores passaram a processar textos, imagens, sons num sistema de navegação interativa tornando possível o surgimento de muitas aplicações como jogos, enciclopédias, obras de referências, dicionários, filmes e aulas.

6 – A internet e a web.

No final dos anos 1960, com o protocolo TCP/IP tornou-se possível a interligação a baixo custo entre quaisquer modelos de computadores. No início dos 1970, graças ao trabalho de Ray Tomlinson surge o mais popular uso da internet: o e-mail. Mas é a partir de 1991 é que a internet começa a se transformar num veículo de comunicação mundial devido a trabalho de Tim Berners-Lee, que criou o servidor para transmitir dados (HTTP), a padronização nos textos, imagens e sons a serem transmitidos (HTML), um sistema que deu endereços aos arquivos (URL)¹⁹ e o Mosaic, o primeiro programa capaz de ver as páginas na internet.

7 – Linguagem falada.

Com o aumento da capacidade dos processadores, a partir dos anos 1980 para computadores de grande porte e, a partir do final dos anos 1990, para microcomputadores, tornou-se possível o processamento da linguagem falada para acionar comandos, escrever a partir da voz ou reproduzir pela fala textos escritos.

8 – Inteligência artificial.

A partir dos anos 1990 muitos produtos substituíram as matérias teóricas. O scanner que reconhece letras, impressões digitais ou faces, o sistema operacional que analisa o computador antes de ser instalado, a rede de celular que encontra o número discado, o computador que se conserta sozinho, o programa que faz diagnóstico a partir de dados de um exame médico e outro que escreve conforme a voz do usuário são algumas das aplicações que já foram teorias da inteligência artificial.

9 – Administração.

Agendas, planilhas, calculadoras, editores de texto, gráficos e apresentações e gerenciadores de projetos são alguns dos produtos de informação que auxiliam a administração dos recursos tanto das empresas quanto da vida pessoal.

As vantagens da máquina de Turing para a Ciência da Informação

Caso a Ciência da Informação venha adotar a máquina de Turing como sua base teórica, muitos serão os benefícios:

- 1 – De imediato, os problemas serão divididos em problemas computáveis e não-computáveis. E estes passarão a ser analisados se são realmente não-computáveis no sentido lógico ou se ainda o são, no momento, por falta de recursos científicos, administrativos, humanos ou tecnológicos.
- 2 – Desapareceriam por completo os lamentos teóricos apontados no início deste trabalho e a Ciência da Informação poderia avançar sobre bases sólidas para problemas concretos; seria o término das lamentações teóricas e início dos problemas reais.
- 3 – A Ciência da Informação poderia fazer uma efetiva aliança teórica com a Ciência da Computação – já que a máquina de Turing passaria a ser a base de ambas – onde as áreas de atuação ficassem bem delineadas. A Ciência da Informação ficaria com o estudo virtual das informações e a Ciência da Computação o estudo físico tendo em comum o uso e desenvolvimento de software.
- 4 – Assim, Ciência da Informação daria grande ajuda à indústria de software, considerando que o Brasil é o sétimo mercado do mundo e que teve o seguinte desempenho nos últimos anos:

Vendas em 2002	8,5 bilhões de dólares
Empresas (final de 2000)	5.400
Funcionários	158.000
Importação em 2001	1 bilhão de dólares
Exportação em 2001	100 milhões de dólares

Fonte: **Revista Exame**, Edição 785, ano 37, nº 13, 25/06/2003, p. 42.

A tabela acima contém dois escândalos: a importação de 1 bilhão de dólares e a exportação de apenas 100 milhões de dólares, considerando que o mercado mundial de software deverá saltar dos 90 bilhões de dólares de 1997 para os 900 bilhões de dólares em 2008²⁰. Qualquer porcentagem que conseguir favorecer o Brasil, será um grande feito da Ciência da Informação.

- 5 – Por fim, a Ciência da Informação teria acesso às muitas fontes de financiamento e recursos informacionais devido aos óbvios interesses do mercado mundial.

Desafios para a Ciência da Informação: o que a máquina de Turing ainda não processa

Considerando que as áreas de atuação da Ciência da Informação são produção, armazenamento, organização, disseminação, uso e recuperação de informações²¹ - **variações das etapas da arquitetura von Neumann** - e que todas as aplicações já resolvidas pela máquina de Turing podem ser melhoradas, ampliadas e melhor disseminadas, existem os seguintes problemas de informação ainda não processados pela máquina de Turing ou aguardando melhorias:

1 – O problema da parada

Existem problemas não-computáveis, isto é, não podem ser resolvidos por uma máquina de Turing, considerando os atuais conhecimentos da lógica. Um desses problemas, cuja solução será de grande utilidade caso exista, é o problema da parada. Programas de computadores, quando mal definidos, podem ser processados sem fim, isto é, só serão interrompidos por uma ação externa²².

O problema da parada é que é impossível se fazer um segundo programa, que seja capaz de dizer se determinado programa é capaz de ter um fim ou não. Esse segundo programa, se existisse, seria de grande utilidade para programadores e empresas de software, mas tal problema é não-computável.

2 – Os sete grandes

Existem hoje sete grandes problemas não resolvidos de informação matemática, portanto, não-computáveis, a saber: a hipótese de Reimann, a conjectura Poincaré, o problema P versus NP, a conjectura de Birche Swinnerton-Dyer, as equações de Navier-Stokes, a teoria de Yang-Mills e a conjectura de Hodge. A solução de qualquer um desses problemas pode dar ao autor a honra de transformá-lo num problema computável e um prêmio de um milhão de dólares pelo Instituto Clay²³.

Pode-se juntar aos sete grandes, a conjectura de Goldbach²⁴ – **todo número par é a soma de dois números primos** - infelizmente sem prêmio previsto.

3 – Informação por toda parte

Na medida que as redes de comunicação²⁵ – satélites, rádios, cabos, celulares – se espalham e ampliam suas capacidades, e novas interfaces físicas – notebooks e palmtops com celulares, celulares com computadores – são inventadas, a informação passa a estar em qualquer parte a qualquer momento. Surgem aí os grandes desafios da Ciência da Informação: produzir informações para diversas interfaces e enviar a mesma informação para interfaces diferentes.

Também, conforme as redes se espalham e aumentam de capacidade, é possível distribuir um problema complexo para processamento mundial²⁶ e

depois recuperar os resultados. A procura do próximo número primo, a análise dos sinais vindos do espaço, a pesquisa de remédios para certos cânceres e o projeto Genoma Humano já estão utilizando o processamento distribuído mundial.

Por outro lado, ao interligar processadores digitais, sistemas de armazenamento e software em escala mundial, a chamada **tecnologia de grade computacional** pode transformar o processamento de dados num serviço público de acesso generalizado²⁷, afirmativa que, por si só, define as oportunidades da Ciência da Informação.

4 – Ensino à distância

Apesar do enorme potencial, o Ensino à Distância, que utiliza as atuais tecnologias de informação, é um fracasso. É necessário que a Ciência da Informação analise como os cursos estão sendo feitos e transforme o enorme potencial em realidade.

5 – Aprendizado dos sistemas

Na área dos brinquedos os robôs Aibo e Furby mostram que é possível o aprendizado de máquinas. Entretanto, há um campo enorme de aplicações para programas capazes de aprender com uso como programas de busca em bancos de dados, tradutores automáticos, interfaces homem-máquina, interpretadores de imagens e texto etc. até que todas as máquinas possam passar pelo teste de Turing qualquer que seja o interrogador²⁸.

6 – Documentação e recuperação

Devido ao aumento tanto em quantidade, variedade e qualidade, é preciso que sistemas automáticos sejam capazes de classificar, arquivar e recuperar automaticamente as informações. Essa classificação (metadados) deverá servir ainda orientar os tradutores automáticos, os programas de **data mining** – isto é, programas capazes de descobrir relacionamentos não-evidentes entre os dados - e para as pesquisas bibliométricas.

E dentro da própria área de desenvolvimento de sistemas de informação é sempre necessário aperfeiçoar os sistemas do ponto de vista gerencial ou de engenharia dos programas aumentando a confiabilidade dos resultados, a pontualidade dos compromissos e a precisão dos orçamentos, bem como o reaproveitamento dos componentes em futuros programas²⁹.

7 – Futurologia

À medida que avançam os estudos sobre o comportamento dos sistemas complexos – teoria das catástrofes, teoria do caos, filogenia das redes, interpretações de padrões – a futurologia deverá sair da ficção científica e do esoterismo e se transformar num serviço cujo contrato garanta as previsões.

Referências

¹JAPIASSU, H. **A interdisciplinaridade: algumas conclusões**. Notas de aulas do Curso de Epistemologia. PUCRJ-Rio de Janeiro, s/d.

²"**Esqueci de lhe perguntar primeiro que tipo de libertação deseja. Existem três possibilidades, ou seja, a absolvição real, a absolvição aparente e o processo arrastado.**" KAFKA, F., **O processo**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1988. p. 164.

³**Interdisciplinaridade e a construção de conhecimento na BCI**. Grupo: Ana Paula, Célia Regina, Heloísa, Márcia Gorett, Margareth, Tacyna. Trabalho apresentado na disciplina Pesquisa em CI, professora Marlene Oliveira, em 30/06/2003.

⁴BORKO, H., BRAGA, G. M., CARDOSO, A. M. P., DIAS, E. W. , GOMES, H. F., HJORLAND, B., INGWERSEN, P., LE COADIC, Y-F. , ORRICO, E. G. D. , PINHEIRO, L. V. R. e SARACEVIC, T.

⁵SOKAL, A. e BRICMONT, J. **Imposturas Intelectuais (O abuso da Ciência pelos filósofos pós-modernos)** São Paulo: Editora Record, 1999. 316 p.

⁶No caso do silogismo acima basta um simples diagrama de Venn para mostrar que homens e aves têm coisas em comum, no caso as pernas, mas possuem muitas outras características diferentes, logo não são iguais:



⁷BOOLE, **Análise matemática da lógica**, 1847. **Investigação das leis do pensamento**, 1854. A álgebra de booleana, sobretudo os operadores lógicos E, OU e NÃO, sempre foi utilizada nos programas de busca e pesquisa das bibliotecas digitais.

⁸CARROLL, L. **Symbolic Logic**. 199 p. **Game of Logic**. 96 p. New York: Dover Publications. 1958.

⁹RUSSELL, B. **The principles of mathematics**. Londres: Routledge. 1992. 534 p.

¹⁰GÖDEL, K . **Sobre sentencias formalmente indecidibles de Principia Mathematica y sistemas afines**. In **Obras completas**. Madri: Alianza Universidad, 1981. 430 p.

¹¹Referente à classe de todas as classes que não são membros de si mesmas. Um exemplo mais simples: uma enciclopédia tem um volume que é apenas índice; este volume pertence ao conjunto "enciclopédia" por ser índice dos verbetes, mas não pertence por ser apenas índice.

¹²TURING, A. **On the computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem**. In: <http://www.turingarchive.org/browse.php/B/12>

¹³BERLINSKI, D. **O advento do algoritmo**. São Paulo: Editora Globo, 2000. 420 p.

¹⁴NEUMANN, J. von, **First draft of a report on the EDVAC**. University of Pennsylvania, 30/06/45.

¹⁵SINGH, S. **O livro dos códigos**. Rio de Janeiro: Editora Record, 2001. 446 p.

¹⁶<http://www.research.ibm.com/deepblue/home/html/b.html>

¹⁷MURRAY, J. H. **Hamlet on the holodeck. The future of narrative in cyberspace.** New York: The Free Press. 1997. 324 p.

¹⁸BRETON, P., **História da informática.** São Paulo: Editora Unesp, 1991, 59-61.

¹⁹HyperText Transport Protocol, HyperText Markup Language, Uniform Resource Locator.

²⁰Revista Exame, 22/04/2003.

²¹**Interdisciplinaridade e a construção de conhecimento na BCI.** Grupo: Ana Paula, Célia Regina, Heloísa, Márcia Gorett, Margareth, Tacyna. Trabalho apresentado na disciplina Pesquisa em CI, professora Marlene Oliveira, em 30/06/2003.

²²Nos microcomputadores são muito utilizadas as teclas Esc , Alt + Control + Del ou a tecla de boot para interromper programas sem fim.

²³http://www.claymath.org/Millennium_Prize_Problems/. **Sete desafios de um milhão de dólares.** Folha de São Paulo, Caderno Mais!, 09/07/2000, p. 14-15.

²⁴Também está fora da disputa o mais famoso problema da matemática – o último teorema de Fermat. Depois de 350 anos, em 1995, foi demonstrado que a equação $x^n + y^n = z^n$ para $n > 2$ e x, y e $z \neq 0$ não é computável para números inteiros. SINGH, S., **O último teorema de Fermat.** Rio de Janeiro: Editora Record, 1997.

²⁵LU, C. **Largura de banda.** São Paulo: Editora Berkeley, 1999. 194 p.

²⁶ANDERSON, D. P. e KUBIATOWICZ, J. **Um computador de abrangência mundial.** São Paulo: Scientific American Brasil, Setembro, 2002. p. 54-61.

²⁷FOSTER, I. **A grade: computação por toda parte.** São Paulo: Scientific American Brasil, Maio, 2003, 78-85.

²⁸TURING, A. **Computadores e Inteligência.** In: EPSTEIN, I. (org) **Cibernética e Comunicação.** São Paulo: Cultrix. 1973. p. 45-82.

²⁹Conjunto de providências para uma organização produtora de software conhecida por CMM (Capability Maturity Model - Modelo de Capacitação de Maturidade) proposto pela SEI (Software Engineering Institute) da Universidade Carnegie Mellon em Pittsburgh, Filadélfia.

Bibliografia

As linguagens do computador. In: Entenda o computador. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1988.

CASTI, J. L. **The Cambridge quintet.** Massachusetts: Helix Books, 1998.

DAVIS, J. P. e HERSH, R., **O sonho de Descartes.** Rio de Janeiro: Editora Francisco Alves, 1988.

DEWDNEY, A.H. **20.000 léguas matemáticas**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2000..

DORIA, F. A. **A máquina e seu avesso**. Rio de Janeiro: Francisco Alves Editora, 1987.

EIGEN, M. e WINKLER, R., **O Jogo, As leis naturais que regulam o acaso**. Lisboa: Gradiva, 1989.

GONICK, L. **Introdução ilustrada à computação**. São Paulo: Editora Harbra Ltda., 1984.

HILLIS, D. **O padrão gravado na pedra**. Rio de Janeiro: Editora Rocco, 2000.

HODGES, A. **Alan Turing, the enigma**. Nova York: Simon & Shuster, Inc., 1983.

KENENY, J. G. **O homem visto como máquina**. In: Computadores e computação. São Paulo: Editora Perspectiva, 1977.

Micro computador, Curso Básico, volume 2. Rio de Janeiro: Editora Rio Gráfica, 1984.

ROWLEY, J. **A biblioteca digital**. Brasília: Briquet de Lemos Livros, 2002.

STRATHERN, P. **Turing e o computador**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2000.

The global translation boom. New York: Wired, May, 2000.

VALENTE, J. A. e VALENTE, A. B. **Logo, conceitos, aplicações e projetos**. São Paulo: McGraw-Hill.

WANG, H. **Jogos, lógica e computadores**. In: **Computadores e Computação**. São Paulo: Editora Perspectiva. 1977.