



<http://www.ufrgs.br/limc>

Comunicação e Inteligência Artificial: *interagindo com a robô de conversação Cybelle*

Alex Primo¹

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
alex.primo@terra.com.br

Luciano Roth Coelho²

luca@interbots.com.br

Resumo: "Pode uma máquina pensar?" Essa é uma questão que desafia a ciência há muito tempo. O Teste de Turing é um dos métodos mais conhecidos em Informática para responder a essa pergunta. Mas será ele pertinente? Pretende-se aqui fazer uma crítica, a partir da Comunicação, das perspectivas utilizadas frequentemente pela Inteligência Artificial, a saber: Teoria da Informação e Behaviorismo. Além disso, faz-se um discussão a respeito do potencial interativo de Cybelle (<http://www.cybelle.com.br> ou <http://cybelle.cjb.net>) a primeira robô de conversação brasileira na Web.

Ao fazer citações deste artigo, utilize esta referência bibliográfica:

PRIMO, Alex; COELHO, Luciano Roth. Comunicação e inteligência artificial: interagindo com a robô de conversação Cybelle. In: MOTTA, L. G. M. et al. (Eds.). **Estratégias e culturas da comunicação ed. Brasília.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2002. p. 83-106.

1 . Vôo de reconhecimento

Ao sobrevoar-se o local da Inteligência Artificial (IA), pode-se observar um terreno instável, entrecortado por diversas disciplinas (neurociência, informática, linguística, psicologia, filosofia, entre outras), que, ao mesmo tempo que buscam uma contribuição interdisciplinar, se chocam em velhas certezas paradigmáticas, características das comunidades que representam. A partir desse cenário, pode-se logo concluir a fertilidade dos temas aí semeados e a necessidade por novos e constantes insumos que permitam às idéias que aí florescem acompanharem as variações do ambiente em questão.

¹ Professor de Comunicação (Fabico/PPGCOM//UFRGS), doutor em Informática na Educação (PGIE/UFRGS), mestre em Jornalismo pela Ball State University; coordenador do Laboratório de Interação Mediada por Computador (PPGCOM/UFRGS).

² Programador, bacharel em Informática (UCPel).

Mas, mesmo o observador mais descuidado de pronto percebe que os debates que aí se travam estão longe de chegar a qualquer consenso. Os produtos dos projetos experimentais de alta tecnologia mal chegam a deslumbrar os olhos do grande público, já provocam o ceticismo dos críticos da IA. E, às evidências apresentadas por defensores e críticos da real potencialidade da Inteligência Artificial, somam-se paixões ensandecidas que às vezes se parecem (em intensidade e emoção) com discussões entre torcedores fanáticos por times rivais de futebol.

E, com certa frequência, pesquisadores de alguma popularidade perigosamente se rendem ao fácil alento de que não se deve jamais duvidar da tecnologia e nem mesmo de sua capacidade redentora. Pierre Lévy, em uma grande conferência na PUC/RS no ano de 2000, comentava que pelo rápido progresso da tecnologia hoje está cada vez mais difícil escrever ficção científica. E, para tentar calar temporariamente aqueles que se levantaram contra seu exacerbado otimismo, acrescentou que se há cem anos não se podia imaginar o estágio tecnológico desta virada de milênio, então não se deve duvidar do que pode vir a acontecer tecnologicamente nos próximos séculos.

Trata-se de um argumento (o de não duvidar da tecnologia) fácil para legitimar mesmo a mais lunática das previsões. Porém, a verdade é que por detrás de robôs que já ensaiam passos (e conseguem com muito custo desviar de pequenos objetos brilhosos em seu trajeto) e de robôs que simulam a fala, os reveses e as dificuldades enfrentadas pela Robótica e Inteligência Artificial não encontram soluções fáceis. Pode-se dizer que muitas vezes tais dificuldades mais parecem barreiras gigantescas, cujas alternativas de ultrapassagem normalmente levam a novas barreiras ou desfiladeiros.

Pois é sobre algumas dessas dificuldades que este trabalho se ocupa. Em verdade, já se faz necessária uma maior atenção à Inteligência Artificial por parte dos pesquisadores de Comunicação. Depois de grande dedicação ao estudo da comunicação de massa, existe hoje uma renovada demanda por pesquisas sobre comunicação interpessoal (que parecia estar como que “fora de moda”), tendo em vista que o ramo da Inteligência Artificial dedicada ao estudo da “linguagem natural” trabalha basicamente com simulação de diálogos.

Como linguagem e interação são objetos de estudo da Comunicação, os robôs que simulam diálogos (*chatterbots*) nos interessam particularmente. Dessa forma, quer-se aqui colocar em discussão esses simuladores e os grandes temas que trazem para o debate. Além disso, este artigo pretende apresentar o projeto da primeira robô de conversação da Web Brasileira: Cybelle (uma abreviatura para “Cyber Belle”), que pode ser visitada em <http://cybelle.cjb.net> ou <http://www.cybelle.com.br>. A partir dessa experiência pioneira, criada pelos autores deste trabalho, Alex Primo e Luciano Coelho, pretende-se fazer uma argumentação crítica da Inteligência Artificial.

Mas, enfim, o que são *chatterbots*? A palavra “robô” teve origem na peça “R.U.R.” de Karel Capek, escrita em 1921. A sigla era uma abreviatura para “*Rossum’s Universal Robots*”, onde *robota* quer dizer em tcheco “trabalho”. *Bot* é uma simplificação da palavra *robot*. Para Simon Laven (<http://www.toptown.com/hp/sjlaven/>) um *chatterbot* é um programa com o objetivo

de simular conversação, com o intuito de, pelo menos temporariamente, enganar um ser humano pensando que está falando com outra pessoa.

A primeira experiência com robô de conversação não é recente. Desenvolvida entre 1964 e 1966 no MIT por Joseph Weizenbaum, Eliza é um dos programas de Inteligência Artificial mais antigo e mais conhecido no mundo. Pode-se também dizer que é um dos programas mais estudados na história da informática. O objetivo deste pequeno programa, de apenas 204 linhas de código, é simular uma conversação entre uma psicóloga de estilo rogeriano e seu paciente (sendo assim, normalmente responde às perguntas com outras perguntas). Eliza é bastante compreensiva com seu paciente, mas não lembra de nada que foi dito na interação. Por outro lado, mesmo sendo uma implementação pioneira, Eliza tem uma das personalidades mais bem definidas entre os robôs de conversação, apesar de sua simplicidade.

Pode-se encontrar em Hutchens (1996) que programas como Eliza e outros baseados em seu modelo tem eficácia em seu objetivo pois as pessoas tendem a ler muito mais significado nas curtas respostas dos *chatterbots* do que realmente está lá. Isto é, há uma tendência em ludibriar-se com a simulação, a ler estrutura no caos e a ser bastante tolerante com evasivas. Sabe-se que mesmo Weizenbaum se espantou com a reação positiva do público com Eliza. Em 1976, ele destacou três fenômenos principais que lhe chamaram a atenção:

muitos psiquiatras praticantes acreditaram que Eliza poderia ser desenvolvida até um sistema quase totalmente automatizado de psicoterapia;

os usuários se envolviam muito rapidamente com o programa. A secretária de Weizenbaum, inclusive, pediu para ficar sozinha com Eliza;

algumas pessoas acreditaram que o programa demonstrava uma solução geral para o problema computacional de compreensão.

Mas, se até há pouco tempo robôs que “falam” povoavam apenas os filmes de ficção científica e podiam ser testados apenas por pessoas ligadas à informática, hoje estão acessíveis via Web a qualquer internauta (ver uma listagem de bots em <http://www.botspot.com>).

Já o ano de 2001 começou com a grande mídia referindo-se, com alguma insistência, ao filme “2001 - Uma odisséia no espaço”, onde o robô HAL (um programa que falava) se rebela com a tripulação de uma nave espacial. Mas, se a questão “pode uma máquina pensar?” se populariza com esse filme, ela na verdade foi lançada em 1950 pelo matemático inglês Alan Turing, de grande importância para o desenvolvimento da informática. No seu trabalho, *Computing, Machinery and Intelligence*, ele propõe um teste que chamou de **Jogo da Imitação** para responder àquela pergunta.

O **Teste de Turing** (como ficou conhecido) envolveria um sujeito interrogador que se comunicaria com outros dois sujeitos através de um terminal de computador. Ele sabe que um dos sujeitos é uma pessoa e outro um programa. Sua tarefa é determinar quem é quem. O programa deve tentar enganar o interrogador levando-o a fazer a identificação errada. A pergunta que deveria se fazer sobre a possibilidade de inteligência de um programa de computador, então, deveria ser: “na

média, depois de n minutos ou m perguntas, a probabilidade do interrogador em identificar corretamente os sujeitos não é significativamente maior que 50 por cento?”.

O teste de Turing, mesmo tendo sido proposto em 1950, só foi ter uma aplicação formal 45 anos depois na competição promovida por Hugh Loebner. O primeiro concurso de Loebner foi realizado em 8 de novembro de 1991, no Boston's Computer Museum, e desde então confere prêmios anualmente aos melhores chatterbots.

Mas será o Teste de Turing adequado e a melhor definição para o pensar? Voltaremos a essa questão mais tarde.

2. Cybelle – experiência brasileira pioneira na Web

Cybelle, a primeira *chatterbot* na Web a falar português, simula um diálogo com internautas a partir de uma estrutura semelhante àquela de Eliza. Na verdade, esta *chatterbot* é composta basicamente por duas partes: o mecanismo e o “conhecimento”. O mecanismo (*engine*) é um programa CGI que analisa os *inputs* do internauta. A relação entre mecanismo e conhecimento se rege por uma lógica estímulo-resposta. Isto é, o *input* do internauta é analisado, buscando-se por estímulos previstos ou suas combinações. A análise obedece a critérios de relevância, associando respostas mais específicas a estímulos sobre temas mais específicos (sendo assim, assuntos como “esporte” e “futebol” exigem respostas diferenciadas). Muitas são as circunstâncias em que para um mesmo estímulo existem mais de uma resposta prevista, possibilitando o sorteio entre essas alternativas, evitando que a robô se repita se o mesmo tópico for abordado mais de uma vez. Se porventura o internauta escrever algo que a robô não possa responder adequadamente, uma mensagem padrão é sorteada (muitas vezes trata-se de uma evasiva, convite para discutir outro assunto, uma mensagem irônica ou uma menção a uma história ficcional da qual Cybelle participa).

Existem outras características que qualificam o desempenho da *chatterbot*. A interface gráfica do *site* apresenta uma ilustração sensual de Cybelle que pode ser manipulada e um arquivo de áudio com a “voz” da robô que diz: “Oi! Meu nome é Cybelle. Eu preciso muito de sua ajuda”. Isso faz com que muitos internautas conversem sobre sua “aparência” ou sobre sua condição de robô, já que ela demonstra em suas respostas uma certa “depressão” por estar “consciente” de suas limitações e considerar um cárcere seu código e o computador

Ainda que Cybelle possa se dirigir ao internauta pelo nome e usar trechos das perguntas em suas respostas, ela não “lembra” qual foi a pergunta anterior e não tem **autonomia** para criar e inventar suas próprias respostas e histórias. Desse modo, ela pode se repetir e oferecer respostas descontextualizadas. Para minimizar isso, que prejudica a simulação, várias são as respostas que não são específicas, ainda que tratem do tema proposto; muitas vezes ela responde com uma pergunta, ou convida o internauta a conversar sobre um assunto que ela possui cadastrado; ou a robô lamenta sua condição de robô e pede ajuda ao visitante.

Na verdade, as dificuldades encontradas por chatterbots e que os levam a falar coisas sem sentido é que para seu funcionamento S-R eles utilizam-se de uma lógica que dispensa o **compreender**. Conforme Lévy (1998), todas as atividades de

construção e exploração de modelos mentais que se dão no raciocínio espontâneo é trocado pela execução de regras formais sobre proposições. A partir disso pode-se lembrar do trocadilho de computadores “estúpidos mas perfeitamente lógicos”. Para ilustrar o caráter artificial de tal lógica aquele autor recorre a um exemplo de Anderson:

“Se nevar amanhã, iremos esquiar”

“Se formos esquiar ficaremos contentes”

“Nós não ficaremos contentes”

Segundo essas proposições, pode-se deduzir a partir de (2) e (3) uma quarta proposição: “Nós não iremos esquiar”. Finalmente, a partir de (1) e (4) pode-se deduzir (5): “Não nevará amanhã”. O raciocínio lógico é correto, mas não se pode defender com segurança as deduções retiradas. Podem haver muitas outras razões para que o descontentamento ocorra além de uma possível falta de neve. Isto é, muitos são os modelos mentais que podem ser construídos a partir da terceira proposição. Porém, o logicismo apresentado se reduz a (4) e (5), já que se resume às premissas explícitas. Já o raciocínio espontâneo recorre a todos conhecimentos que tem sobre a situação. Assim, extrapola as premissas explícitas relacionando um conjunto de conhecimentos muito mais vasto.

Mesmo Lévy (1990), um otimista confesso, sugere que a lógica é uma tecnologia intelectual datada, que é baseada na escrita e não no pensamento natural. De fato, a maioria dos raciocínios humanos não se utiliza de formalismos lógicos e regras de dedução. Reside nisso a impossibilidade da Inteligência Artificial baseada na lógica formal de chegar a uma simulação profunda da inteligência humana. O que a Inteligência Artificial pôde produzir é uma nova tecnologia intelectual, como os *sistemas especialistas*, e não uma réplica do pensamento humano.

A questão da **autonomia** também é grande importância para os estudos de Inteligência Artificial. Na verdade, muitos são os programas cujos desenvolvedores alegam serem autônomos. Porém, nesses casos “autonomia” pode não passar de um argumento de venda. Baseando-se em Maturana e Varela (1997), pode-se afirmar que a autonomia apresenta uma complexidade muito maior do que supõe grande parte dos programadores em informática. Para tanto, vale acompanhar, ainda que brevemente, a diferenciação que os autores fazem entre máquinas autopoéticas, que apresentam auto-criação (como os seres humanos), das alopoiéticas.

As máquinas **autopoéticas** são autônomas, em contraposição às **máquinas alopoiéticas**, como o automóvel. As primeiras (por exemplo, o homem) apresentam autonomia pois tem todas as suas mudanças subordinadas a conservação de sua própria conservação organizacional (independente da profundidade das transformações). Já as máquinas alopoiéticas não são autônomas pois as mudanças que sofrem em seu funcionamento subordinam-se à produção de algo diferente delas mesmas.

Enquanto as operações das máquinas autopoéticas estabelecem os próprios limites de sua unidade no processo de autopoiese, nas máquinas alopoiéticas seus limites são determinados pelo observador, que “especificando as superfícies de entrada e de saída, determina o que é pertinente a seu funcionamento” (p. 73). Nas máquinas autopoéticas a criação das próprias fronteiras define o sistema como uma

unidade e especifica o domínio das operações da rede. Por outro lado, as fronteiras das máquinas alopoiéticas são determinadas por fatores independentes.

Ora, se o desempenho de um *chatterbot* (uma máquina alopoiética) depende do que seu código determina, isto é, do que seu programador permite e limita, como pode-se supor que ele seja autônomo? Na verdade, muitos debates sobre Inteligência Artificial contaminam-se de metáforas por demais otimistas e imprecisas gerando fantasias que passam a ser vistas como reproduções perfeitas do comportamento humano. Questões como autonomia e aprendizado são alguns conceitos tratados de forma superficial por pesquisadores de I.A. e que estão sempre presentes em tais discussões.

Na verdade, os desenvolvedores de Cybelle já receberam um bom número de e-mails arguindo porque ela não aprende sozinha. Antes de se discutir a questão do aprendizado humano, e assumindo inicialmente o que a informática entende por aprendizado de software, pode-se dizer que esta possibilidade não foi habilitada na *chatterbot* para se evitar uma série de problemas. Dois exemplos podem ilustrar os problemas que podem decorrer pela falta de discernimento ou compreensão da robô.

Cybelle conhece as capitais dos países e sabe falar um pouco sobre eles. Porém, como um internauta digitou o nome do país de forma equivocada, a robô não soube responder. A pessoa digitou então que a capital de tal país era “Burugundum”. Logo depois, repetiu a pergunta. Se a robô pudesse gravar novas informações automaticamente (“aprender”), daria a resposta cadastrada pelo internauta. Logo, responderia de forma equivocada, pois não tem capacidade de avaliar a veracidade da informação.

Em outro momento, um internauta escreveu algo como “João é idiota”. Quando uma pessoa que tinha esse nome começou a dialogar com Cybelle, a robô disparou: “Você é um idiota”. Isso demonstra que o mecanismo teria “aprendido” a informação, mas não tinha como contextualizar, discernir ou ponderar sobre o conteúdo “aprendido”. Nesse sentido, é preciso tomar cuidado com a informação divulgada por diversos programas que alegam aprender com o usuário. Aprender não é apenas armazenar novos *inputs* e relacioná-los por associação simples a determinados *outputs*. Essa lógica *behaviorista* reduz o processo de aprendizado a um automatismo mecânico, deixando de lado a construção ativa de significados e a dinâmica cognitiva. Se esse encaminhamento viabiliza a produção de sistemas especialistas em Inteligência Artificial, pouco pode contribuir para o estudo da cognição humana.

Para Piaget (1996), nenhum conhecimento, mesmo que através da percepção, é uma simples cópia do real. O conhecimento tampouco se encontra totalmente determinado pela mente do indivíduo. É, na verdade, o produto de uma interação entre estes dois elementos. Sendo assim, conhecer é agir sobre o real, transformando-o (em aparência ou na realidade). Percebe-se então que o conhecimento não é apenas uma acumulação mecânica de dados.

Isso nos conduz a outra questão. Se, para muitos profissionais e pesquisadores que trabalham com Inteligência Artificial, a **memória** “é condição necessária para a inteligência”, conforme relata Teixeira (1998, p. 52), ao cadastrarse, por exemplo, tudo o que Einstein escreveu, um sistema especialista poderia reagir como ele. “O sistema como um todo simula a atividade do cérebro de Einstein e

permite manter com ele uma conversa póstuma. Todas as respostas fornecidas são exatamente o que Einstein teria dito se estivesse vivo”.

Mas será que a inteligência é apenas acúmulo de informações? E, para polemizar ainda mais, se isso fosse verdade, ao cadastrarmos tudo o que escreveram Nietzsche e Heidegger em um programa, obteríamos um Foucault informático? E se acrescentássemos informações de sua família, biografias de seus amigos? Textos de revistas que leu, cartas que recebeu... será que assim asseguraríamos a criação de um Foucault automatizado?

Vale dizer ainda que a memória não é como um baú que mantém intactos e estáticos os objetos que ali se depositam. Se assim fosse, bastaria recorrer ao baú para encontrar determinado objeto-memória ali depositado, com suas características e seu lugar mantidos. Porém, o passado em nossas memórias não é uma narrativa inerte, fotografia perfeita do que já passou. O significado da memória é *recriado* no presente. Isto é, em relação a certos contextos atuais. Por outro lado, para que um robô funcione de forma estável, é preciso que seu conhecimento seja de tipo “estoque”, permitindo nenhuma ou poucas variações dinâmicas.

E, enfim, qual o estatuto de verdade que possuem nossas lembranças? Piaget (1990, p. 241) comenta que veio a descobrir aos quinze anos que uma de suas lembranças de infância mais antigas e mais vivas que tinha (uma tentativa de lhe sequestrar quando estava sendo levado para passear em um carrinho de bebê), era na verdade uma mentira que sua babá lhe tinha contado e que ele sempre teve como fato real. Tendo dito isso, pode-se perguntar como pode decidir um robô sobre o que é verdade, relevante, fantasia, etc? Mais uma vez, deve se apontar que essas conclusões quase nunca são definitivas, pois dependem, por exemplo, de contextos temporais e sociais, humores, do outro interagente, entre outros fatores.

Piaget lembra também que interesses, prazeres e tristezas, alegria do êxito e tristeza do fracasso fazem parte da atividade intelectual. Para ele, “a afetividade regula a energética da ação” (p. 266). Podemos também acrescentar que além do bem, do útil e do correto a criação humana também se move por afetos e sentimentos pouco lembrados em textos de IA, como a inveja, a raiva, a competição, a ganância, a luxúria, o ciúme e o medo. Que seria da história da humanidade (desde as conquistas territoriais até as artes) se tais fatores não existissem ou fossem irrelevantes? E como implementar isso em um robô? A resposta pode parecer simples: basta programar “tenha raiva de Fulano em tais situações”. Entretanto, mais uma vez se cai na ilusão de que se pode prever e determinar por antecedência todas as ações futuras, e que elas independem de outros fatores contextuais e da própria interação em si (quando, onde, como e com quem o encontro se dá).

Na prática a implementação de robôs não possuem tais dinâmicas. Todas as associações contidas no “cérebro” de Cybelle são, na verdade, estáticas. Quando um internauta fizer perguntas que foram previstas pela equipe de programação, as respostas de Cybelle parecerão sempre adequadas e até contextualizadas. Porém, o mecanismo não **compreende** o que está sendo dito ou sobre o que se está falando. Portanto, o diálogo parecerá “natural” e “inteligente” enquanto o internauta fizer perguntas e comentários que haviam sido previstos pela equipe de programação. Quando a previsão falhar, a robô não tem como criar de forma autônoma respostas ainda não cadastradas e nem mesmo aprender com o internauta.

Atualmente, o mecanismo e o conhecimento da robô estão sendo aperfeiçoados, o que permitirá que ela possa reconhecer o sujeito de uma frase indicado por pronomes (neste momento, a robô não sabe a quem o pronome “ele” se refere, já que não “lembra” o que foi dito antes) e, também, permaneça falando sobre um mesmo tópico enquanto desejar o internauta, sem que ele tenha que ser explícito sobre isso. Esses novos recursos permitem que a simulação seja ainda mais eficiente, qualificando a fantasia interativa criada. Com essas novas características e com a ampliação progressiva das regras e associações entre informações cadastradas, a performance de Cybelle será cada vez melhor. Pode-se especular que com essa progressão, em algum momento será difícil para um internauta reconhecer se do outro lado da linha encontra-se uma outra pessoa ou um *chatterbot*. Se isso acontecer, tal programa terá passado no teste de Turing. Porém, poderia se concluir então que esse *chatterbot* é inteligente?

Searle (1998) critica o teste de Turing, e suas conclusões contribuem sobremaneira para o debate a respeito da pretensa “inteligência” de programas como *chatterbots*. Segundo ele, a dita “manipulação de símbolos formais” não tem intencionalidade. E mais, não configurariam nem uma manipulação de símbolos, já que eles não simbolizam nada para o programa, pois possuem apenas sintaxe, mas não semântica. Dessa forma, a atividade de um *chatterbot* seria inteiramente “cega”. Para ilustrar sua crítica, Searle cria uma situação hipotética. Imagine-se uma pessoa que apenas fale português trancada em um quarto. Ele possui apenas um texto em chinês e um conjunto de regras de transformação (em português), que lhe permite operar sobre o texto em chinês, que lhe é incompreensível. Baseando-se nessas regras, ele passa a escrever seqüências de símbolos em chinês, como resposta aos textos que vai recebendo sucessivamente. Após um certo tempo, a pessoa no quarto manipula cada vez melhor as regras de transformação. Um observador do processo, analisando as páginas por ele escritas, poderia concluir que aquela pessoa *compreende* chinês. Isso seria um contra-senso para Searle. A pessoa no quarto não conhece o significado dos símbolos, e os analisa e responde de forma meramente mecânica. Logo, isso constituiria um procedimento cego de associação de signos sem significado, não uma autêntica compreensão lingüística.

O autor conclui então que o Argumento do Quarto Chinês, como essa ilustração ficou conhecida, apresenta a seguinte estrutura:

- a) programas são totalmente sintáticos;
- b) as mentes têm uma capacidade semântica;
- c) a sintaxe não é a mesma coisa que a semântica, nem é, por si só, suficiente para garantir um conteúdo semântico.

Diante dessa argumentação, Searle sugere uma tipologia a respeito de dois direcionamentos em Inteligência Artificial. A tentadora metáfora da mente como um computador, que parece ganhar cada vez mais força entre os entusiastas da IA e mesmo entre psicólogos cognitivos, propõe que o a mente é para o cérebro o mesmo que o *software* é para o *hardware*. Assim, a mente não passa de um programa do computador digital que é o cérebro. Defensores dessa perspectiva defendem então o que Searle chamou de **Inteligência Artificial Forte**. Por outro lado, os defensores da **Inteligência Artificial Fraca** entendem que o computador é uma ferramenta útil para simular a mente. Sendo assim, trata-se de uma visão mais ponderada.

Tendo feito essa apresentação e apoiando-se no Argumento do Quarto Chinês, Searle (1998, p. 37-38) dispara contra a IA Forte:

Termos conseguido fazer tanto, com um mecanismo tão limitado, é um dos feitos intelectuais mais surpreendentes do século XX. Mas, para os objetivos do momento, o ponto principal é que o mecanismo é totalmente definido em termos da manipulação de símbolos. A computação, nesta acepção, é simplesmente um conjunto sintático de operações, no sentido de que os únicos atributos dos símbolos que importam para a implementação do programa são os formais ou os sintáticos. Mas, sabemos, por experiência própria, que a mente consiste em algo mais do que a mera manipulação de símbolos formais. A mente tem conteúdos. Por exemplo, quando pensamos em inglês, as palavras inglesas que vêm às nossas mentes não são apenas símbolos formais não-interpretados. Pelo contrário, sabemos o que elas significam. Para nós, as palavras têm um significado, uma semântica. A mente não poderia ser apenas um programa de computador, já que os símbolos formais do programa de computador, tomados isoladamente, não são suficientes para garantir a presença do conteúdo semântico que ocorre na mente.

Por outro lado, devemos apontar que, como conseqüência da progressão qualitativa das simulações informáticas, um entusiasmo de pouca cautela vem criando uma utopia turva e desfocada de que muito em breve o homem terá conseguido igualar-se a Deus e criar um ciborgue a sua imagem e semelhança. Ao comparar-se a mente a um computador reduz-se o criador (homem) a sua criatura (o computador). Toma-se inicialmente o computador como metáfora, para logo a seguir igualá-lo ao cérebro real. É como após terminar uma escultura, dizer que ela é a mesma coisa que a modelo que posou para sua confecção.

3. Informação, caixa preta e interação

Depois de muitos meses de desenvolvimento contínuo, hoje Cybelle (como outros *chatterbots*) pode manter um diálogo de boa simulação. Mas, o projeto contribui principalmente para demonstrar que a mente e a comunicação humana são muito mais do que estímulo-resposta e transmissão de sinais frios. Além disso, com Cybelle os autores buscaram criticar a Inteligência Artificial Forte olhando-se de dentro, isto é, através de um projeto de IA real e de resultados no mínimo curiosos.

Com esse direcionamento, se pode detectar que grande parte dos projetos em Inteligência Artificial tem em sua base a inspiração da Teoria Matemática da Informação e do Behaviorismo. Mesmo que a Teoria da Comunicação contemporânea tenha se batido tanto contra tais orientações, o debate ainda não se encerrou. Pelo contrário, parece que um novo *round* acaba de começar. Nesse sentido, se faz hoje mais do que necessário atualizar as críticas as esses paradigmas, pois como as metáforas se tornam hoje cada vez mais sofisticadas tecnologicamente, o debate sobre o conhecimento e a comunicação humana corre mais uma vez o risco e a tentação do reducionismo simplificador.

Depois de tantos debates contra as teorias mecânicas da comunicação, estuda-se hoje como implementar a mecanização da comunicação! Isto é, o desenvolvimento de máquinas e algoritmos que permitam a um robô, por exemplo, reagir a *inputs*, através de um mecanismo binário, apresentando com velocidade *outputs* associados àquelas entradas no banco de dados (o chamado “conhecimento”

dos robôs). Como pode-se perceber, tal empreitada se alicerça na Teoria da Informação e no Behaviorismo. Quando se pensava ter tal discussão ultrapassada, ela volta renovada e com nova vestimenta tecnológica, enfeitada com animações em 3D e sintetização de voz.

Em verdade, o modelo transmissionista da Teoria da Informação de Shannon e Weaver (desenvolvido em 1949) não visava demonstrar o processo de comunicação humana e sim processos eletrônicos, tendo em vista que esses autores trabalhavam na Bell Telephone Company. O próprio Shannon afirmou em 1956 que sua teoria fora desenvolvida para a engenharia da comunicação, mas que a importância da teoria da informação havia sido elevada além de suas conquistas reais (Lebow, 1991).

Shannon estava preocupado em estudar como transmitir sinais de forma correta e eficiente, principalmente através da telefonia. Era pois uma descrição de interesse da engenharia de telecomunicações, com a intenção de maximizar a eficiência da transmissão (medida em bits por segundo) entre o emissor e o receptor, e de garantir a fidelidade da informação. Mesmo diante do fato de que a Teoria da Informação foi criada para o estudo de um tipo de comunicação muito particular – a telefônica – esse corpo teórico foi generalizado para outros contextos comunicativos. Isso se deve, inicialmente, ao último capítulo do livro “Teoria Matemática da Comunicação”, onde Weaver pretendia expandir o poder explicativo da teoria em questão para outros eventos comunicativos.

Por outro lado, Smith (1970, p.18) diz que o modelo de Shannon e Weaver não pode ser visto como um modelo de processo de comunicação humana já que ele somente descreve “a cadeia transmissora de informação nos termos de suas partes componentes estacionárias”. Isto é, o modelo proposto estuda os sinais em seu estado físico, ignorando os níveis semânticos e pragmáticos da comunicação. Eco (1991) acrescenta que a teoria da informação se preocupa basicamente com a **quantidade** de informação e não leva em conta o **conteúdo** com que lidam as unidades. Ora, tudo isso condiciona os projetos de IA, afastando-a da compreensão da mente e da comunicação humana. Contudo, a Teoria da Informação presta-se bem à implementação de produtos informáticos. Isto é, trata-se de uma teoria computável (também pudera, ela foi desenvolvida justamente para o cenário maquínico!). Mas e o que fazer de tudo aquilo que não é quantificável na comunicação e no pensamento humano? Negar sua importância já que não pode ser verificado, testado e reproduzido infinitamente com os mesmos resultados?

Sendo assim, o projeto de simular o diálogo humano a partir de uma perspectiva desenvolvida para o estudo técnico da transmissão telefônica é em sua gênese problemática e mal orientada. Claro, é um encaminhamento tentador para os programadores, já que faz uso de um linguajar familiar: bits por segundo, quantificação de informação, perda de sinal, etc. Porém, tenta-se forçar a interação humana para dentro de um molde que tem a forma de um telefone ou transmissor

Já a crítica de Sfez (1994) à visão representacionista pode servir como uma pertinente crítica a esse posicionamento frequente na Inteligência Artificial (principalmente na IA Simbólica). Para ele, a concepção representativa vislumbra uma máquina cartesiana (um sujeito emissor envia uma mensagem ao sujeito receptor através de um canal) cujo processo se parece com a trajetória de uma bola de bilhar

(cujo andamento e impacto sobre o receptor pode ser calculado). Aqui a causalidade é linear e sujeito e objeto permanecem em separado. A realidade é objetiva e universal, exterior ao sujeito. Logo, assume-se uma posição dualista cartesiana, que formula a relação entre duas substâncias diferentes (corpo/espírito, sujeito/objeto, homem/mundo). A representação é pois a única maneira de garantir a realidade do sujeito e a realidade da natureza, garantido sua coincidência.

Essa visão defende a linearidade do movimento e a conservação de sua integridade. Para a comunicação são necessários dois sujeitos que tenham o mesmo estoque lexical e sintático. É um modelo estocástico, na medida em que se comunica de forma pontual, em determinado momento e com certos objetivos. É também atomístico pois subentende dois sujeitos separados e mecanicista em função da linearidade maquina. Em função também da atomização do elementos, eles não se interpenetram. A análise dos fenômenos comunicativos é realizada de forma estrutural e seqüencial, isto é, estuda-se os momentos distintos e em separado e isola-se as variáveis que a compõem. A análise isola partes de uma experiência que na verdade se apresentam como uma totalidade. O que interessa é saber se o movimento mecânico emissor-mensagem-receptor, tipo “bola de bilhar”, atinge seus objetivos. Logo, o que vale é estudar a melhor maneira de tornar a mensagem compreensível pelo receptor, evitando os obstáculos e ruídos na linha (para que possa-se encaixar a bola de bilhar).

Sfez também lembra que a teoria matemática da informação veio reforçar a “cientificidade” do modelo. Para esse paradigma, a mensagem ainda é mais reduzida, relegada ao seu nível técnico, longe de qualquer conteúdo semântico. Importa estudar como os símbolos comunicativos podem ser transmitidos com exatidão. Assim, a mensagem é reduzida à produção de unidades discretas em sucessão. A codificação é binária e quantificada em termos da escolha entre possibilidades. Isto é, a mensagem é calculada probabilisticamente de forma estocástica, levando em conta as escolhas pontuais anteriores na seqüência. Nesse sentido quantitativo, quanto mais informação mais aumenta a entropia (medida da incerteza da organização dos elementos do sistema físico).

De acordo com o paradigma representativo, a mensagem representa o emissor junto ao receptor. O processo tem visibilidade quase total e mantém em separado os pólos ativos e passivos. Enfim, o modelo mostra “a primazia do sujeito individual e atomizado, a análise seqüencial e linear da ação, a exterioridade e a fragmentação dos elementos entre si enquanto unidades discretas, a teoria do processo de informação com emissor, canal e mensagem, a distinção entre o sintático e o semântico, entre a conotação e a denotação” (p. 47).

Tal orientação prejudica sobremaneira a visão do que é a interação humana e suas características. Isso tudo ainda fica mais complicado (ainda que com a aparência de mais “científico”) ao ser associado ao Behaviorismo.

O paradigma do estímulo-resposta (S-R) foi adotado como uma fundamentação psicológica ao modelo linear discutido acima. Vale lembrar que tanto a psicologia quanto a comunicação não gozavam na primeira metade do século XX do status de cientificidade. Por tratar de fenômenos da comunicação e da mente recebiam a crítica de poder dizer o que se quisesse pois nada se poderia provar. A Teoria Matemática da Comunicação e o Behaviorismo aproximaram a comunicação e a

psicologia dos métodos das ciências duras. Por outro lado, pagaram o preço de se afastar da espontaneidade do comportamento humano ao procurar a delimitação de leis e redução do processo sistêmico não-somativo e interdependente a relações formais, discretas, quantificáveis e previsíveis.

A tradição Behaviorista (comportamental) em psicologia defende o estudo de padrões comportamentais entre estímulos e respostas. É essa a lógica por trás de *chatterbots* como Eliza e Cybelle, pois trabalha-se através da associação de certas respostas a certos estímulos.

O Behaviorismo tem pois um forte traço determinístico, buscando prever comportamentos a partir de condições anteriores. Desse modo, desconsidera-se o poder criativo do sujeito. Na verdade, o que se passa entre um estímulo e uma resposta não interessa aos behavioristas, ou melhor, é como uma caixa preta que não se pode ver o que se passa em seu interior. O que importa é isolar os inputs e outputs e generalizar a relação entre eles. Não interessa então o que aqui se chamará de **throughput**, isto é, o que se passa entre input e output.

Além da busca de invariâncias comportamentais e da eliminação das intermediações não-observáveis (a mente como caixa-preta), Del Nero (1993) cita algumas limitações sérias ao behaviorismo. A primeira apontada se refere a um **problema quântico**. Na física clássica obtendo-se uma descrição precisa do estado de um sistema em um dado instante, pode-se definir o estado seguinte no próximo instante. Contudo, tal determinismo se esvai no nível dos quanta (nível mais elementar do mundo físico), dada a impossibilidade de descrição completa do sistema. Logo, se a descrição precisa de um sistema se mostra inalcançável, qualquer ideal determinista de relação estrita entre partes se vê comprometida.

O **problema da não-linearidade** é outra característica que inviabiliza o projeto comportamental de desconsiderar o que se passa entre os estímulos e as respostas e modelar o comportamento. Del Nero considera como linear os sistemas que têm comportamento uniforme em todas as suas regiões quantitativas. Nesses sistemas vale o princípio da superposição. Isto é, se frente a um estímulo S o efeito é igual a 2 , ao dobrar-se o estímulo ($2S$) o efeito será igual a 4 . Os sistemas não-lineares não apresentam a superposição: a soma das partes não garante o conhecimento do todo.

A tentativa behaviorista de eliminação das variáveis intermediárias entre o estímulo e a resposta poderia ter conseguido modelar o comportamento não fosse a forte possibilidade de existência de não-linearidades e eventualmente caos no processo intermediário. A modelização dos dois extremos da cadeia, isto é, do estímulo e da resposta, se ganha em observabilidade e objetividade, só pode vingar quando o sistema for linear e, ainda assim, bem comportado (p. 157).

Finalmente, esse autor cita o **problema semântico** enfrentado pela tradição comportamental. Se o positivismo busca matematizar os objetos e processos em estudo, a questão da representação traz uma nova problemática. Inicialmente, representar é entendido como re-apresentar: o mesmo conteúdo apresentado sob outra forma. Porém, a atividade cognitiva humana pode expressar objetos que não tenham ligação com o mundo físico, isto é, não tenham existência concreta. Essa instância constitui uma barreira intransponível para uma tradução radical do vocabulário mental e de suas categorias à similares físicos ou quantificáveis.

Vemos então que a inventividade e a criação não são contemplados por esse modelo. Podemos lembrar que sistemas reativos (voltaremos a eles afrente) em informática pretendem duplicar fenômenos da comunicação e da inteligência humana através da programação (isto é, da pré-determinação). Porém, essa problemática semântica apontada torna-se mais um empecilho a essa aproximação.

Ao implementar robôs para interação através da linguagem natural alicerçados nessas perspectivas reduz-se a interação à transmissão linear, mecânica e previsível que associa por programação certos outputs a determinados inputs.

Mas, mais uma vez quer-se aqui enfatizar que a questão da Inteligência Artificial não diz respeito apenas à informática. Os estudiosos da comunicação têm muito a contribuir, principalmente no que se refere à *interação*.

Encontramo-nos diante de duas posições extremas. A primeira, defendida pelo mercado e adotada pelo grande público, considera interativo praticamente tudo que demande ou apresente algum tipo de reação. A segunda, em outro pólo, não considera interativo o que é disparado por alguma predeterminação.

A primeira perspectiva, e mais comum, pouco contribui para o estudo da interação mediada por computador em ambientes educativos, já que não permite nenhuma distinção, achatando os processos em uma massa indiferenciada. Ora, e se tudo é interativo resta-nos perguntar: e o que fica de fora? Nada? Então nada mais precisa ser feito? No caso da Internet, tudo é interativo da mesma maneira? Se em todas páginas da Web o internauta seleciona/aponta/clica, todas elas são igualmente interativas?

Por outro lado, e levando em conta a segunda perspectiva, será que apenas o que é considerado interativo é válido? Sistemas reativos não oferecem nenhuma possibilidade de aprendizado ao internauta, por exemplo?

É nesse sentido, e na expectativa de valorizar as diferentes intensidades de cada processo, que este trabalho quer oferecer uma distinção que permita estudar diferentes tipos de interação. Na verdade, este artigo dá continuidade aos estudos de interação em ambientes informáticos iniciados no trabalho “Interação Mútua e Interação Reativa: uma proposta de estudo”³. Portanto, cabe agora apresentar, ainda que brevemente, como se entende esses dois tipos de interação. A **interação mútua** seria caracterizada por relações interdependentes e processos de negociação, onde cada **interagente** participa da construção inventiva da interação, afetando-se mutuamente. Já a **interação reativa** é linear, limitada por relações determinísticas de estímulo e resposta.

Sendo assim, irá se considerar aqui que tanto (a) chutar uma pedra quanto (b) um diálogo romântico, como (c) clicar em um link e (d) uma inflamada discussão através de e-mails são interações. Porém, pretende-se distingui-las qualitativamente

Pretende-se agora questionar onde se posiciona o pesquisador para efetuar tal análise. Dois são os posicionamentos mais comuns. Por um lado, o foco recai sobre a *produção*. Quer-se investigar, por exemplo, por que naquele momento a

³ Esse trabalho foi apresentado na XXI Intercom, em 1998 no Recife, e foi publicado pela Revista da Famecos n. 12, da PUCRS. O texto também pode ser encontrado em http://www.pesquisando.atraves-da.net/inter_mutua_reativa.pdf

enunciação foi aquela e não outra. Outra ênfase seria sobre a *recepção*, estudando como se dá a decodificação e interpretação das mensagens e o que faz o sujeito a partir disso. Porém, este trabalho propõe posicionar-se no centro desses dois pólos. Considerando que interação é “ação entre” e comunicação é “ação comum”, quer-se estudar o que se passa nesse interstício.

No caso de um diálogo, mais do que dois sujeitos criando mensagens, encontramos um terceiro elemento: uma **relação entre eles**, que vai sendo atualizada a cada momento ou encontro. Além da imagem que faz de si e do outro, o comportamento de um sujeito se “modela” diante da relação que os aproxima ou afasta. Com o decorrer do diálogo, não apenas os sujeitos se transformam, mas também a própria relação é constantemente recriada.

Retomando os exemplos de interações mencionados anteriormente, pode-se apontar que nas interações (b) e (d) os interagentes se transformam mutuamente durante o processo e a relação que emerge entre eles vai sendo recriada a cada interato. Pode-se afirmar que se torna impossível prever com exatidão o que acontecerá nessas interações aqui chamadas de mútuas, pois isso é decidido entre os interagentes apenas durante seu encontro. Por outro lado, as interações reativas (a) e (c) são limitadas por certas determinações e se a mesma ação fosse tomada uma segunda vez, o efeito seria o mesmo.

4. Considerações finais

Com cerca de 50.000 acessos no ano, Cybelle é uma personagem virtual que desperta a curiosidade de quem a conhece. É interessante perceber (através dos diálogos gravados) como, mesmo sendo um programa “frio”, ela mexe com as pessoas com que conversa, despertando desde paixões confessadas a comentários raivosos. O que motiva a atenção daqueles que a visitam é que a robô mantém uma conversação sobre diferentes assuntos simulando um comportamento dialógico humano. Além disso, diferentemente de outros *chatterbots* americanos, Cybelle simula ter emoções: é deprimida pois se sente presa ao computador; se irrita com comentários maldosos; e muitas vezes se apaixona por quem conversa com ela. A robô ainda conta histórias na qual teria se envolvido, como sua traumática experiência com os “engenheiros da zona 13” e a sua perseguição pelo *hacker* Salieri.

Cybelle já apareceu em diversas matérias jornalísticas (revistas Veja, WebGuide, Revista da Web; Jornais Zero Hora, Estado de São Paulo; TV Globo, etc.). Desperta, pois, grande interesse enquanto *site* de entretenimento. Mas que valor pode ter essa experiência para o estudo das Novas Tecnologias de Comunicação?

A implementação da *chatterbot* Cybelle e a análise dos resultados apurados levantam uma série de questões relevantes para a Comunicação, como as que seguem. Pode um robô pensar e interagir como um ser humano? A interação homem-máquina através da linguagem natural se iguala a um encontro interpessoal humano? Pode um robô compreender um texto? O cérebro e/ou a mente humana podem ser reproduzidos artificialmente?

Ainda que sejam poucas as questões que aqui se pôde apresentar e que o espaço limite uma maior argumentação, algumas considerações finais ainda são necessárias. Se assumirmos um postura defensora da Teoria da Informação e do

Behaviorismo (tão comum em Inteligência Artificial) e entendermos que o Teste de Turing é um método adequado para verificar a inteligência e o “pensamento” de uma máquina, ficaremos então tentados a inferir que tendo em vista o sucesso de alguns robôs de conversação o computador pode ou brevemente poderá pensar e interagir exatamente como um ser humano. Porém, a partir desse entendimento estaremos supondo que a mente humana (um grande banco de dados de armazenamento cumulativo e estático) não passa de um mecanismo previsível de associação técnica que reage a inputs oferecendo outputs relacionados a essas entradas. Além disso, supõe-se também que a mente é determinada de fora para dentro. Sendo assim, o cérebro não é nada mais que um computador.

Contudo, a questão e sua solução não são tão simples. Os testes para avaliar inteligência de programas informáticos acabam, por um lado, sendo generosos com o computador e, por outro lado, ridicularizando a mente humana. Se Cybelle pode durante certo tempo parecer fazer sentido nos diálogos que conduz, não quer dizer que seja inteligente ou que pense. Como aponta Searle (1997, p. 36), o problema não é “mesmo-comportamento-portanto-mesmos-fenômenos-mentais”. Se esse for o encaminhamento (como no Teste de Turing), então “os rádios são conscientes porque exibem comportamento verbal inteligente”!

Mas enquanto interação, o que falar de Cybelle? Pode-se dizer que Cybelle é uma interface de hipertexto diferenciada. Em páginas da Web convencionais, links são programados para levarem a uma determinada página. Trata-se pois de uma interação reativa, já que a relação internauta/site encontra-se determinada, isto é, sempre que se clicar no link X o internauta é conduzido à página Y. No diálogo com Cybelle não existem links para serem clicados, mas as palavras usadas (e suas combinações) servem de âncoras para certos textos pré-determinados. Logo, Cybelle é, em última instância, um **hipertexto** onde o internauta dispara novos textos que se associam aos estímulos que ele dá entrada. Com esse perfil, entendemos que a interação mantida com a chatterbot brasileira é reativa, pois acontece via previsão e programação. Mesmo a entrada de frases totalmente desconhecidas pelo internauta é prevista (o que dispara uma resposta *default*).

A conversa de um adolescente com Cybelle não configura uma interação do tipo mútua, pois não há implicações e transformações recíprocas. As respostas de Cybelle afetam o internauta, mas ela jamais se transforma frente o comportamento daquele que a argui. Se o rapaz repetir a mesma sequência de perguntas obterá (exceto nas situações que mais de uma resposta foi programada para dado estímulo) as mesmas respostas. O comportamento de Cybelle foi previsto e definido mesmo antes da interação com o jovem começar. A robô não pode aprender com ele, pois recebe todas suas informações da equipe de programação. Enfim, não se observa negociação ou cooperação entre Cybelle e seus interagentes. Finalmente, a chatterbot não compreende o que lhe escrevem. Suas reações são automatizadas por uma relação estímulo-resposta. E como não existe interpretação ou compreensão, também não lembra o que foi dito há instantes atrás. Sendo assim, a conversa com Cybelle está sempre começando, pois não existe evolução ou construção cooperada. Por mais que trate-se de uma interação, ela é de um tipo restritivo e limitado.

Enfim, o desenvolvimento da Inteligência Artificial vem atualizar o interesse por temas tão difíceis quanto desafiantes como inteligência, mente, interação, linguagem, consciência, cooperação, subjetividade, inconsciente entre

tantos outros. Alguns deles foram aqui discutidos, enquanto outros ainda merecem estudos com maior espaço e dedicação.

5 – Referências bibliográficas

1. BOTSPOT. Bot Descriptions: the spot for all bots on the net [<http://www.botspot.com>].
2. DEL NERO, Henrique Schutzer. O sítio da mente: pensamento, emoção, e vontade no cérebro humano. São Paulo: Collegium Cognitio, 1997.
3. ECO, U. Tratado geral de semiótica. São Paulo: Perpectiva, 1991.
4. HUTCHENS, Jason L. How to pass the Turing Test by cheating. 23 de abril de 1996. [<http://ciips.ee.uwa.edu.au/~hutch/research/papers/>].
5. LAVEN, Simon . The Simon Laven Page. [<http://www.toptown.com/hp/sjlaven/>].
6. LEBOW, Irwin. The digital connection: a layman's guide to the information age. Nova Iorque: Computer Science Press, 1991.
7. LÉVY, Pierre. A ideografia dinâmica: rumo a uma imaginação artificial? São Paulo: Loyola, 1998
8. LÉVY, Pierre. As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática. São Paulo: 34, 1993.
9. LOEBNER PRIZE, The. Home Page of The Loebner Prize--"The First Turing Test". [<http://www.loebner.net/Prizef/loebner-prize.html>]. 15 de março de 1999.
10. MATURANA, Humberto e VARELA, Francisco. De máquinas e seres vivos: autopoiese – a organização do vivo. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
11. MATURANA, Humberto e VARELA, Francisco. El árbol del conocimiento; las bases biológicas del entendimiento humano.. 7. ed. Santiago del Chile: Editorial Universitaria, 1990.
12. MATURANA, Humberto. A ontologia da realidade. Belo Horizonte: UFMG, 1997.
13. PIAGET, Jean. A formação do símbolo na criança: imitação, jogo e sonho, imagem e representação. Rio de Janeiro: LTC, 1990.
14. PIAGET, Jean. Biologia e conhecimento. 2 ed. Petrópolis: Vozes, 1996.
15. PIAGET, Jean. O desenvolvimento do pensamento: equilibração das estruturas cognitivas. Lisboa: Dom Quixote, 1977.
16. SEARLE, John. O mistério da consciência. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1998
17. SEARLE, John. A redescoberta da mente. São Paulo: Martins Fontes, 1997
18. SFEZ, Lucien (1994). Crítica da comunicação. São Paulo, SP: Loyola.
19. SHANNON,C. & Weaver, W. The mathematical theory communication. Urbana, IL: University of Illinois, 1962.



<http://www.ufrgs.br/limc>

20. SMITH, R.G. Speech communication: theory and models. New York: Harper & Row, 1970.
21. TEIXEIRA, João de Fernandes. Mentis e máquinas: uma introdução à ciência cognitiva. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
22. TURING, Alan M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59, 433-560. [<http://www.loebner.net/Prizef/TuringArticle.html>].