

FALIBRAS: uma ferramenta flexível para promover acessibilidade de pessoas surdas

Patrick H. S. Brito

Federal University of Alagoas
Brasil
patrick@ic.ufal.br

Natália Franco

Federal University of Alagoas
Brasil
natalia.mfranco@gmail.com

Luis Claudius Coradine

Federal University of Alagoas
Brasil
lccoral@gmail.com

ABSTRACT

This paper presents a new version of Falibras System, an automatic translator from Portuguese (written or spoken) to the Brazilian Sign Language (LIBRAS). We present details of the system specification, including architectural design, the adopted translation strategy and its integration to the Firefox Web browser. The presented translation strategy stands out by using machine learning techniques, with the potential to translate from any written/spoken language to any sign language. Finally, we present some preliminary results of its evaluation, and a discussion about the pedagogical potential of Falibras.

RESUMO

Este artigo apresenta a nova versão do Sistema Falibras, um tradutor do português (escrito ou falado), para Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), no formato gestual e animado. São apresentados detalhes da especificação do sistema, incluindo projeto arquitetural, a estratégia de tradução adotada e a sua integração ao navegador Web Firefox. A estratégia de tradução apresentada destaca-se pelo uso de técnicas de aprendizado de máquina, com potencial para traduzir de qualquer língua escrita/falada para qualquer língua de sinais. Finalmente, são apresentados alguns resultados preliminares de sua avaliação, além de uma discussão acerca do potencial pedagógico do Falibras.

KEYWORDS

Falibras, Informática aplicada à educação especial, Língua Brasileira de Sinais, LIBRAS, Inclusão digital de pessoas surdas.

INTRODUCTION

Pessoas com deficiência auditiva (PDA) demandam por acesso a recursos de informação, particularmente recursos para apoiar aprendizagem. Com o intuito de oferecer apoio legal para as PDA, em 2002 foi sancionada a LEI N. 10.436, mais conhecida como Lei de LIBRAS. A partir desta lei, a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) foi reconhecida como meio legal de comunicação e expressão, tornando o Brasil, de certa forma, um país bilingüe. O Decreto que regulamenta a Lei de LIBRAS garante, entre outras coisas, o direito à educação das pessoas surdas, a presença de intérpretes nas salas de aula e a inclusão da LIBRAS como disciplina curricular obrigatória para os cursos de formação de professores. Segundo artigo publicado no Portal Universia,

embora bastante tardia, a legalidade da LIBRAS veio redimir a falta de atenção com que a causa dos surdos era tratada no Brasil além da promessa de provocar mudanças significativas na vida dos surdos. [3] [6]. Apesar dos avanços legais, escolas ainda relutam em aceitar os alunos devido aos custos e dificuldade prática de manter os intérpretes [4].

Atualmente, o uso da Web e de tecnologias de comunicação multimídia tem crescido aceleradamente. Porém, apesar da importância da Internet no atual estágio de disseminação da informação, ainda há uma parte significativa de cidadãos que não participa efetivamente desse processo. Dentre estes estão as PDA, que nesta rede global, ainda não estão aptos a escrever em sua língua (e.g., Língua Brasileira de Sinais – LIBRAS). Assim, há a necessidade de adoção da língua escrita (e.g., português), que, para o surdo, é tida como segunda língua. No entanto, a língua portuguesa utiliza de um meio oral-auditivo, ou seja, articula-se por via oral e é percebida pela audição, enquanto que a LIBRAS se sustenta no canal viso-gestual. Este fato, juntamente com as divergências sintáticas de ambas as línguas, traz como consequência para o surdo a dificuldade de leitura e, principalmente, dificuldade de produção textual. Tais dificuldades evidenciam a gravidade do problema de inclusão social e cultural da pessoa surda na sociedade; fato que compromete inclusive iniciativas educacionais com grande potencial, como por exemplo, a educação à distância.

Esses fatos reforçam ainda mais a importância dos intérpretes, mas seu trabalho é considerado uma tarefa dispendiosa e específica. Isso acontece devido aos desafios apresentados no processo de tradução entre línguas escritas e línguas de sinais, tanto relativos à grande diferença gramatical entre as línguas, quanto relativos à necessidade contextualização e interpretação do conteúdo antes da tradução. Como toda língua natural, as línguas de sinais sofrem influência temporal e dos grupos sociais, apresentando grandes diferenças entre elas. Sendo assim, os intérpretes agem como intermediários da informação em situações que exigem interpretação, sendo necessária muitas vezes uma preparação prévia com o objetivo de obter vocabulários especializados e expressões técnicas, o que exige tempo e muito estudo, sem o suporte ferramental adequado de ferramentas de software.

Com o objetivo de facilitar a comunicação entre ouvintes e surdos e apoiar a formação de intérpretes, surgiu em 2002 o projeto Falibras [9]. Desde seu início, o projeto Falibras tem como objetivo traduzir o som capturado pelo microfone do computador, nas respectivas animações da LIBRAS. A iniciativa Falibras estimulou uma ampla

gama de novas ferramentas de multimídia e características que visam atender o público específico, especialmente no que diz respeito ao processo de ensino-aprendizagem [14] [10].

Apesar dos resultados preliminares do projeto terem sido positivos [14], [10], foram percebidas limitações importantes que prejudicaram a adoção do sistema Falibras em larga escala. Exemplos de tais limitações são: (1) existência de variações gramaticais na estrutura da frase em LIBRAS, nas diversas regiões do Brasil; (2) dificuldade de adaptar o sistema para outras línguas de entrada (escrita) e saída (de sinais); e (3) falta de integração com browsers de navegação na Web.

Com o objetivo de melhorar as características do Falibras, temos realizado um processo de reengenharia para melhorar a sua arquitetura de software e tornando o processo de tradução mais flexível e confiável. Além da melhoria da precisão da tradução e torná-lo mais flexível, os novos recursos do sistema Falibras visa dois objetivos importantes, que estavam fora do foco anterior: (1) integração com o navegador Firefox, e (2) suporte melhorado para treinamento de intérpretes. Este artigo apresenta a reengenharia do sistema Falibras, sua arquitetura de software baseada em componentes, o seu mecanismo de tradução romance, bem como as suas novas características e aplicabilidade. Entre suas principais aplicações, este sistema suporta a aprendizagem de línguas, tanto LIBRAS quanto Português. Observamos, também, a possibilidade de generalização do processo de tradução, a fim de permitir a tradução de qualquer linguagem de escrita para qualquer língua de destino (escrito, falado ou sinalizado). Esta generalização também pode ser aplicada ao processo de inferência gramatical, o que nos permite inferir as regras de tradução dos exemplos contidos na memória de tradução. Assim, embora o Falibras use a memória de tradução para traduzir textos em Português para sinais em Libras, os mecanismos utilizados pela tradução não limita as línguas envolvidas, mas apenas o formato de entrada e saída de línguas.

O restante do artigo está estruturado como segue. A Seção 2 apresenta o panorama histórico e atual da educação de surdos no Brasil e da respectiva importância da LIBRAS nesse processo. A Seção 3 apresenta o Sistema Falibras, incluindo dados de sua evolução histórica, sua nova arquitetura de software baseada em componentes e seus novos módulos de integração Web e apoio a interpretes. A Seção 4 apresenta uma discussão argumentativa sobre a aplicabilidade pedagógica do Sistema Falibras. Finalmente, a Seção 5 apresenta conclusões e direcionamentos para trabalhos futuros.

A EDUCAÇÃO DA PESSOA SURDA

Língua de Sinais e a Identidade da Pessoa Surda

Ao contrário do que muitos imaginam a comunicação entre surdos não se dá através de gestos soltos e mímicas. A comunidade surda possui uma língua natural (desenvolvida nos humanos): a Língua de Sinais. Ao contrário das línguas faladas, ela tem sua modalidade de percepção e produção baseada no canal viso-gestual. Dessa forma, é assim chamada porque, assim como as demais línguas de modalidade oral-auditiva, possui estruturas gramaticais próprias

compostas pelos mesmos níveis lingüísticos: morfológico, sintático e semântico. Por tudo isso, a Lei nº 10.436/2002 regulamenta a Língua Brasileira de Sinais – LIBRAS e determina que

“Entende-se como Língua Brasileira de Sinais - Libras a forma de comunicação e expressão, em que o sistema lingüístico de natureza visual-motora, com estrutura gramatical própria, constituem um sistema lingüístico de transmissão de idéias e fatos, oriundos de comunidades de pessoas surdas do Brasil”. [2]

Muitos se questionam por que um surdo teria dificuldade em compreender textos na língua portuguesa, já que sua deficiência é auditiva e não existe nada que interfira na sua visão. Através dos estudos realizados sobre a LIBRAS, pode-se perceber que a resposta para esse questionamento está não apenas na divergência entre as gramáticas das duas línguas, mas principalmente na natureza silábica do português, o que acaba vinculando a audição ao processo de aprendizagem da língua.

	Língua Portuguesa	LIBRAS
Canal	Oral-auditivo	Viso-gestual
Unidade	Palavra	Sinal
Verbos	Flexionados	Não flexionados
Estrutura	Sujeito – Verbo – Predicado	Sujeito – Predicado – Verbo

Figura 1. Língua portuguesa vs. LIBRAS.

Como podemos observar na Figura 1, com relação às diferenças entre a língua portuguesa e a LIBRAS, pode ser visto que, enquanto a primeira utiliza-se do canal oral-auditivo de comunicação, a segunda utiliza-se do viso-gestual. A unidade mínima da língua portuguesa é a palavra, enquanto que a da LIBRAS é o sinal. Com relação aos verbos, na língua portuguesa eles são flexionados, já na LIBRAS, permanecem sempre no infinitivo. Quanto a ordem das orações, a língua portuguesa segue a estrutura “Sujeito – Verbo – Predicado” já na LIBRAS, a estrutura mais comumente utilizada é “Sujeito – Predicado – Verbo”.

Para facilitar a compreensão de futuras explanações, faz-se necessário um resumo de algumas convenções para a “tradução” da LIBRAS para a língua portuguesa. São elas: [5]

- A grafia será representada na língua portuguesa em letra maiúscula. Exemplo: FACULDADE, CULTURA;
- A datilologia será utilizada para representar nomes próprios, de lugares e outras palavras sem sinal e será representada pelas palavras separadas por hífen. Exemplo: M-A-R-I-A, M-I-C-R-O-O-N-D-A-S;
- Os verbos serão representados no infinitivo e suas temporalidades e concordâncias serão feitas no espaço. Exemplo: VOCÊ ESTUDAR ONTEM O QUE?;
- As frases vão obedecer a gramática da LIBRAS e não da língua portuguesa. Exemplo: VOCÊ GOSTAR CURSO? (Você gosta do curso?).

Os sinais, item básico da LIBRAS, são formados através da combinação de cinco parâmetros:

- Configuração das mãos — são as formas feitas pelas mãos. Podem ser iguais ao alfabeto datilológico (Figura 2) ou outro formato qualquer.



Figura 2. Alfabeto datilológico da LIBRAS

- Ponto de articulação — é o local onde o sinal é realizado, podendo tocar o corpo ou estar em um espaço neutro. No caso dos sinais APRENDER, SÁBADO e LARANJA (fruta) – Figura 3, todos possuem a mesma configuração de mão e movimento, de abertura e fechamento. Enquanto o sinal APRENDER é realizado em frente à testa, os outros dois são realizados em frente à boca. O que diferencia SÁBADO e LARANJA é a expressão facial que, no segundo caso, simula o movimento de sucção do sumo da fruta;



Figura 3. Sinais APRENDER, SÁBADO e LARANJA

- Expressão corporal e facial — por se tratar de uma língua totalmente visual as expressões são extremamente importantes. Através das expressões é possível indicar, por exemplo, entonação, questionamento, surpresa, ironia e sentimento. No caso dos sinais apresentados na Figura 4, a mudança da expressão facial altera completamente o sentido. Enquanto o primeiro significa SALVAÇÃO, o segundo significa HORRÍVEL. O movimento do sinal se inicia na altura da bacia com a mão aberta é finalizado na frente do coração, com a mão fechada;



Figura 4. Sinais SALVAÇÃO e HORRÍVEL

- Movimento — os sinais podem ter movimento ou serem estáticos. Os sinais TER e TER-NÃO (Figura 5) possuem a mesma configuração de mão, em formato de L, e apresentação distintas. Enquanto o TER é estático, com o polegar encostado no osso externo e palma da mão voltada para baixo, o TER-NÃO tem movimento, realizado na altura da cintura, girando o polegar 90° em torno do eixo do pulso;
- Direção — depois de configurados os quatro parâmetros acima, a direção do movimento indica, por exemplo, o sujeito de um verbo. É o caso do verbo RESPONDER (Figura 6), por exemplo, que se movimenta partindo da pessoa que pratica a ação para a pessoa que sofre a ação do verbo.



Figura 5. Sinais TER e TER-NÃO



Figura 6. Sinal RESPONDER

Um breve histórico da educação de surdos

Ao longo dos anos várias discussões foram travadas para resolverem a problemática da educação de surdos. A partir do século XVIII, surgiram duas correntes pedagógicas totalmente divergentes: os oralistas e os gestualistas. Enquanto a primeira corrente exigia que os surdos se reabilitassem, superassem a surdez, falassem e se comportassem, de certo modo, como se não fossem surdos; a segunda era mais tolerante diante das limitações da surdez e enxergava que os surdos desenvolviam uma linguagem, diferente da oral, que poderia abrir as portas para o conhecimento da cultura. [12]

Destas duas correntes pedagógicas surgiram três filosofias educacionais distintas: oralismo, comunicação total e bilinguismo, as duas últimas derivadas da corrente gestualista. O oralismo visa a capacitar o surdo a utilizar a língua da comunidade ouvinte na modalidade oral como única possibilidade lingüística. Para isso eles estimulam o uso da voz e da leitura labial. Na comunicação total, o mais importante é o estabelecimento da comunicação e, para isso, são estimulados todos os meios possíveis de comunicação a fim de que o surdo escolha a que melhor lhe convier para estabelecer o contato. Já o bilinguismo estabelece a educação dos surdos baseada em duas línguas com funções

diferentes: a primeira – língua de sinais – para o desenvolvimento do pensamento, e a segunda – a da comunidade ouvinte local – para inclusão do surdo na sociedade ouvinte. [12]

O Projeto FALIBRAS é adepto do bilingüismo, pois enxerga e valoriza as diferenças funcionais existentes entre a língua de sinais e a modalidade escrita da língua da comunidade ouvinte local. Além disso, através da exibição da informação em dois canais de comunicação diferentes (oral-auditivo e viso-gestual), o FALIBRAS permite que o surdo aprenda mais, por meio de observações e comparações, sobre a modalidade escrita da língua da comunidade ouvinte local.

Entretanto, pouco se tem feito, efetivamente, para a educação dos surdos. A falta de iniciativas, muitas vezes, começa na família do próprio surdo, que, seja por vergonha ou negação, não incentiva o aprendizado, e não aprende a língua de sinais: importante canal para a educação, comunicação e desenvolvimento moral e psicológico do surdo. O atraso na inserção da língua de sinais, na vida do surdo, desencadeia um atraso bastante significativo na aquisição da língua portuguesa, na modalidade escrita. E, esta língua escrita dá ao surdo maiores possibilidades de se inserir na sociedade, conforme diz Lacerda:

“A língua de sinais estará sempre um pouco mais desenvolvida e adiante da língua falada, de modo que a competência lingüística na língua de sinais servirá de base para a competência na aquisição da língua falada. Será a aprendizagem de uma língua através da competência em outra língua, como fazem os ouvintes quando aprendem uma segunda língua sempre tendo por base a sua língua materna.” [12]

O modelo educacional atual, baseado nas exaustivas repetições orais dos assuntos, não consegue atingir o aluno surdo que está mais propenso a absorver as informações oriundas da modalidade visual. Eles são muito observadores e detêm uma memória visual imensa, porém, apesar da obrigatoriedade da presença de intérpretes nas salas de aula [3], é improvável que todo o conteúdo lecionado seja absorvido durante a aula. E, ao chegar em casa surge outra barreira, os materiais didáticos, expressos somente na língua portuguesa, também não estão adaptados para esses alunos, o que os obriga a procurar as associações de surdos para que um intérprete explique, novamente, todo conteúdo abordado nas salas de aula convencionais.

Educação à distância, a solução?!

Uma alternativa bastante difundida nos últimos anos foi a Educação à Distância (EaD). Muitos levantaram a bandeira dessa nova modalidade de ensino alegando que esta era a chance de muitos deficientes, excluídos do sistema tradicional, cursarem o ensino superior. Porém, segundo pesquisa publicada no Portal Universia em 2009, embora a EaD tenha crescido cerca de 200% nos últimos quatro anos, conforme dados do Anuário Brasileiro Estatístico de Educação a Distância, ela ainda não consegue atingir aos mais de 24,5 milhões de brasileiros portadores de deficiência.

Segundo o Anuário Brasileiro Estatístico de Educação à Distância de 2007, dos 300 mil alunos matriculado na graduação à distância, apenas 137 são portadores de necessidades especiais, sendo que apenas 10,93% destes se identificam como surdos. Além do baixo ingresso de deficientes nessa modalidade de ensino, poucos são os que, efetivamente, conseguem concluir o curso já que grande parte desses, simplesmente desistem. [1]

Em relação à surdez, muitos devem se questionar qual o empecilho existente no EaD, já que o material é, na maioria das vezes, disponibilizado de forma escrita. A resposta para esta pergunta vem, conforme dito anteriormente, da enorme divergência entre as gramáticas da Língua Portuguesa e da LIBRAS. Desta forma, para o surdo, é bastante extenuante a tarefa de ler e interpretar textos longos. [1]

Uma das hipóteses para o alto nível de evasão na modalidade de ensino à distância está na própria plataforma de ensino que não se adequa às necessidades de cada usuário já que, é projetada, na maioria das vezes, para o usuário médio: letrado, sem necessidades especiais e com domínio das tecnologias. Outro fator a ser observado é a falta de estratégias institucionais voltadas a esses usuários. Segundo Masako Masuda, presidente do Cederj (Fundação Centro de Ciências e Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro), “Não há políticas que aproximem estudantes com deficiências da EaD. As instituições, em geral, não estão preparadas para dar atendimento integral a eles”.

SISTEMA FALIBRAS

Histórico

O projeto Falibras foi concebido, inicialmente, como um sistema que, ao captar a fala no microfone, exhibe, no monitor de um computador, a tradução do que foi dito, em Libras, na forma gestual e animada, em tempo real. É um sistema interativo que busca auxiliar a comunicação entre ouvintes e surdos, com aplicações em projetos de educação especial [CORADINE 2002]. Nesse sentido, o Falibras poderá ser uma ferramenta de grande contribuição na aprendizagem, principalmente, de crianças surdas, podendo possibilitar a integração dessas nas escolas públicas e ajudar no aprendizado cognitivo. Trabalhos similares estão sendo realizados a partir da idéia do Falibras, tais como, por exemplo, o Tlibras [LIRA 2003].

Desde a primeira versão do FALIBRAS, lançada em 2001 [8, 9], o texto obtido via reconhecimento de fala ou diretamente digitado, é tratado pelo módulo interpretador, que nesta versão realizava a interpretação direta de palavras e pequenas expressões, ignorando a maior parte do contexto das frases. Após a interpretação, o módulo de exibição era capaz de enfileirar e exibir sequencialmente as animações, baseado na saída fornecida pelo módulo interpretador.

Na segunda etapa do projeto, entre 2003 e 2004, foi dado foco na melhoria da qualidade de tradução. Para isso, investiu-se em técnicas de Processamento de Linguagem Natural (PLN), que é uma parte da Inteligência Artificial responsável por estudar

a compreensão e/ou geração de textos em línguas naturais de maneira automatizada [11].

Para se efetuar o Processamento de textos em linguagem natural, é necessário passar por algumas fases. Inicialmente, tem-se a análise morfológica, que é capaz de identificar a classificação gramatical (substantivo, adjetivo, verbo, entre outras) e flexão (número, gênero, pessoa, grau, entre outras) de palavras. Essa etapa do projeto FALIBRAS se deu nesta direção, agregando ao analisador léxico, até então denominado “interpretador”, uma análise morfológica mais apurada, advinda da utilização do jSpell, analisador morfológico derivado do corretor ortográfico Ispell.

A terceira fase do FALIBRAS, entre 2005 e 2007, foi marcada pela preocupação com análise sintática. A partir de então, buscou-se a construção de uma árvore sintática (baseada em gramática livre de contexto), que, através de regras de tradução, resulta numa estrutura frasal de LIBRAS. A partir daí, pode ser montada a exibição das animações. Com essa abordagem, o sistema FALIBRAS passa a ter uma versão na qual a tradução é baseada em sintaxe. Sendo assim, além do analisador léxico, o Falibras passou a apresentar um analisador sintático baseado em grafo sintático, um analisador de contexto, que faz a verificação de concordância em gênero e número entre as palavras da frase, e o gerador da tradução em LIBRAS. Para conseguir uma tradução mais fiel, foram utilizadas técnicas de tradução automática, valendo-se do método de tradução por transferência sintática. Tal método projeta uma árvore sintática da gramática língua fonte para uma árvore sintática correspondente na gramática da língua alvo.

Porém, nessa versão do Sistema Falibras, as regras sintáticas e de tradução para mapeamento entre Português e LIBRAS eram fixas e especificadas diretamente pela aplicação, utilizando a linguagem Prolog [7], o que apresentou restrições práticas de desempenho e limitações relativas ao tamanho da gramática.

Em seguida, em parceria com professores da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), foi desenvolvida uma ramificação do projeto, denominada Falibras com Memória de Tradução (Falibras-MT). Mudando completamente a forma de tradução, o Falibras-MT faz uso de uma memória de tradução, que é utilizada principalmente por tradutores automáticos que lidam com textos técnicos.

Utilizando essa abordagem, o módulo de tradução não processa a tradução diretamente, mas consulta um banco de dados formado por exemplos de traduções feitas por um tradutor humano, de termos ou segmentos, que serão utilizadas para tradução de excertos similares. Fica a cargo da ferramenta a escolha do que será usado ou o que está mais adequado ao contexto em questão.

Esta ferramenta apresenta uma constituição diferenciada da anterior, passa-se a ter um módulo de tradução, responsável pela tradução automatizada, e um módulo de autoria, que permite editar e salvar a memória de tradução. Esta estrutura arquitetural pode ser vista na Figura 7. O texto fonte é traduzido a partir



do dicionário de símbolos, que faz a correspondência entre estruturas em português e em LIBRAS, para um texto preliminar, que, posteriormente, é passado para as formas gestuais animadas, através do dicionário de vídeos.

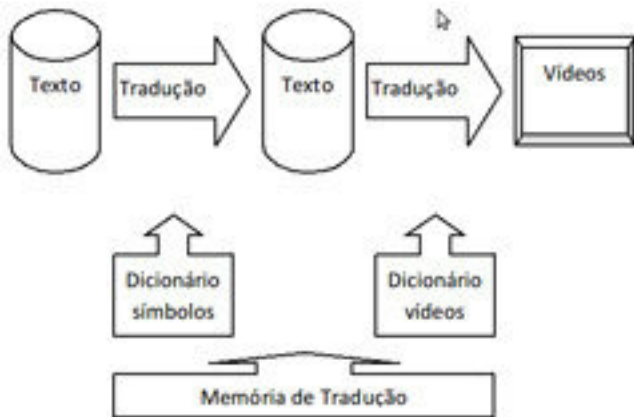


Figura 7. Arquitetura da Tradução com Memória de Tradução

Versão Atual do Falibras

Atualmente, o Sistema Falibras foi totalmente refatorado e novas características foram incorporadas a ele. No tocante a refatoração, sua arquitetura foi redesenhada com o intuito de obter uma representação mais modular e fácil de evoluir. O sistema foi reimplementado utilizando componentes de software e interfaces explícitas entre eles. Entre as melhorias apresentadas na nova versão, estão:

- Animação 3D da LIBRAS — A Figura 8 apresenta a tela do novo módulo de exibição desktop. Através dessa tela, é possível traduzir textos escritos ou falados, apresentando uma animação em 3D.



Figura 8. Tela de exibição de tradução desktop

- Módulo de tradução mista — O módulo tradutor do Falibras também foi refatorado, com o intuito de unir as características das duas versões anteriores. Nessa versão, o componente tradutor combina o uso de tradução por transferência sintática e tradução por memória de tradução.

A Figura 9 apresenta o processo de tradução do novo componente tradutor do Sistema Falibras. Diferentemente da versão Falibras-MT, após receber o texto de entrada (a ser traduzido),

inicialmente é avaliada a possibilidade do texto enquadrar-se como uma exceção de regra. Apenas no caso de não se tratar de uma exceção, é verificada a existência de exemplos de tradução que possam servir de analogia para a tradução do texto. Finalmente, nos casos em que a base de regras não contenha nem exceções nem regras que possam inferir a estrutura de tradução do texto de entrada, a tradução será processado de acordo com as regras de tradução padrão, utilizando transferência sintática e implementadas diretamente em Java (não mais em Prolog).

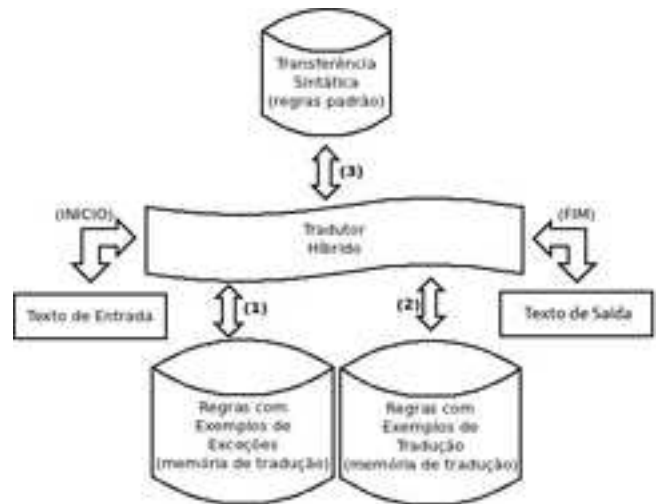


Figura 9. Processo de tradução utilizado pelo novo componente tradutor do Sistema Falibras

A Figura 10 apresenta parte da tela do novo módulo de aprendizado MT do Sistema Falibras. Como pode ser visto, no novo componente, a condição de ativação dos exemplos de tradução (regras) e exceções é flexível, podendo considerar desde a palavra específica (radical), a elementos sintáticos variados.

Além das melhorias no processo de tradução, que visa aliar uma melhor acurácia da tradução a um melhor desempenho, esta versão faz uso de técnicas probabilísticas para tratar a eliminação de ambiguidade de termos, utilizando para isso um método de aprendizagem supervisionada por classificação bayesiana. Por limitações de espaço, esse módulo não será detalhado no contexto deste artigo.

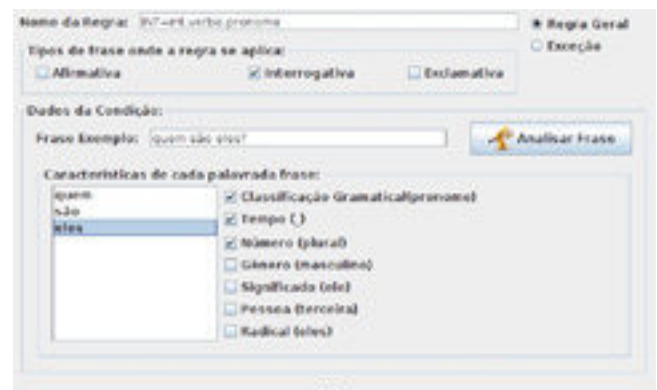


Figura 10. Parte da tela do novo módulo de aprendizado MT do Sistema Falibras

- Módulo de Apoio a Interpretes (Tradução Assistida)

O módulo de apoio a interpretes, denominado Módulo de Tradução Assistida possui dois papéis no Sistema Falibras: (1) facilitar a preparação de intérpretes LIBRAS para um evento específico; e (2) aperfeiçoar a qualidade da tradução do sistema. A Figura 11 apresenta a tela inicial do módulo de tradução assistida. No destaque apresentado na Figura 12, é possível notar que esse módulo permite ao intérprete carregar o texto a ser interpretado e verificar as regras sintáticas do português e as regras de tradução que são ativadas para cada frase. A ausência de regras implica na necessidade de estudo prévio e, se julgar oportuno, adicionar novas regras (sintáticas e/ou de tradução). Exceções também são consideradas nesse cenário.

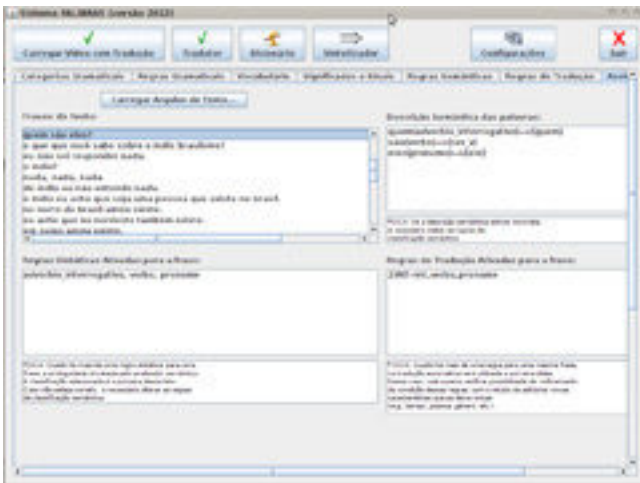


Figura 11. Tela do módulo de Tradução Assistida

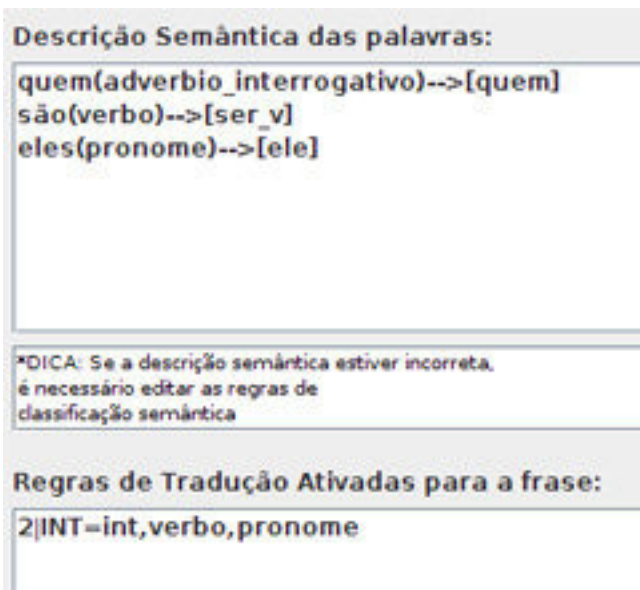


Figura 12. Destaque de parte da tela de tradução assistida, para a frase “quem são eles?”

- Módulo de Acessibilidade Web — Com o objetivo de viabilizar a acessibilidade de conteúdos WEB em português por aqueles que conhecem a LIBRAS, surge a proposta desta nova ferramenta, que se propõe a ajudar os surdos tanto no acesso a

informação já existente na WEB. }

A ferramenta se apresenta como um add-on para o navegador Firefox. Implementado através da linguagem XUL (*XML User Interface Language*), o add-on para Firefox utiliza diretamente o módulo de tradução do Falibras. Para isso, foi desenvolvido um adaptador que encapsula o novo componente de tradução mista em um servlet, que é executado pelo add-on desenvolvido. A comunicação com o navegador é realizada através da linguagem JavaScript.

A Figura 13 apresenta a visão geral do add-on, permitindo observar que a sua visualização é bastante limpa, sem o uso excessivo da língua portuguesa e com destaque apenas para a janela de interpretação. Os controles de vídeo aparecem em uma barra deslizante que permanece oculta até que o cursor seja posicionado sobre a área de interpretação, são eles:

- *Stop* – pára e volta para o ponto inicial do vídeo;
- *Play / Pause* – inicia e pausa a reprodução do vídeo;
- *Full screen* – exhibe o vídeo de tradução em tela cheia;
- *Pop out* – desvincula o add on do browser e passa a exibir a janela de tradução em uma janela à parte;
- *Bound* – mantém o add on fixado na barra de status do browser.



Figura 13. Controles de vídeo

Caso o usuário queira visualizar alguma informação que se encontra logo atrás do add on, basta clicar no ícone bound para ter a janela com livre movimentação pela tela.

As outras opções do add on podem ser acessadas através de um menu, que surge ao clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a logomarca do Falibras. Através deste menu é possível acessar o dicionário, a área de inclusão de sinais, tipo de usuário,

preferências e informações sobre o Falibras.

É importante observar que existem dois tipos de atores neste cenário: Usuário e Especialista. Como Usuário, entendemos o surdo que utiliza o *add on* para traduzir / interpretar textos da Web e acessar o dicionário, inicialmente Português / LIBRAS e LIBRAS / Português, ou ouvinte interessado em aprender sobre a Língua de Sinais. A diferença do Usuário para o Especialista está na possibilidade deste de incrementar o dicionário de LIBRAS e do Português e fornecer novos exemplos de tradução para aperfeiçoar a qualidade do resultado. O Especialista compreende os estudiosos da Língua de Sinais e da Língua Escrita, capazes de evoluir a base de dados em prol da comunidade surda. Por padrão, o *add on* é aberto no modo Usuário.

Arquitetura de Software Baseada em Componentes

A refatoração da arquitetura inicial do Sistema Falibras utilizando as técnicas de engenharia de software baseada em componentes trouxe alguns benefícios como: a organização do sistema como uma composição de componentes lógicos, a antecipação da definição das estruturas de controles globais, a forma de comunicação e composição dos elementos do projeto, o auxílio na definição das funcionalidades de cada componente projetado. Tais benefícios facilitam tanto a inserção de novos componentes, quanto o reúso das partes da aplicação em diferentes contextos, como por exemplo, os módulos de apresentação desktop e Firefox [Clements03].

A Figura 14 apresenta a arquitetura de referência adotada, de segue uma abordagem heterogênea, que sofreu influência três estilos e padrões arquiteturais: MVC, Centrada em Dados e Cliente-Servidor.

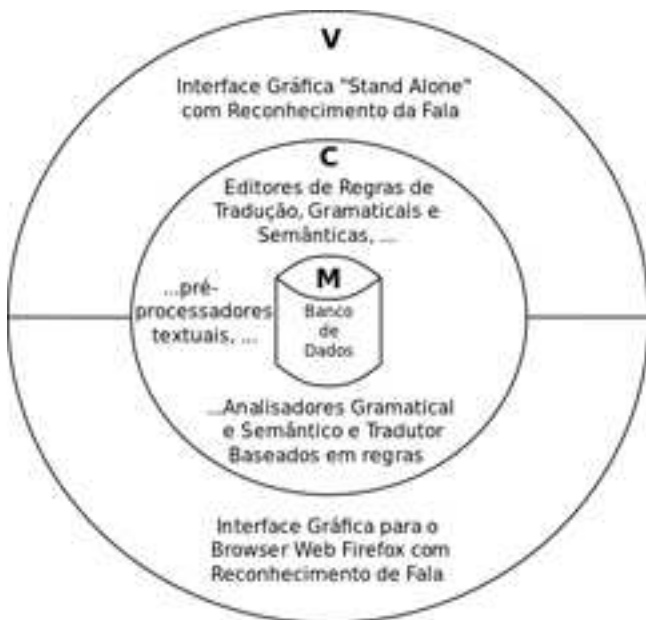


Figura 14. Arquitetura de referência do Sistema Falibras.

- Centrada em Dados. Trata da integração entre os módulos geradores das regras e os respectivos executores onde se dá a partir de regras, pelo motivo de ser um sistema baseado em regras.

- MVC. Através deste é possível separar as funcionalidades e os dados. Deixando assim bem explícito a separação entre a visão e o controle. Esta divisão tem como objetivo possibilitar a especificação de diferentes interfaces para o Falibras. Por exemplo: uma interface desktop para computador e uma interface Web integrada ao navegador Firefox. Outras interfaces também serão previstas, para facilitar a integração de Falibras com outras aplicações tradutoras que desejem utiliza-lo.
- Cliente-Servidor. Com o objetivo de aumentar a escalabilidade da arquitetura, é necessário a descentralização da execução, fazendo com que funcionalidades altamente acopladas com o módulo cliente sejam alocadas em uma mesma máquina.

O detalhamento dos componentes internos da arquitetura é apresentado na Figura 15.

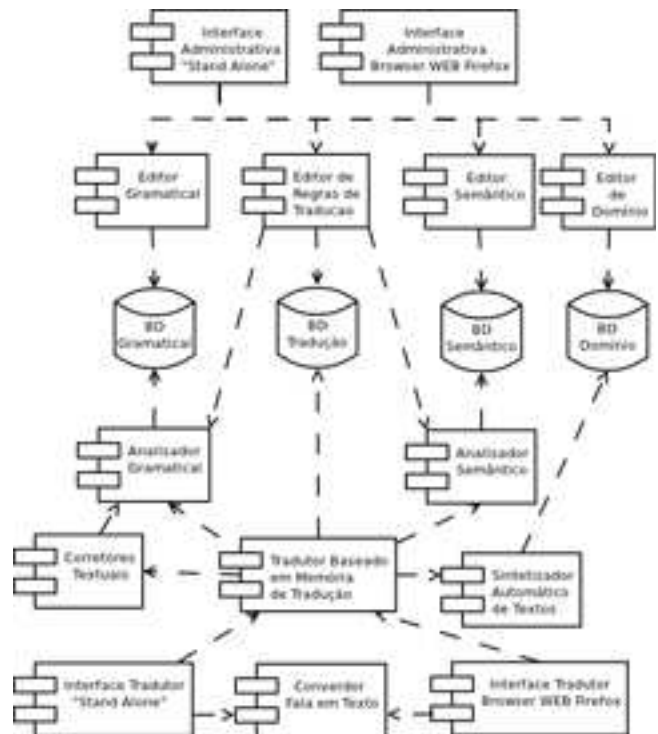


Figura 15. Detalhamento dos componentes do Sistema Falibras

O detalhamento dos componentes obedece a separação proposta pelo padrão MVC e, portanto consistente com a Figura 14. Fazendo uma analogia entre as Figuras 14 e 15, pode-se ver que na camada de visão estão as interfaces do sistema, que podem ser *desktop* ou Web. Enquanto na camada de controle encontram-se funcionalidades básicas, tais como editores de regras de tradução, editor gramatical, analisador gramatical e semântico, corretor ortográfico e gramatical, sintetizador automático de texto e tradutor. Na camada de modelo, estão localizados os bancos de dados de cada funcionalidade do sistema, assim como as respectivas funcionalidades de persistência de dados. Dessa forma, o usuário interage com a camada da visão, por meio de entradas em formato de textos, sendo eles falados ou escritos, esta, por sua vez, requisita as funcionalidades da camada de controle, localizando os editores, que irão realizar a busca no banco de dados na camada de modelo. As informações obtidas passarão pelos analisadores, podendo ir para o tradutor onde será

direcionada à saída na forma de animação para o usuário.

Para ilustrar a interação entre os componentes durante o funcionamento do sistema, segue a descrição de um cenário controlado pelo componente arquitetural Tradutor Baseado em *Memória de Tradução*. Inicialmente, tal componente solicita as correções ortográfica e sintática do texto a ser traduzido, tarefas realizadas pelo componente *Corretores Textuais*. Após as correções do texto, as palavras do texto são classificadas de acordo com o contexto sintático da frase, pelo componente *Analizador Gramatical*. Após a análise, o texto está pronto para ser traduzido. Porém, de acordo com a nova arquitetura do Falibras, o usuário pode optar entre traduzir o texto na íntegra, ou então gerar uma síntese automática do texto, de acordo com algum domínio específico. A síntese de texto, que é uma etapa opcional, é realizada pelo componente *Sintetizador Automático de Textos*. Após as atividades de preparação do texto, inicia-se o processo de tradução propriamente dito. Nesse processo, a tradução ocorre frase a frase; sendo assim, cada frase tem suas palavras classificadas sintática e semanticamente e em seguida, traduzidas. A classificação sintática e semântica das palavras da frase é importante, uma vez que as regras de tradução são influenciadas por elas, refinando o princípio de memória de tradução [4].

AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DO SISTEMA FALIBRAS

Esta seção apresenta uma discussão fruto de uma experiência desenvolvida junto a uma escola pública cujo projeto pedagógico visa inclusão social de surdos. A partir do projeto pedagógico da escola, definiu-se pela apresentação, junto a uma turma, da tradução de textos escritos em Português, na forma gestual animada da LIBRAS.

Potencial pedagógico do sistema Falibras

Segundo Ronice Müller [13], o contexto bilíngue do surdo configura-se diante da coexistência da LIBRAS e da língua portuguesa. Neste caso, não basta apenas decidir se uma ou outra língua passará a fazer parte do contexto educacional e sim, tornar possível a coexistência das duas línguas, atentando para as diferentes funções que estas apresentam no dia-a-dia do surdo que está se formando. A língua portuguesa deve sempre ser vista como a segunda língua da comunidade surda, tendo a LIBRAS o papel de língua base para a aquisição da modalidade escrita da língua portuguesa. Desta forma, é natural que o surdo esteja mais propenso a absorver informações vindas através do canal visogestual, da LIBRAS.

Neste contexto, o Falibras também pode ser visto como uma poderosa ferramenta pedagógica para o aprendizado cognitivo. Uma das possibilidades é enxergá-lo como meio de aprendizado mútuo tanto da LIBRAS, por parte dos ouvintes, como da língua portuguesa, por parte dos surdos. Este aprendizado se dá através da aquisição de vocabulário e observações das estruturas gramaticais das línguas, em decorrência da comparação entre textos traduzidos nas duas línguas. Desta forma, o Falibras pode ser utilizado em sala de aula para que estudantes surdos discutam

entre si e com o professor acerca do significado das palavras em português e sua forma gestual em LIBRAS. A repetição desta atividade implica no enriquecimento de conhecimento linguísticos tanto na língua portuguesa como na LIBRAS.

Além disso, outra aplicação do Falibras, mais especificamente do seu módulo Web, exposto anteriormente, é permitir que o professor possa acompanhar a evolução da aprendizagem de cada estudante surdo a partir das traduções que ele registrar na memória de tradução (módulo tradutor) para textos selecionados pelo professor. Os textos selecionados para cada turma podem ser revistos ao longo do período letivo para perceber a evolução individual de cada aluno. Além do mais, quando essas redefinições forem registradas individualmente, surgirão oportunidades de serem colocadas em discussão com o coletivo da turma, o que certamente irá gerar novas oportunidades de aprendizagem.

Ainda no contexto do módulo Web, o seu acoplamento ao navegador Web proporciona outras potenciais aplicações. Por exemplo, esta ferramenta pode ser de grande valia para adaptar o material disponibilizado na plataforma virtual de aprendizagem, para a língua materna da comunidade surda. Além disso, utilizando esse módulo, é possível também salvar vídeos para uma consulta posterior, independente de acesso à plataforma *online*.

CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

Este trabalho descreveu o histórico e o processo de aperfeiçoamento do Sistema Falibras, como tradutor automático, e seu potencial como ferramenta de apoio pedagógico para a educação de pessoas surdas e para propiciar a aprendizagem de Português e de LIBRAS.

O artigo também apresenta detalhes sobre a arquitetura e especificação do Falibras, seus componentes de software e o novo processo híbrido utilizado para tradução. Finalmente, acredita-se que esse sistema é uma contribuição para que os seguintes resultados possam ser alcançados:

- Promover a aprendizagem de Libras pelos agentes envolvidos no processo de ensino-aprendizagem;
- Promover a aprendizagem do Português pelos agentes envolvidos no processo de ensino-aprendizagem;
- Oportunizar o acesso por parte dos surdos à informação curricular e cultural da sociedade;
- Promover o desenvolvimento da linguagem, do pensamento e do indivíduo.
- Preparar o surdo para o exercício da cidadania, estudando e trabalhando nas mesmas condições de uma pessoa sem essa diferença;
- Facilitar a inclusão do surdo no ambiente social.

REFERENCES

- [1] BARONI, Larissa Leiros. Apesar do potencial, EAD ainda não atrai deficientes: Para alunos, modalidade não elimina obstáculos do ensino convencional. Disponível em: <http://www.universia.com.br/ead/materia.jsp?materia=17846>. Acesso em: Nov. 2010.



- [2] BRASIL. Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002. Lei de LIBRAS. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF.
- [3] BRASIL. Casa Civil da Presidência da República. Decreto nº 5.626 de 22 de dezembro de 2005. Regulamenta a Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - LIBRAS, e o art. 18 da Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 3 de dezembro de 2004. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5296.htm>. Acesso em: out.2012.
- [4] BREDA W. L.(2005): Falibras-MT - Um Sistema para Autoria e Uso de Tradutores Automáticos Português-Libras, baseados em Memória de Tradução; Projeto de Final de Engenharia de Computação; CCEC/UFES; 08 de abril de 2005.
- [5] CAPOVILLA, Fernando César; RAPHAEL, Walkiria Duarte. Dicionário Enciclopédico Ilustrado Trilíngue: Língua de Sinais Brasileira. 2. Ed. São Paulo: Edusp, 2001. 1632 p.
- [6] CATUREGLI, Maria Genny. Os surdos e o decreto 5.626. Disponível em: <http://www.universia.com.br/docente/materia.jsp?materia=9872>. Acesso em: 26 de nov. 2010.
- [7] Coelho, H. and Cotta, J.C. Prolog by Examples. Springer-Verlag, Berlin, 1988.
- [8] CORADINE, Luis Cláudius et al. (2001): Levantamento de Hipóteses para Implementação do Projeto Falibras. In: 'Workshop de Informática na Escola' do XII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2001) - Pôster. Vitória, ES, novembro de 2001.
- [9] CORADINE, Luis Cláudius et al. (2002): Sistema Falibras: Interpretação Animada, em LIBRAS, de Palavras e Expressões em Português. In: III Congresso Ibero-Americano de Informática na Educação Especial (CIIEE 2002) - Demonstração. Fortaleza, CE, de 20 a 23 de Agosto de 2002. Anais do III Congresso Ibero-Americano de Informática na Educação Especial (CIIEE 2002), ago. 2002.
- [10] CORADINE, L. C. ; TAVARES, O. L. ; Albuquerque, F. C. ; Ribeiro, M. N. ; BREDA, W. L. ; Calado, Ivo A. A. da R. ; SMARSARO, A. D. (2007): Sistema Falibras: Um intérprete virtual como ferramenta de apoio pedagógico à educação de surdos. In: VII Congresso Iberoamericano de Informática Educativa Especial, 2007, Mar del Plata-Argentina. Anais do VII Congresso Iberoamericano de Informática Educativa Especial, 2007. v. 1. p. 1-10.
- [11] GAZDAR, Gerald; MELLISH, Chris; Natural Language Processing in Prolog: An Introduction to Computational Linguistics. Addison-Wesley. Reino Unido. 1989.
- [12] LACERDA, Cristina B.F. de. Um pouco da história das diferentes abordagens na educação dos surdos. Cad. CEDES, Campinas, v. 19, n. 46, set. 1998. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-32621998000300007&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em Out. 2012. doi: 10.1590/S0101-32621998000300007
- [13] QUADROS, Ronice Müller. Um capítulo da história do SignWriting. Disponível em: <http://www.signwriting.org/library/history/hist010.html>. Acesso em: Out. 2012.
- [14] TAVARES, O. L.; CORADINE, L. C.; Breda, W. L.: Falibras-MT – Autoria de tradutores automáticos de textos do português para Libras, na forma gestual animada: Uma abordagem com memória de tradução. In: III Workshop em Tecnologia da Informação e da Linguagem Humana – TIL2005 São Leopoldo, RS, de 22 a 29 de julho de 2005. Anais do SBC 2005, jul.2005.