

APOIO 3D AO ENSINO DA LÍNGUA GESTUAL

Leonel Domingues Deusdado¹

Abstract — There is an agreement on the need of human intervention in the teaching of a sign language; it is also true that there is no dispute in relation to the added value that the new technologies represent as support material in the teaching. We give special emphasis on the technologies that use images and/or models based in three-dimensional graphics to create virtual signers.

This paper focuses on the use of the new technologies in the diffusion and teaching of the Portuguese Sign Language, the goal is to construct an improved graphical environment for transcription, 3-D graphics display and translate portuguese alphabetical to portuguese sign language, combining computer technology and linguistics research to bridge the communication gap between the deaf and hearing worlds.

Palavras-chave — Web3D, Computação Gráfica 3D, Animação, Interação, Educação e Multimédia.

INTRODUÇÃO

A língua gestual existe em Portugal há incontáveis gerações, mas por ser falada por uma minoria, pura e simplesmente aos olhos do cidadão comum parece não existir. Calcula-se que existam cerca de 100 a 150 mil pessoas que não ouvem bem em Portugal, mas só 15 a 20% destas têm na língua gestual portuguesa (LGP), a sua língua primeira, o seu modo de expressão, o seu principal traço de identidade pessoal e de grupo. A LGP debate-se assim com um nível de divulgação demasiado baixo, tanto entre a comunidade surda como na comunidade ouvinte.

Aprender uma língua gestual é um processo difícil, trabalhoso e exigente em termos de vontade e de perseverança. Contudo, e tal como acontece com as línguas faladas, esse processo exige uma prática constante, esta aprendizagem pode ser através de um meio que mesmo não sendo real, pode ter feições virtuais através animações via computador. Os primeiros gestos e talvez os mais importantes a serem aprendidos a quem se pretende iniciar em língua gestual deverão ser sem dúvida as letras que compõe o abecedário [1].

Três questões frequentes a propósito da língua gestual:

A língua gestual é "universal"?

NÃO. Cada país, por vezes cada região, tem uma língua gestual própria, testemunha de uma cultura e dos modos de vida que são exclusivos da comunidade surda desse país ou região.

Os surdos "soletram" todas as palavras para comunicar?

NÃO todas. Os surdos utilizam os gestos que são as imagens simbólicas dos conceitos exprimidos. É o conjunto dos parâmetros do gesto assim como a expressão da face e o movimento do corpo que criam uma imagem precisa da ideia exprimida. No entanto há palavras que por serem pouco usuais ou muito específicas necessitam de ser soletradas.

É difícil aprender a língua gestual?

SIM... e... NÃO. As pessoas ouvintes não estão habituadas a exprimirem-se numa base totalmente visual, nem de utilizarem as mãos e o corpo para tal. No entanto o nível de dificuldade depende igualmente das capacidades de cada pessoa.

A pessoa em aprendizagem (surdo ou ouvinte) necessita para a sua formação um meio de comunicação eficaz. Para isso, podem contribuir as aplicações informáticas, convencionais, ou específicas quando as primeiras com ou sem adaptações resultem insuficientes.

Pretende este artigo apresentar a construção de um ambiente gráfico na Web para a transcrição do abecedário em LGP, com uma interface 3D interactiva resultante da combinação entre tecnologia de computação gráfica e pesquisa linguística.

Não se pretende assim, implementar métodos de visualização que compitam com pessoas reais na produção de língua gestual, já que uma qualidade tal, só muito dificilmente poderá ser alcançada.

Este artigo está organizado da seguinte forma. A Secção 2 apresenta trabalhos relacionados no desenvolvimento de aplicações específicas direccionadas para pessoas com dificuldades auditivas no campo das interfaces, ensino e aperfeiçoamento de língua gestual. A secção 3 descreve o funcionamento "mecânico" do tronco superior do corpo humano com evidência para as mãos e a forma de animar os futuros movimentos tendo em conta as restrições de movimentos humanos. A secção 4 descreve a composição e cuidados a ter na construção de uma cena numa animação do tipo Key-Frame. A Secção 5 apresenta a descrição do trabalho desenvolvido na construção de animações 3D bastante realistas para todas as letras do abecedário LGP, com a possibilidade de visualizar a animação de vários ângulos. A Secção 6 apresenta uma análise a um pequeno teste de usabilidade realizado a utilizadores surdos e ouvintes. Finalmente, na secção 7 apresentam-se conclusões

¹ Leonel Domingues Deusdado, Departamento de Informática e Comunicações, Escola Superior de Tecnologia e Gestão – ESTIG, Instituto Politécnico de Bragança – IPB, PORTUGAL, leodeus@ipb.pt

da integração das novas tecnologias no apoio à LGP e um possível trabalho futuro.

TRABALHO RELACIONADO

As animações vídeo de gestos representando todo o tipo de letras, palavras ou números em língua gestual são o meio mais utilizado para ensinar/partilhar (via rede ou CDROM) os movimentos e expressões dos gestos mais comuns e de uso mais frequente. Por norma, este tipo de animação é realizado utilizando pessoas reais (normalmente gestualistas) que são gravadas digitalmente quando implementam o respectivo gesto ou cadeia de movimentos, gerando um ficheiro de vídeo, colocado posteriormente num destino específico da aplicação.

Em [2], podemos ver avaliados vários suportes multimédia do género acima descritos, para a educação e supressão de barreiras de comunicação entre as pessoas surdas. A base de dados de imagens - Symbol -, é uma delas, e escolhida aqui para generalizar as características deste tipo de aplicações. Esta base de dados tem a possibilidade de associar a cada imagem o seu significado em língua gestual, contribuindo a melhorar os requisitos básicos do desenvolvimento verbal na comunidade surda. Em geral e como a maior parte deste tipo de aplicações, tira pouco partido da tecnologia multimédia que utiliza, há poucas imagens em movimento, narração e sons, ajustando-se às oportunidades “básicas” que oferece um computador. Neste sentido poder-se-iam introduzir muitas melhoras no que respeita à interacção, movimento, manipulação e ajustes, etc. Como factor positivo realce para a utilização de imagens reais, a despertar muito interesse entre os utilizadores.

Os projectos resumidos seguintes recorrem na sua maioria a personagens virtuais 3D para efectuar uma comunicação efectiva, onde gestos e expressões faciais são utilizados para transmitir uma mensagem, por vezes complementar à língua falada, por outras como meio principal de diálogo.

Um protótipo de hardware/software para gravação, edição e visualização de gestos foi desenvolvido no departamento de Media Technology and Design da Universidade Politécnica de Upper na Áustria [3] com base em modelos em três dimensões e animação por computador. Permite armazenar gestos usando captura de movimentos com ajuda de hardware específico, seguindo a posição e movimentos das mãos, braços e do corpo superior, ocorrendo a visualização já durante a gravação dos movimentos. Os dados dos movimentos obtidos são aplicados ao software de animações 3D onde aí poderão também ser editados e corrigidos, após isso, os dados da animação são tratados por um motor 3D na aplicação MUDRA. As características interactivas são proporcionadas ao utilizador do programa através de várias opções de câmaras e ângulos de visualização 3D.

O projecto ViSiCAST [4], subsidiado pela União Europeia tinha o objectivo de anunciar previsões meteorológicas a partir de um humano virtual (avatar), guardando as traduções

semi-automaticamente a partir de texto para língua gestual. Com a ajuda do computador, palavras escritas eram analisadas e transpostas numa sequência de gestos. Posteriormente, estes gestos são exibidos, usando animação por computador a partir de um humanóide. As áreas de foco da aplicação seriam a televisão, www/multimédia e as chamadas transacções “face to face” [5,6].

No Reino Unido, o reconhecimento crescente das necessidades inerentes à comunidade surda resultaram numa legislação em relação às televisões de forma a passarem a fornecer a tradução em língua gestual, incrementando ao longo do tempo, o número de programas acompanhado por esta tradução. Assim a ITC (Independent Television Commission) levou a cabo em 1999 o projecto Televirtual [7] para o desenvolvimento do “SIMON”, um gestualista virtual para tradução de textos impressos e capturas televisivas em língua gestual, para resolver alguns problemas de agregação de língua gestual a programas televisivos. O software consiste em dois módulos básicos: traduções linguísticas a partir de Inglês impresso em língua gestual, e a animação e renderização do SIMON.

BIOMECÂNICA - MÃOS E TRONCO SUPERIOR

O esqueleto de uma mão comporta os ossos do punho (carpo), do metacarpo e os ossos dos dedos. As articulações em cada mão poderão ser identificadas como indica a Figura 1 pelas articulações situadas na base do pulso entre o carpo e metacarpo, as articulações de cada dedo sobre o seu metacarpo e a articulações entre falanges.

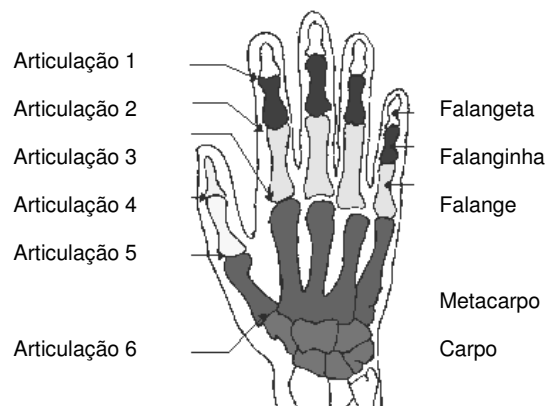


FIGURA. 1

ESQUELETO E ARTICULAÇÕES DA MÃO (IMAGEM ORIGINAL EM: “CONCEPTION ET AJUSTMENT D’UN MODÈLE3D ARTICULÉ DE LA MAIN”, H. OUHADDI ET P. HORAIN [8]).

A mão é um objecto articulado com 28 graus de liberdade. Seis deles são definidos ao nível dos punhos: 3 rotações e 3 translações. Vinte e dois são associados às diferentes articulações dos dedos. Dois graus de liberdade

(abdução/adução e extensão/flexão) para as articulações metacarpo-falanges (Figura 2), um outro (flexão/extensão) ao nível de cada articulação inter-falange. A articulação carpo-metacarpo no pulso possui 3 graus de liberdade: abdução/adução, flexão/extensão e uma pseudo rotação entre os ossos do Carpo e a base do metacarpo do pulso, devido ao relaxamento ou não dos ligamentos.

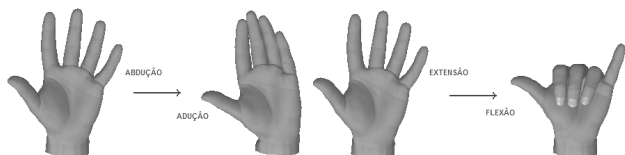


FIGURA. 2

MOVIMENTOS AO NÍVEL DAS ARTICULAÇÕES METACARPO-FALANGES.

A biomecânica do tronco superior humano é muito complexa, a representação dos modelos 3D propostos para a aprendizagem de LGP recorrem como é lógico unicamente a uma aproximação dos movimentos humanos. Numa animação por computador, uma figura articulada é frequentemente modelada por um conjunto de segmentos rígidos* conectados por junções**. Abstractamente, uma junção é um ponto de contracção na relação geométrica entre dois segmentos adjacentes (Figura 3).

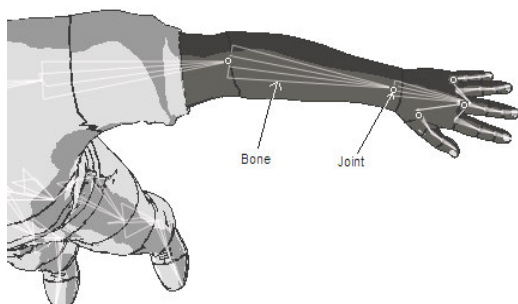


FIGURA. 3

FIGURA ARTICULADA POR JOINTS E BONES.

Esta relação é expressa por um número de parâmetros chamados de ângulos de junção. Assim sendo, os segmentos são conectados para a formação de uma estrutura em árvore, resultando uma colecção de ângulos de junção de todas as junções, correspondendo exactamente à configuração de uma figura articulada.

* Do inglês *Bones*

** Do inglês *Joints*

ANIMAÇÃO TIPO KEY-FRAME

A animação não é a arte do “desenho do movimento” mas a arte do “movimento que é desenhado”. O que acontece entre cada frame é mais importante do que existe em cada frame. A animação é “arte gráfica que ocorre no tempo” [9].

A animação por computador é proximamente relacionada com a construção de filmes de cinema. Um cenário descreve a história, define os actores, como deverão eles interagir, e a que emoções o filme nos transportará. O cenário é subdividido numa sucessão de cenas e o guião dá-nos a primeira impressão geral da aparência visual do filme. Quando estes passos estiverem ultrapassados, o animador pode definir a animação precisa para cada cena do filme. Depois as animações são renderizadas e guardadas frame a frame numa cassete de vídeo ou filme de cinema.

Um dos métodos para definir uma animação é usar um dos tipos de sistemas key-framing, onde o animador constrói a animação para cada actor independentemente especificando valores de key*** e os parâmetros de animação para o sistema interpolar os valores entre esses pontos. Esta técnica é inspirada no modelo tradicional e comercial, como as animações são realizadas e consequentemente bastante perto dos usos para trabalho por parte dos animadores. Existe um grande espectro de outras técnicas para a criação de filmes animados por computador: desde scripts, onde a animação é definida por um programa a um alto nível de especialização, até à simulação, onde a animação resulta da evolução de um modelo do “mundo” de acordo com algumas normas predeterminadas. No entanto, todas estas outras técnicas podem em certo modo ser consideradas como diferentes front-ends comparados com a técnica de key-framing.

A produção de animação de boa qualidade através do uso directo do sistema key-framing requer que o animador esteja capacitado a controlar todos os pequenos detalhes da cena e do movimento de um modo interactivo, isto é possível para o animador através do refinar do trabalho tantas vezes quanto as necessárias. O primeiro passo do trabalho do animador é a composição da cena. Os componentes de uma cena são as animações da camera, um conjunto de luzes de vários tipos e um conjunto de desenhos ou polígonos geométricos, neste caso representando a mão direita, braço e antebraço. O animador deverá especificar as posições, orientações, e a escala de cada um dos componentes da cena assim como a especificação de todos os parâmetros de qualquer tipo de objectos (tal como ângulos de vista da camera e a cor das luzes) e organizar esses componentes dentro de uma hierarquia.

Quando a cena estiver composta, o animador poderá começar o trabalho da definição do movimento. O animador descreverá a animação de cada objecto através dos seus três eixos básicos. Para cada objecto é especificada a sequência

*** Pontos específicos entre várias *frames*

de valores dos parâmetros de cada key e o sistema gera os restantes valores intermédios através de técnicas de interpolação. O animador deverá estar capacitado para a escolha do tipo de interpolação desejado dependendo da velocidade, continuidade, e aceleração ou não pretendida para a animação. No entanto a interpolação de valores várias e várias vezes poderá representar um problema. O animador deverá escolher um tipo de “curva” ao longo da qual serão gerados os vários tipos de diferenças de tempos e especificidades desejadas durante o percurso da animação.

Como já mencionado, este tipo de animação é usualmente idealizado com a animação de modelos organizados num sistema hierárquico: uma árvore de transformações define a posição, orientação e escala de um conjunto de frames de referência que transformam e definem no espaço cada primitiva gráfica. Este tipo de estrutura hierárquica (tipo árvore) é de muito fácil uso nas várias operações necessárias na modelação e animação [10]: os objectos podem ser facilmente colocados numa escala de parentesco e numa simulação de figuras articuladas, essenciais para que todos os tipos de animação funcionem e possam ser realizados de uma forma natural. A figura abaixo mostra um exemplo de representação de uma cena hierárquica.

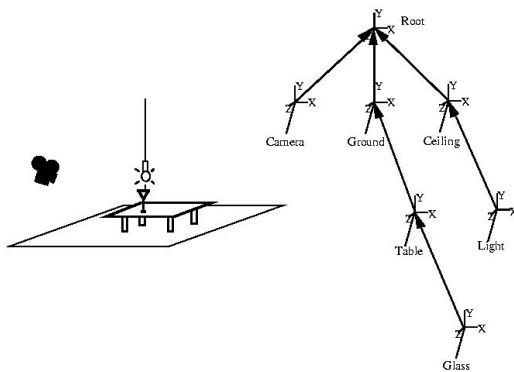


FIGURA. 4

SISTEMA HIERÁRQUICO ORGANIZADO PARA ANIMAÇÃO (IMAGEM ORIGINAL EM: “3D HIERARCHIES FOR ANIMATION” [10]).

A APLICAÇÃO: ABECEDÁRIO 3D

O objectivo principal deste artigo é a feitura e apresentação de uma base de dados dos gestos que representem todas as letras do abecedário em língua gestual portuguesa de uma forma simples, inequívoca e inovadora, via computador e Internet. Esta apresentação teria de ir mais além de simples vídeos ou imagens 2D. As animações (tipo key-frame com interação) a três dimensões seriam opção já que permitiria além do elevado realismo da animação uma escolha diversificada de ângulos de visão que se mostraram eficazes no aperfeiçoamento e clarificação dos gestos apresentados.

O Modelo

Como para a definição das letras era desnecessário um modelo de corpo inteiro já que os gestos correspondentes ao abecedário se limitam à mão direita ou esquerda, e pensando logicamente no minimizar do tamanho dos ficheiros resultantes para aumentar a rapidez e naturalidade dos movimentos, decidiu-se definir um modelo do antebraço, braço e mão direita para a composição de todos os gestos. O primeiro passo seria encontrar um modelo 3D nestes moldes com elevada resolução, principalmente ao nível dos dedos por razões óbvias.

Após uma procura de modelos com estas características revelou-se serem raros e faltosos de qualidade, pelo que se decidiu retirar a parte de interesse a um modelo de corpo inteiro com uma definição muito aceitável e um número de polígonos não demasiadamente elevado (Figura 5), modelo este originário do Poser [11], continha uma mais valia que era a sua composição em diferentes “peças” de modo a permitir a animação na própria aplicação Poser.

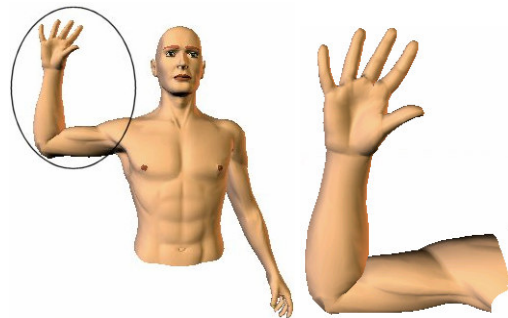


FIGURA. 5

CORTE DO MODELO NECESSÁRIO À ANIMAÇÃO.

Foram assim definidas as animações de todas as letras no Poser, cada uma com uma média de 30 frames resultando 26 ficheiros correspondentes a 26 letras. O passo seguinte seria converter estes ficheiros para o 3DStudioMax de modo a poderem ser exportados para o software de construção Web3D escolhido, o Pulse3D [12].

Exportação

Como a aplicação Poser não possuía capacidade de exportar objectos mais animação correspondente para o 3DStudioMax, após uma troca de ideias no fórum de software sobre Web3D no site <http://www.renderosity>, tomei conhecimento de uma aplicação shareware de nome “Maximum Pose” capaz de fazer a ponte entre estas duas aplicações (Figura 6).

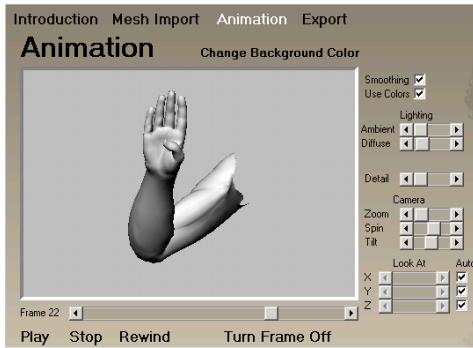


FIGURA. 6
INTERFACE DA APLICAÇÃO MAXIMUM POSE.

Assim sendo, foram animados os modelos no Poser, exportados para o formato Wavefront-obj criando um ficheiro para cada frame da animação, compondo em média 30 ficheiros por animação. Estes ficheiros foram importados pela aplicação Maximum Pose através da opção “Mesh Import”. Ainda no Maximum Pose, a animação poderia ser visualizada frame a frame, podendo especificar e ajustar ainda algumas características da animação. Após todas as especificações, foram exportados o modelo e a animação para cada letra do abecedário em dois ficheiros, respectivamente, um do tipo MS-3DStudioScript (contendo o movimento) e outro do tipo 3DS (contendo o modelo), e importados posteriormente pelo 3DStudioMax.

“Morpher Modifier” - 3DStudioMax.

Já no 3DStudioMax, e após a importação e conversão dos ficheiros do tipo script e 3DS para ficheiros proprietários do 3DstudioMax do tipo “Max”, todas as animações teriam de ser convertidas para o tipo Morpher para posteriormente poderem ser convertidas para o Pulse3D. Morphing é uma técnica de animação semelhante ao twening na animação 2D, ou seja, um objecto Morph combina dois ou mais objectos pela interpolação dos vértices do primeiro objecto combinando com este os vértices do objecto seguinte. Quando esta interpolação ocorre durante um determinado espaço de tempo, resulta então uma animação do tipo Morphing (Figura 7).



FIGURA. 7
ANIMAÇÃO DO TIPO MORPHING.

As posições dos vértices dos objectos 1 e 2 são combinados como extremos de uma interpolação no terceiro objecto, gerando assim uma animação do tipo Morphing.

Assim e para obter o grau de realismo conseguido durante a animação dos gestos correspondentes a cada letra do Gestuário bem como a transição entre os mesmos, teriam de ser definidas 30 posições (objectos) para cada letra que seriam interpoladas através da técnica de Morpher Modifier, já que, como foi dito, seria o único modo de converter estas animações para o Pulse3D.

Dado que o trabalho de definir um a um, 30 estados diferentes para cada uma das 26 letras seria ingrato e moroso, pensou-se em elaborar uma script no 3DStudioMax que pudesse ajudar a esse fim. Assim se construíram animações prontas a serem exportadas para o Pulse3D como se pode ver na Figura 8.

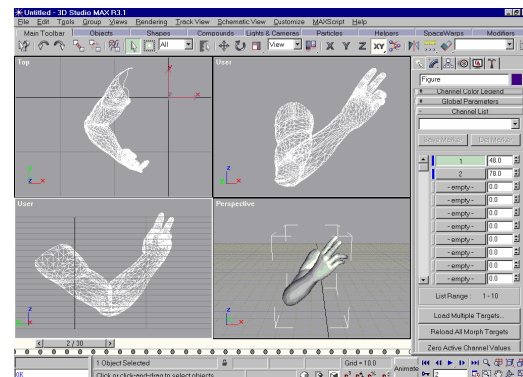


FIGURA. 8
MOMENTO DE REDEFINIÇÃO DOS ESTADOS DE MORPHER NO 3DSTUDIOMAX.

Display no Pulse 3D – Página Web

Depois de importadas as animações resultantes para o Pulse3D com a ajuda do Plug-in - Pulse Producer, foram organizadas e armazenadas num único ficheiro Pulse as 26 animações correspondendo às letras do abecedário (Figura 9), cada letra contendo em média 30 estados do tipo “morph” (derivados do 3DStudioMax) que possibilitaram o bom desempenho final da animação.

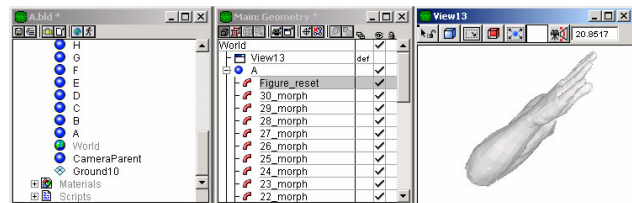


FIGURA. 9
ESTRUTURA HIERÁRQUICA DO ABECEDÁRIO3D.

Foram ainda definidas no Pulse3D, behaviors e scripts necessárias para conseguir a visibilidade do objecto e animação da letra escolhida pelo utilizador enquanto que as outras ficariam ocultas, mas em memória de modo a evitar estados de espera, transições lentas e sobreposição das animações.

Após a definição de toda a estrutura hierárquica e conseguidos os ajustes efectivos, foram gravados os ficheiros web que deram origem à aplicação do Abecedário3D resultando na aplicação interactiva Web apresentada na Figura 10. São ainda apresentadas 4 vistas diferentes da animação (de frente, de cima, do ponto de vista do humanóide e uma vista rotativa sobre o braço: Cam1, Cam2, Cam3 e Cam4 respectivamente) de forma a animar o modelo em ângulos distintos para uma perfeita compreensão dos movimentos constituintes de um determinado gesto (Figura 10).

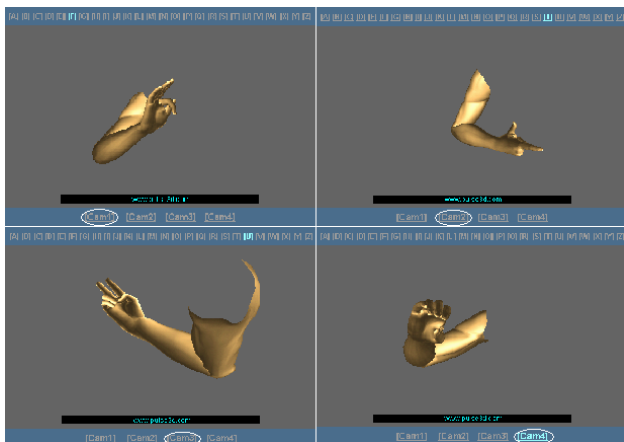


FIGURA. 10

ABECEDÁRIO 3D - REPRESENTAÇÃO DAS LETRAS F,T,U,C; POSSIBILIDADE DE INTERACÇÃO ENTRE AS 4 VISTAS DISPONÍVEIS.

Este sistema, e outros complementares resultantes de trabalho futuro são proposto via Internet no endereço: <http://www.ipb.pt/~leodeus/LGP>.

TESTES DE USABILIDADE

Foi elaborado e proposto um inquérito à Associação de Pais para a Educação de Crianças Deficientes Auditivas (APECDA) – Mazagão- Avelada- Braga entre as datas de Novembro de 2001 e Janeiro de 2002, depois de apresentada e testada a aplicação, obtiveram-se respostas num total de 14 inquéritos. Este, foi composto por 24 perguntas. Achou-se por bem, dividir e concluir os resultados a partir de uma análise comparativa entre duas secções: as respostas dos inquiridos ouvintes e as respostas dos inquiridos surdos, que totalizam 9 e 5 respectivamente.

Da análise das respostas e numa vista geral podem-se retirar as seguintes deduções:

- A maioria dos inquiridos acha necessário e estão de acordo numa utilização mais alargada da Informática/Internet no ensino e aprendizagem de língua gestual portuguesa.
- Existe falta no mercado de aplicações informáticas que de alguma forma apoiem a língua gestual portuguesa, a maior parte dos inquiridos desconhece mesmo, qualquer aplicação informática de apoio a esta língua.
- Aprender, com o que se tem hoje, a comunicar fluidamente em língua gestual portuguesa é um processo por muitos considerado aliciente mas moroso, podendo demorar até, mais de dois anos para se conseguir esse objectivo.
- Um Gestuário 2D na Internet e consequentes vídeos são importantes, mas não suficientes no apoio à aprendizagem de língua gestual Portuguesa.
- Numa escala de 0 (min) a 4 (max), 100% dos inquiridos surdos e 78% dos inquiridos ouvintes deram nota igual ou superior a 3 à pergunta: “ Considera útil o abecedário 3D da aplicação na aprendizagem e aperfeiçoamento das letras LGP?”
- 71% dos inquiridos indicaram a nota 3 (numa escala igual à alínea anterior) à perfeição dos gestos e movimentos LGP apresentados na animação e modelo do abecedário 3D.
- Os inquiridos sentiram-se motivados com a aplicação, mas ressaltaram o facto de gostarem mais de visualizar gestos por imagens de pessoas reais.
- 86% dos inquiridos consideram útil dar continuidade ao trabalho até aqui desenvolvido.

CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

As questões de acessibilidade na utilização de interfaces nos meios informáticos, por parte de pessoas com certas necessidades especiais, têm vindo a tomar relevância especial de algum tempo a esta parte, com a formação de uma opinião pública cada vez mais consciente do tipo de problemas associados a esta problemática. A comunicação com pessoas com deficiências auditivas pode ser melhorada, oferecendo a uma vasta audiência a oportunidade de aprender língua gestual a uma escala mais alargada. A comunidade linguística em língua gestual portuguesa necessita de ser estendida, de forma a minimizar a exclusão social de alguns cidadãos, e para isso, terá de haver investimento em apoio tecnológico para ensinar o português escrito aos surdos e língua gestual Portuguesa a surdos e também aos ouvintes [13].

Cada vez mais, intérpretes de língua gestual, estão ao serviço de construtores de aplicações gráficas de apoio à língua gestual, com o objectivo de transmitir os movimentos

gestuais a aplicações que intentarão ajudar os anteriores em propósitos educacionais de língua gestual. Aplicações gráficas estas, por norma constituídas com base em humanóides 3D, ou parte deles, capazes de documentar língua gestual na World-Wide-Web. Este desenvolvimento poderá marcar um grande impacto no campo dos “livros de ensino de língua gestual”.

A componente prática deste trabalho passou pelo desenho, construção e implementação de um sistema de ajuda ao ensino de língua gestual Portuguesa com base numa aplicação gráfica tridimensional composta de forma a se enquadrar numa aplicação a um nível mais abrangente no propósito educacional de língua gestual portuguesa entre todos os sectores etários e linguísticos.

É possível estabelecer algum trabalho futuro baseado nas conclusões retiradas e nos problemas debatidos. Destaco duas principais linhas de progresso:

- Aumentar o leque de animações interactivas 3D na tradução de gestos LGP, para verbos, adjectivos, substantivos e numeração.
- Melhorar a interface com separação entre a componente visual (modelo) e a estrutura dinâmica (biomecânica) dos objectos em causa, de modo a poder ter vários modelos (interfaces) para diferentes utilizadores, formando assim um conjunto muito mais alargado de interesse ao nível visual sem aumentar consideravelmente a aplicação e não perdendo qualidades de interacção e movimentação em tempo real.

REFERÊNCIAS

- [1] Em conversa com o Director da Associação de País para a Educação de Crianças Deficientes Auditivas (APECDA), Braga, Novembro 2001.
- [2] [Http://tid.es/presencia/boletin7/art004.htm](http://tid.es/presencia/boletin7/art004.htm), “Evaluación de soportes Multimedia para educación y supresión de barreras de comunicación con personas sordas”, (Consultado na Internet em Outubro 2001).
- [3] [Http://www.fhshagenberg.ac.at/mtd/projekte/FFF/3dSign/english.html](http://www.fhshagenberg.ac.at/mtd/projekte/FFF/3dSign/english.html) “Multimédia and 3D for Deaf People”, (Consultado na Internet em Outubro 2001).
- [4] Verlinder M., Tijsseling C., Frowein H, “A Signing Avatar on the www”, International Gesture Workshop 2001, City University, London, Abril 2001.
- [5] Schulmeister R.: ViSiCAST, “Virtual Signing, Capture, Animation, Storage and Transmition” (2000).
- [6] Bangham JA., Cox S.J., Elliot R., Glauert J.R.W., Marshall I., Rankov S., Wells M., “ViSiCAST - Virtual Signing, Capture, Animation, Storage and Transmition”, IEE Seminar on “Speech and language processing for disabled and elderly people”, London, Abril de 2000.
- [7] [Http://www.televirtual.com](http://www.televirtual.com), “Project “Simon”- (Consultado na Internet em Janeiro, 2002).
- [8] Ouahaddi H, Horain P., “Conception et ajustment dún modèle 3D articulé de la main” (CORESA99) França, 1999.
- [9] Martin, “Picture-Driven Animation.”, Proceedings of the Spring Joint Computer Conference. Private Communication. Appears in Baecker, (1969).
- [10] Boulic R, Renault O, “3D Hierarchies for Animation”, in New trends in Animation and Visualization, (1991).
- [11] Software de criação e animação 3D a partir de “actores” e ferramentas de desenho 3D, Metracreations – Curious Labs. Disponível em <http://www.curiouslabs.com>. (Consultado na Internet em Fevereiro de 2003).
- [12] Pulse3D. Software de criação e animação 3D para a Web, Pulse-Bringing life to the Internet. Disponível em <http://www.pulse3D.com>, (Consultado na Internet em Fevereiro de 2002)
- [13] Deusdado L, “Ensino da Língua Gestual Assistido por Personagens 3D Virtuais”, (pp. 4,89), Tese de Mestrado, Braga, Universidade do Minho, Abril 2002