

Jogos computacionais fonoarticulatórios

Antônio Marcos
de Lima Araújo

Doutorando FEEC/UNICAMP
Professor da CEFET-PA

Introdução

Os jogos computacionais fonoarticulatórios visam propiciar ambiente lúdico para aprimoramento do controle dos órgãos fonoarticulatórios, em especial de crianças com perdas auditivas. Os ouvintes utilizam na aquisição da fala a retroalimentação auditiva, para monitorar sua produção e vão gradualmente ajustando-a ao padrão de sua língua, brincando com a voz desde o bal-

bucio, estimulada pela família até alcançar a fala. Na deficiência auditiva a retroalimentação é prejudicada, dificultando o aprendizado.

O auto-monitoramento é base para determinação de posicionamento articulatório adequado. Realizações baseadas apenas em descrições de posicionamento haverão de resultar em fala com movimentos compensatórios exagerados, pois utilizam posições fixadas arbitrariamente por instrução e não obtidas na busca de uma

posição articulatória confortável. O uso de A.A.S.I. e educação auditiva (Couto-Lenzi, 1997; Bevilacqua e Formigoni, 1997), aprimoram as habilidades auditivas proporcionando melhorias no auto-monitoramento.

Para Menn e Stoel-Gammon (1997)

“A fala possui um componente de destreza e, como ocorre com qualquer atividade que exige uma destreza, a prática aumenta o controle e a preci-

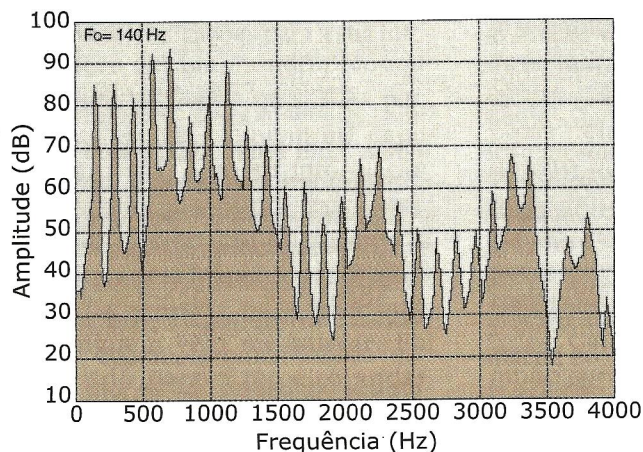


Figura 1: Espectro de freqüências da vogal /a/ produzida com freqüência fundamental de 140Hz

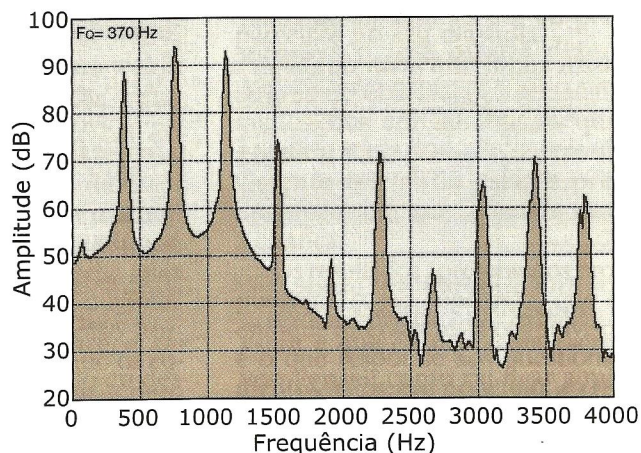


Figura 2: Espectro de freqüências da vogal /a/ produzida com freqüência fundamental de 370Hz.

são com que um movimento é realizado. Assim, quanto maior a frequência com que um bebê produz os movimentos que moldam o trato vocal para produção de determinados sons e seqüências de sons, mais automáticos se tornam estes movimentos e, por fim, torna-se mais fácil executá-los na produção da fala com significado”.

Jogos computacionais fonoarticulatórios são basicamente instrumentos para auto-monitoramento da voz. Neste caso, a retroalimentação é realizada visualmente na tela do computador. A concepção na forma de jogos visa proporcionar um ambiente lúdico para realização dos exercícios. A criança pode aprimorar a fonação e obter naturalmente uma posição articulatória mais confortável, a qual permitirá

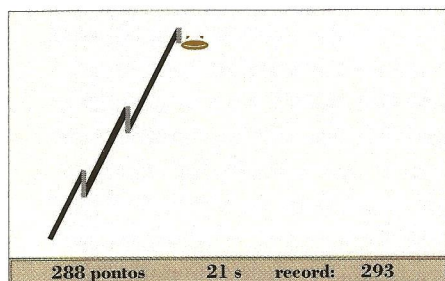


Figura 3: Tela do jogo para exercício de aprimoramento do controle respiratório

maior controle do jogo com menor esforço fonoarticulatório.

Do ponto de vista fonético

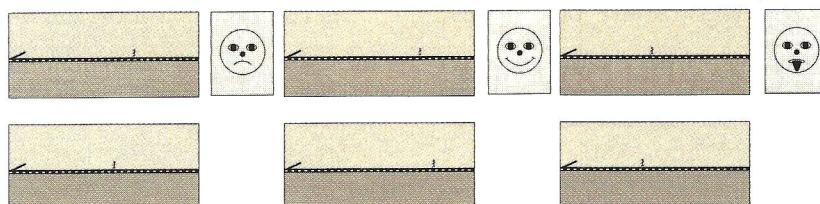


Figura 4: Energia menor que limiar inferior fixado

Figura 5: Energia na faixa fixada

Figura 6: Energia maior que limiar superior fixado

(Camara Jr., 1991) a vogal /a/, por exemplo, é central e produzida com os lábios distensos, a boca aberta e a língua abaixada. A vogal /a/ pode, na verdade, ser realizada com infinitos posicionamentos. Movimentos compensatórios permitem realizar essa vogal, por exemplo, com a língua para fora ou no palato. A posição definida pela fonética corresponde a uma produção média, de mínimo custo articulatório, que requer menor utilização de músculos e movimentação de massa, obtida no processo de aprendizado — produção, monitoramento auditivo, reajuste fonoarticulatório. Para esse caso, os jogos visam proporcionar um ambiente para que a criança possa alcançar naturalmente a posição articulatória mais confortável — posição que proporcionará maior controle do jogo com mínimo esforço.

Outra aplicação dos jogos fonoarticulatórios em computador é o aprimoramento do controle da frequência fundamental (F_0). Calvert e Silverman (1975)

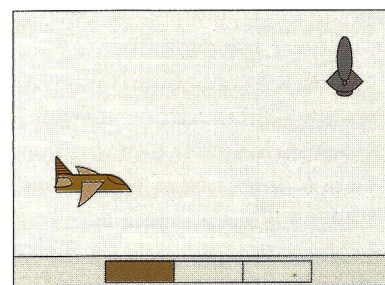


Figura 7: F_0 menor que limiar mínimo fixado

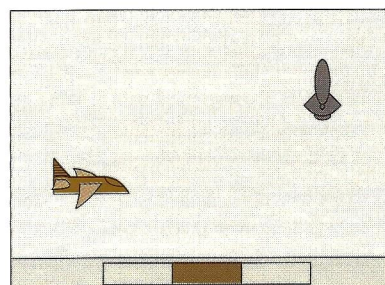


Figura 8: F_0 na faixa fixada

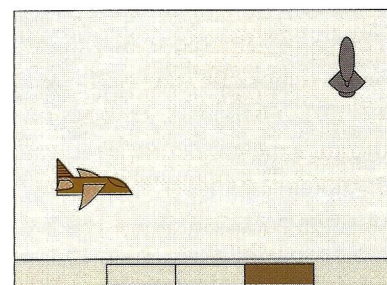


Figura 9: F_0 maior que limiar fixado

afirmam que deficientes auditivos utilizam freqüências fundamentais elevadas. Lima, Araújo e Romano (1999) registraram F_0 de até 680Hz em adolescentes com perdas auditivas severas, quando um padrão ouvinte médio para mesma idade e sexo é de 235Hz (Russo e Behlau, 1993), Ling (1975) confirma o padrão agudizado dos deficientes auditivos, mas afirma que os mesmos acham mais inteligíveis vozes com F_0 baixas. Assertivas e dados que parecem constituir um paradoxo.

Para Robb e Saxman (1985), bebês apresentam valores médios de F_0 acima de 400Hz e crianças com 3 anos apresentam F_0 inferior a 300Hz. Os autores mostram que a média e desvio padrão da freqüência fundamental começam a diminuir nas crianças a partir dos 11 meses de idade, adaptando-as para aproximá-las de uma função com propósito acústico/comunicativo.

Para Borges (1998), variações na fala do deficiente auditivo, resultam de sua tentativa de aumentar o *feedback* proprioceptivo na atividade da produção de fala.

A audição é muito sensível em freqüências próximas a 1KHz. O zero dBNA (Audiômetro) em 125Hz (45dBNPS) é fisicamente 38 dB maior que o zero DBNA em 1.000Hz (7dBNPS), embora produzam a mesma sensação sonora. Aumentar a freqüência fundamental aproximando-a da faixa de maior sensibilidade, corresponde a amplificar o sinal, facilitando ao deficiente auditivo monitorar a

produção (ou não) de som, utilizando o resíduo auditivo para detectar sua própria voz.

As Figuras 1 e 2 mostram espectros de freqüências fundamentais de 140 e 370Hz, respectivamente.

Na Figura 1, pode-se verificar que maior definição das freqüências de ressonâncias possibilitam melhor discriminação dessa vogal. Deficientes auditivos apresentam audição residual de qualquer grau (Bevilacqua e Formigoni, 1997). Para uma pessoa com audição restrita às freqüências de até 1 KHz, por exemplo, o espectro mostrado na Figura 1 estimulará a cóclea em 7 pontos (freqüências de 140, 280, 420, 560, 700, 840 e 980 Hz), enquanto o espectro da Figura 2 fornecerá apenas 2 harmônicas (370 e 740 Hz).

A freqüência fundamental e suas harmônicas são suporte para produção de sons sonoros. Assim, freqüências fundamentais muito acima de 300Hz prejudicarão inclusive a produção de alguns sons. Por exemplo, as vogais /i/ e /u/ são realizadas com o primeiro formante em 300Hz, serão prejudicadas ao serem realizadas com freqüência fundamental de 400Hz. A vogal /a/ por apresentar um primeiro formante em 600-700Hz é menos susceptível a valores elevados de F_0 .

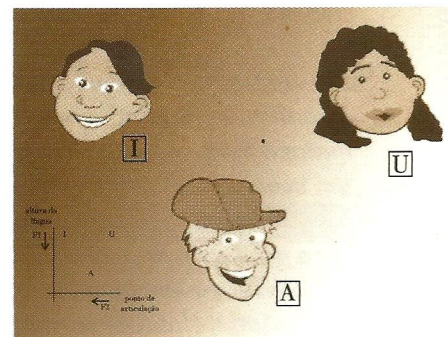


Figura 10: Sistema trivocalico

Portanto, freqüências fundamentais mais altas facilitarão para o deficiente detectar se está (ou não) produzindo som. Por outro lado, freqüências fundamentais baixas propiciam padrão harmônico mais rico, aumentando a inteligibilidade e facilitando a realização dos sons da fala.

Metodologia

O desenvolvimento dos jogos foi realizado por professores e alunos da Universidade Federal do Pará (UFPA) e do Centro Federal de Educação Tecnológica do Pará (CEFET-PA) sendo iniciado em 1994 (Castro, Anjos, Araújo e Klautau, 1995), em Belém do Pará, com suporte fonoaudiológico do Instituto Felipe Smalldone (IFS), instituição especializada no ensino de deficientes auditivos.

“...freqüências fundamentais baixas propiciam padrão harmônico mais rico, aumentando a inteligibilidade e facilitando a realização dos sons da fala.”

Na fase inicial, concluída em 1996, foram desenvolvidos aplicativos para auxílio no treinamento da respiração, da energia, da frequência fundamental e vogais. O sistema está implantando no IFS e no Centro de Estudos e Pesquisas em Reabilitação “Prof. Gabriel Porto” — CEPRE/UNICAMP.

O sistema está atualmente em desenvolvimento no Laboratório de Processamento Digital de Sinais da Fala da Faculdade de Engenharia Elétrica da UNICAMP e apoio do CNPq e CEFET-PA. A seguir serão apresentados alguns dos jogos desenvolvidos.

Exercícios fonoarticulatórios em computador

Aprimoramento do controle respiratório e controle de intensidade

A fonte de energia para produção da fala é a corrente de ar proveniente dos pulmões. O fluxo respiratório se altera de acordo com as necessidades. Na fala, o ciclo expiratório apresenta duração maior que o ciclo inspiratório (Issler, 1996).

Os jogos computacionais aplicados para aprimorar controle respiratório visam estimular o aumento da duração do ciclo expiratório e, conseqüente, redução do ciclo inspiratório, sem prejuízo do volume. A Figura 3 apresenta o quadro de um dos jogos para aprimoramento controle respiratório.

No ciclo expiratório a nave

tem um movimento ascendente e os pontos serão aumentados. Durante o ciclo inspiratório, a pequena nave tem um movimento descendente. Esse jogo pode ser realizado com sopro (no microfone) ou voz.

O controle respiratório é também utilizado para auxiliar o domínio da intensidade da fala. Valores máximos e mínimos da energia devem ser fixados no início do jogo. A criança controlará o objeto do jogo quando emitir som com uma intensidade na faixa fixada. Caso a emissão esteja fora da faixa fixada, a criança perderá o controle do jogo (a nave cairá, o boneco deixará de correr, etc.).

As Figuras 4, 5 e 6 mostram fases do jogo de corrida utilizado no exercício de controle de intensidade. Nesse jogo, a intensidade sonora da locução possibilitará (ou não) controle do boneco situado na pista superior. O boneco controlado pela criança correrá (mais que o controlado pelo computador) se a energia da locução estiver na faixa definida pelo instrutor, como na Figura 5 mostrando “alegria”. Caso a energia fique abaixo ou acima da faixa fixada, o boneco permanecerá parado, como mostrado nas Figuras 4 e 6 respectivamente, ficando triste ou mostrando a língua.

Ajuste e aprimoramento do controle da frequência fundamental

A frequência fundamental é resultado da ação vibratória das pregas vocais sobre a excitação proveniente dos pulmões. A frequência fundamental varia com a idade e o sexo e é base para produção dos sons sonoros.

Neste jogo, a frequência de vibração das pregas vocais controla uma nave. Valores máximos e mínimos para frequência fundamental precisam ser fixados no início do jogo e o estudante deve desviar-se de nave obstáculos.

Nas Figuras 7 e 9, os valores da frequência fundamental estão, respectivamente, abaixo e acima dos limiares fixados, fazendo com que o jogador perca o controle da nave. Na Figura 8, o valor da frequências fundamental está na faixa fixada, fazendo com que a nave suba ao controle do jogador. As barras coloridas mostram se a frequência da locução está abaixo, dentro ou acima dos limiares fixados.

A frequência fundamental deverá ser medida antes do início dos exercícios e gradualmente os valores máximos e mínimos devem ser fixados de tal forma que tendam para valores normalmente utilizados por ouvintes, de acordo com sua

MATERIAL TÉCNICO-PEDAGÓGICO

INES

ESPAÇO

DEZ/99

90

idade e sexo. Lima, Araújo e Romano (1999) utilizando esse jogo 15 minutos por semana, por 25 semanas, obtiveram a redução da frequência fundamental de 680Hz para 280Hz, em uma criança com perda sensorial profunda. A criança que inicialmente comunicava-se exclusivamente com língua de sinais, incrementou de forma considerável sua comunicação oral ao longo do período.

Ajuste do posicionamento de vogais

A produção das vogais é outra importante característica dos sons da fala que se encontra implementada, permitindo aos deficientes auditivos um ambiente lúdico interativo para seu aprimoramento fonoarticulatório (Figura 10).

Considerações finais

Este trabalho apresenta um sistema computacional para auxílio nos exercícios fonoarticulatórios com deficientes auditivos. Lima, Araújo e Romano (1999) mostraram que os exercícios fonoarticulatórios propostos podem ser efetivos.

O sistema, outros programas e textos sobre padrões ouvintes médios e procedimentos para medidas podem ser obtidos gratuitamente via internet nos computadores do CEFET-PA, pelos endereços:

ftp://ftp.guama.etfpa.br (logon: amar; senha: amar) e e-mail: amar@decom.fee.unicamp.br

Em todos os jogos valores mínimos e máximos do padrão a ser

exercitado devem ser fixados, sendo base para uma efetiva utilização dos jogos. Por exemplo, para uma criança com frequência fundamental em 600Hz, fixar um valor máximo de 300Hz só provocará frustrações. Entretanto, fixar o valor máximo sempre próximo a 600Hz não produzirá mo-

dificações nos valores da frequência fundamental.

É portanto essencial o conhecimento dos padrões ouvintes médios, o acompanhamento da evolução do aluno, medindo os padrões adquiridos, tal que os exercícios possam ser consequentes.

Referências Bibliográficas

- BEVILACQUA, M. C. & FORMIGONI, G.M.P. (1997) *Audiologia Educacional: Uma Opção Terapêutica para a Criança Deficiente Auditiva*. Carapicuíba: Ed. Pró-Fono
- BORGES, R.M.M., (1988) *Avaliação de Voz em Deficientes Auditivos: Uma Análise Crítica* in FERREIRA, L. P. (org.) *Dissertando sobre voz*, Vol. 2, Carapicuíba: Ed. Pró-Fono
- CALVERT, D. R. & SILVERMAN, S. R. (1975) *Speech and Deafness*. Washington: Ed. Alexander Graham Bell Association for the Deaf.
- CAMARA JR, J. M (1991) *Estrutura da Língua Portuguesa* (20ª ed.), Petrópolis: Ed. Vozes
- CASTRO, D. B., ANJOS, J. C. A., ARAÚJO, A. M. L. & KLAUTAU, A. (1995) *Sistema áudio gráfico visual computadorizado para auxílio no treinamento de deficientes auditivos*, Anais XVIII Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, II, 725-729, Curitiba-PR
- COUTO-LENZI, A. (1997) *Percepção da Fala*, Rio de Janeiro: Ed. AIPEDA
- ISSLER, S. (1996) *Articulação e Linguagem*, 3ª Ed., São Paulo: Ed. Lovise
- LING, D. (1975) *Amplification for Speech*. In CALVERT, D. R. & SILVERMAN, S. R. *Speech and Deafness*. Washington: Ed. Alexander Graham Bell Association for the Deaf
- LIMA, M. C., ARAÚJO, A.M.L. & ROMANO, A.M.C. (1999) *Utilization of a computational program to assist voice production of a deaf adolescent*, Proc. of 2nd World Voice Congress. 85-86 — São Paulo — SP
- MENN, L., STOEL-GAMMON, C. (1997) *Desenvolvimento Fonológico* In FLETCHER, P. & MACWHINNEY, B. *Compêndio da Linguagem da Criança*, Porto Alegre: Ed. Artes Médicas
- ROBB, M. P., SAXMAN, J. H. (1985) *Developmental trends in vocal fundamental frequency of young children*, J. of Speech and Hearing Research, Vol. 28, pág. 421-427, Set. 1985
- RUSSO, L., BEHLAU, M. (1993) *Percepção da Fala: Análise Acústica do Português Brasileiro* — São Paulo: Editora Lovise.