

# AUDIOL **infos** OLOGY

A revista dos profissionais da audição

44

[www.audiology-infos.br.com](http://www.audiology-infos.br.com)

**DOSSIÊ**

## O atendimento do paciente com zumbido

### SOFTWARE

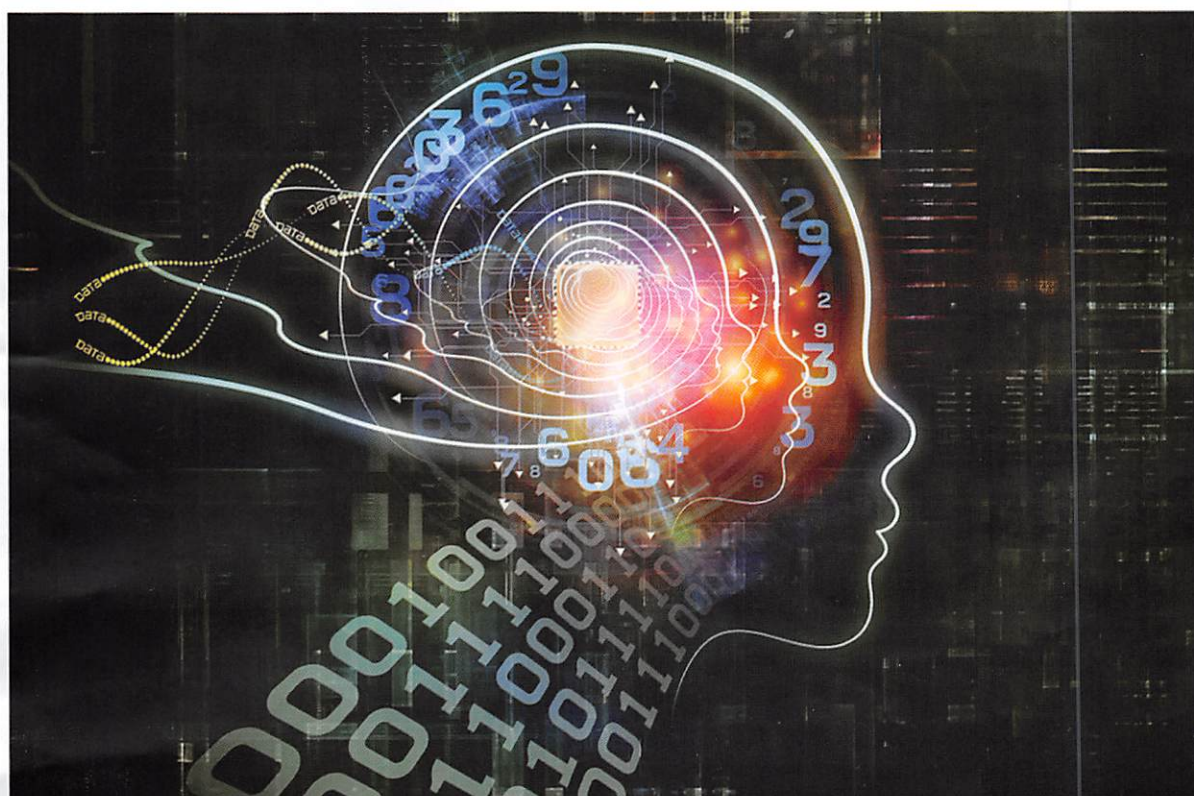
Agente inteligente busca otimizar a programação de IC

### CANADÁ

Toronto Infant Hearing Program: Alto padrão também enfrenta desafios

# AGENTE INTELIGENTE

busca otimizar  
programação de IC



Shutterstock

Fruto de estudos que se iniciaram na década de 90, o software FOX – Fitting to Outcomes eXpert – abre novos caminhos para a programação do implante coclear. Criada pelo professor Paul Govaerts e sua equipe, em Antuérpia (Bélgica), a ferramenta tem o objetivo de permitir ajustes mais consistentes, visando o melhor desempenho possível do implantado. Os mapas propostos pelo algoritmo FOX se baseiam em dados psicoacústicos do paciente, coletados por meio de uma outra ferramenta também desenvolvida pela equipe, e mapas de outros sujeitos. Com capacidade de aprendizagem e abordagem probabilística, o FOX é o primeiro assistente inteligente de programação de IC.

Por **Stéphane Davoine**

[stephanedavoine@audioinfosbrasil.com](mailto:stephanedavoine@audioinfosbrasil.com)

## **Intelligent agent is intended to optimize CI fitting**

Resulting from studies that initiated in the 90s, the second generation of FOX – Fitting to Outcomes eXpert – software opens up a new road for cochlear implants mapping. Created by Prof. Paul Govaerts' team, in Antwerp – Belgium, the tool aims at more consistent fitting in order to deliver the best possible patients outcomes. FOX MAPs are grounded on patients psychoacoustics data – collected through the ASE, another tool also developed by Govaerts' team – and other MAPs of its database. FOX is the first CI artificial intelligence fitting assistant, based on probabilistic logic and with learning capacities. ]

**D**iferentemente da adaptação de aparelhos auditivos, com as medições com microfone sonda, a programação do implante coclear não se beneficia de um procedimento objetivo de verificação.

A regulagem da tecnologia se baseia, principalmente, no feedback subjetivo dos pacientes, pouco confiável quando o indivíduo nunca escutou antes, ou permaneceu em privação auditiva por muitos anos. E caso o implantado já tenha experimentado a escuta acústica, ele não tem referência do que seria bom ou ruim com a 'escuta elétrica'.

Já nos anos 1990, essas considerações levaram o Prof. Paul Govaerts – que chefia a clínica privada Eargroup em Antuérpia (Bélgica) – e sua equipe, a questionar, a qualidade e a otimização da programação do implante coclear. E, também, a buscar meios para garantir o melhor aproveitamento da tecnologia.

O primeiro passo foi o desenvolvimento, ao longo da década de 90, da série de testes AŞE. “A função principal da cóclea é codificar as pequenas diferenças espectrais dos sons”, explicou Govaerts à **Audiology Infos**, “desta forma, decidimos desenvolver estímulos que se diferenciam apenas por seu conteúdo espectral, e apresentá-los por meio de tarefas de discriminação”. De acordo com essa abordagem, a meta central da programação do implante é assegurar que todas as possíveis diferenças espectrais sejam discriminadas pelo implantado. A versão atual do software AŞE permite registrar mais de 60 escores em termos de: 1. Audiometria (250, 500, 1.000, 2.000, 4000 e 6.000 Hz), 2. Discriminação de fonemas (20 escores), 3. Escala de crescimento de loudness (sons apresentados por intervalos de 5 dB de 30 a 85 dB para as frequências 250, 1.000 e 4.000 Hz), e 4. Logaudiometria com escores para 40, 55, 70 e 85 dBNPS.

### Lógica probabilística

Segundo Paul Govaerts, os testes do AŞE levam apenas alguns minutos para serem realizados e podem ser feitos, pelo menos parte deles (limiares tonais e discriminação de contrastes fonêmicos, com respostas condicionadas), até em crianças com menos de um ano de idade. Com o passar dos anos, as provas de discriminação do AŞE integraram a bateria de instrumentos da clínica Eargroup para avaliar a seleção dos candidatos ao implante coclear. “Usamos esse teste para estimar o potencial de resolução frequencial da cóclea. Assim, o fato da pessoa não conseguir discriminar contrastes reforça a indicação do implante coclear”, esclarece Govaerts. O desempenho dos implantes cocleares e dos seus processadores de fala depende da escolha de valores para vários parâmetros: níveis T e C (a corrente elétrica mínima e máxima para que o paciente consiga, respectivamente, perceber o estímulo, e não sofrer desconforto), T-SPL e C-SPL (que controlam os níveis de intensidade mínima

e máxima que resultam na estimulação elétrica), ganho, faixa dinâmica, largura do pulso, etc. Esses valores constituem o mapa do paciente, e suas combinações são inúmeras.

Relacionar a determinação desses parâmetros e a maneira com a qual o cérebro lida com as novas entradas elétricas, com os escores fornecidos pelo AŞE foi o grande desafio da equipe de Govaerts. Para resolver essa equação, os pesquisadores têm trabalhado, a partir do final dos anos 1990, na elaboração de algoritmos matemáticos visando a determinação de mapas otimizados de acordo com os resultados fornecidos pelo AŞE, ou seja, mapas que permitem desempenho mais próximo dos alvos – faixa de normalidade da audição. O software FOX nasceu desses estudos, e a primeira geração (FOX 1G) foi divulgada no início dos anos 2000.

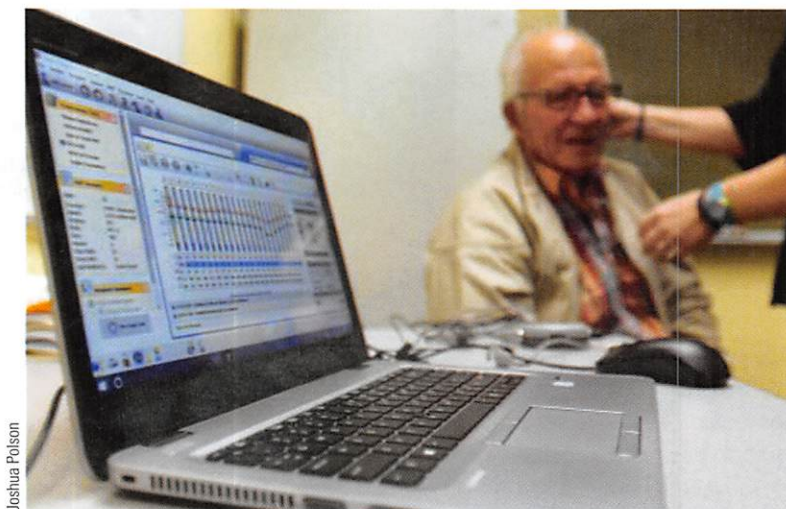


Arquivo pessoal

Paul Govaerts: “A função principal da cóclea é codificar as pequenas diferenças espectrais dos sons”

“Ao comparar os resultados preditos com aqueles observados, a inteligência artificial pode aprender e se tornar mais acurada ao longo do tempo.”

Mas o grande avanço ocorreu recentemente, com a segunda versão. Finalizado em 2016, o FOX G2 é um agente inteligente com capacidade de aprendizagem. A principal mudança foi a substituição da lógica determinista pela lógica probabilística, fazendo com que o efeito de uma intervenção seja predito em termos de probabilidades. Por exemplo, ao aumentar o nível T, o limiar audiométrico pode melhorar. A lógica probabilística atribui probabilidades aos eventos possíveis – o limiar melhora, permanece estável, ou piora –, uma abordagem mais adaptada ao comportamento humano. “Ao comparar os resultados preditos com aqueles observados, a inteligência artificial pode aprender e se tornar mais acurada ao longo do tempo e, por isso, o agente pode levar em conta, também, mais parâmetros de adaptação do que a lógica determinista”, ressalta Govaerts. “Graças à capacidade interna de aprendizagem, os escores médios de logaudiometria aumentaram em 20% em nossos pacientes nos últimos anos; a variação entre os implantados também foi reduzida substancialmente, fazendo com que os bons resultados sejam bastante previsíveis e menos dependentes do audiologista ou do centro de implante”, afirma ainda.



Joshua Polson

▲ O desempenho dos implantes cocleares e dos seus processadores de fala depende da escolha de valores para vários parâmetros.

### Processo sistematizado

Vale ressaltar que, até agora, os ciclos de aprendizagem não estão acontecendo em tempo real, porque os pesquisadores ainda estão verificando o efeito do processo antes de liberar o FOX atualizado para seus usuários. Por enquanto, esses ciclos de aprendizagens são operados em intervalos regulares. Em seguida, o algoritmo de aprendizagem roda durante horas, para analisar a totalidade da nova base de dados com todos os mapas e resultados correspondentes, representando milhões de dados. Após essa análise, as variáveis do FOX são atualizadas. Segundo Paul Govaerts, esse processo deve ser automatizado, em um futuro próximo.

No Brasil, a Dra. Valéria Goffi já tem conhecimento da ferramenta. Em julho de 2016, a coordenadora da equipe de fonoaudiologia do Grupo de Implante Coclear do HCFMUSP foi à Antuérpia para participar de um treino de uma semana para obter a certificação do FOX e poder usá-lo. Desde então, ela pôde verificar as vantagens da ferramenta. “O que o profissional consegue e tem o hábito de alterar na programação é muito mais limitado do que o FOX é preparado para fazer”, salienta. “O paciente, às vezes, não está ouvindo sons sutis, sendo necessário alterar o valor do parâmetro TSPL. Mas essa modificação pode resultar em mais ruído e acabar mascarando os sons de baixa energia acústica, portanto, não costumamos modificar este parâmetro, enquanto o FOX conseguirá uma combinação entre o TSPL e o nível T a ponto de o paciente não escutar o ruído, mas ter acesso a sons baixinhos”, exemplifica Valéria Goffi.

As limitações da programação do implante pelos profissionais da área foram evidenciadas por um estudo da equipe de Govaerts, publicado em 2014, que levantou dados em 47 centros responsáveis por mais de 47 mil implantados, localizados em 17 países nos cinco con-

tinentes. A pesquisa apontou que o principal foco das sessões de programação visava determinar os níveis T e C com base na percepção subjetiva de *loudness* pelo usuário, e, em menor escala, na audiometria de tom puro e vocal. De modo geral, os outros parâmetros dos implantes são pouco considerados na programação, e alvos são apenas definidos para audiometria de tom puro. Uma outra conclusão foi a existência de muitas variações entre as práticas de cada centro de implante e a ausência de processos otimizados.

Com o FOX, o processo inteiro de programação de IC é sistematizado. De acordo com Paul Govaerts, são apenas três sessões de programação, sendo que a primeira, no momento da ativação do dispositivo, leva 30 minutos e as duas outras menos de uma hora. Para Valéria Goffi, a ferramenta não tem, necessariamente, o objetivo de agilizar a sessão de programação, já que a avaliação pelo AŞE pode levar mais tempo. Mas, a abordagem permite diminuir o número de retornos e também pode determinar quando não são mais necessárias modificações, pois a programação “ideal” foi alcançada naquele estágio. A fonoaudióloga considera que uma das desvantagens é que os mapas para a ativação indicados pelo software são pré-programados, não personalizados. “Os mapas são baseados em ‘média geral de níveis de estimulação de um grande número de outros pacientes’ e têm como *default* os eletrodos da base da cóclea desativados. Nas

“ O que o profissional consegue e tem o hábito de alterar na programação é muito mais limitado do que o FOX é preparado para fazer. ”

próximas versões do FOX, esses mapas deverão levar em consideração as diferenças individuais das respostas neurais e as informações sobre o número de eletrodos inseridos na cóclea, explica Valéria. Para Paul Govaerts, os mapas automatizados se justificam pela ausência, inicialmente, de resultados aos testes, e pela estratégia adotada. “Preferimos deixar o novo implantado algum tempo para que ele se acostume ao som antes de dedicar tempo aos ajustes finos. Portanto, na filosofia do FOX, construímos primeiro a tolerância do paciente em relação ao *loudness*, por meio dos mapas automáticos, e após duas semanas iniciamos os testes e os ajustes finos com base no mapa automático melhor tolerado”, diz Govaerts.

A sistematização da determinação do mapa pelo FOX, alimentado pelos mais de 60 resultados do paciente nos testes do AŞE, fornece a possibilidade de alguma verificação. Essa é baseada na comparação dos



S.D.

▲ Valéria Goffi: Com o FOX, uma das desvantagens é que os mapas para a ativação não são personalizados.

resultados medidos de acordo com o mapa definido pelo FOX, e dos valores normais que o sistema alveja. Não se trata de uma verificação objetiva, já que ela é baseada na participação dos pacientes nos testes. “A verificação que podemos fazer com medidas objetivas, como potenciais evocados e telemetria neural, têm como objetivo verificar se o implante está funcionando, mas, não há como verificar, de forma objetiva, o desempenho do paciente com a tecnologia; para isso, precisamos dos testes psicoacústicos”, lembra Valéria Goffi. A novidade é que, antes do AŞE, a única referência era a audiometria. O fato do software fornecer uma bateria de alvos faz com que seja possível avaliar a programação. “Apesar de não ser uma verificação sem a participação do paciente, pelo menos foram estabelecidos alvos, o que foi o grande pulo”, diz a fonoaudióloga.

### **Licença de uso exclusivo com a Cochlear**

Em maio de 2017, a Otoconsult, empresa responsável pelas duas ferramentas, entrou em uma parceria exclusiva, durante cinco anos, com o fabricante australiano Cochlear Corporation. “Tínhamos convidado os quatro principais fabricantes de implantes a participar do desenvolvimento do FOX 2G, mas ocorreu que uma licença de uso exclusivo com a Cochlear forneceu a melhor garantia para seguir no aprimoramento dessa e das futuras gerações do FOX”, relata Paul Govaerts. Uma das linhas de pesquisa é a conectividade remota para futuras funções de testagem e programação à distância, e, em seguida, a testagem e programação pelo próprio paciente. O primeiro resultado da parceria foi a ferramenta Coala Link, que permite conectar o implante do paciente diretamente a um computador para fazer a programação sem cabina acusticamente tratada nem audiômetro.