



Título de la Ponencia:

Aplicaciones del Análisis Acústico a la Rehabilitación de la Voz y del Habla

Autora: **Dra. Montserrat Bonet**. Doctora en medicina, especialista en Otorrinolaringología y Foniatría. Logopeda colegiada. Profesora asociada al Departamento de Cirugía y Especialidades Quirúrgicas en la UB (Universitat de Barcelona). Profesora Titular en ESMUC (Escola Superior de Música de Catalunya).

Resumen

Los programas informáticos acústicos a tiempo real resultan muy útiles para la rehabilitación de la voz, el habla y el lenguaje en los pacientes foniátricos. No sólo como otra herramienta del amplio arsenal terapéutico a tener en cuenta, sino cómo un apoyo fundamental para aumentar la eficacia de la rehabilitación foniátrica. Se describen los materiales de software acústico aptos para rehabilitación más utilizados, se detallan las páginas Web para facilitar su localización, los inconvenientes y ventajas de los programas de libre acceso frente a los programas comerciales. Se expone nuestra experiencia durante el período 2001-2009, con 401 pacientes que han realizado rehabilitación foniátrica o logopédica en nuestro consultorio. El 57,5% de los pacientes rehabilitados eran mujeres y el 42,5% hombres, con edades que oscilaban entre los 4 y los 91 años de edad, abundando las niñas y jóvenes. Estos pacientes rehabilitados han realizado un total de 5326 sesiones, con una media de 15 sesiones por paciente. La media de sesiones dedicadas prioritariamente a trabajar con programas de software acústico fue de 3 sesiones por paciente. Los diagnósticos de los pacientes rehabilitados son cáncer de laringe, disartria, tartamudez, disfonía funcional, dislalia simple, disodea, laringitis crónica, nódulo y pólipo vocal, patología congénita de cuerdas vocales, retraso del lenguaje, retraso del habla y sordera. Durante los 4 últimos años la cantidad de pacientes que utilizan los programas informáticos en casa como deberes se ha multiplicado y el número de sesiones de rehabilitación por paciente ha disminuido.

Introducción

Desde la aparición de los primeros ordenadores personales y sobretodo a partir de 1978 surgieron materiales informáticos destinados a la rehabilitación destinados a la Patología de la Comunicación. Su uso era muy restringido debido al elevado coste de los equipos informáticos, a la necesidad de disponer de potentes ordenadores equipados con tarjetas de sonido sofisticadas y de condiciones acústicas adecuadas, además de contar con personal suficientemente entrenado. Me refiero a equipos tipo *CSL*, *Visi-Pitch* o *Sona-Match* de los Laboratorios *Kay Elemetrics* (1) o a programas de *Speech Therapy* de Triggers (2), *Sound Scope* (3). En nuestro país varios centros hospitalarios adecuaron programas informáticos a sus necesidades asistenciales cómo los promulgados por el Hospital de San Pablo de Barcelona para la rehabilitación de afasias, o los apoyados por AELFA (Asociación Española de Logopedia, Foniatría y Audiología) para la rehabilitación de dislalias o retrasos del lenguaje.

Aparecieron luego los programas *Real-Time*, de análisis acústico a tiempo real que cambiaron el panorama. Mientras el sujeto habla el programa graba y a su vez reproduce al instante la visión gráfica del oscilograma, sonograma y/o espectrograma al instante. (4-6). Durante el Congreso de la SOMEF en Málaga en el año 2000 se discutió sobre la eficacia del tratamiento rehabilitador foniátrico y la necesidad de objetivar la mejoría acústica del habla, voz o lenguaje de un paciente, gracias al uso de los nuevos métodos de análisis acústico. Desde entonces, paulatinamente se fue extendiendo el uso de programas de software acústico para el diagnóstico en patología foniátrica.



Con el estallido de Internet, a partir de los años noventa aparecen los programas de libre acceso, llamados “*freeware*”, sin pago ni coste económico, que facilitan el acceso a todo quien sepa y quiera usarlos. La mayor parte de estos programas de análisis acústico de libre acceso son facilitados por profesores universitarios, destinados a sus alumnos de fonética o acústica y para ser utilizados, en general, sólo requieren informar al autor sobre el destino y uso del mismo.

En la literatura americana pronto surgen los primeros trabajos dedicados al uso de dicho software a la rehabilitación de la voz y del habla. Ya en 1994, el profesor Ingo Titze (1) habla de que el uso del análisis computerizado de la voz no debe ser usado solamente como recurso de investigación, sino también como herramienta de feedback para la reeducación y la rehabilitación vocal. R. Horne también en 1994 fue uno de los pioneros en divulgar su programa *Gram* en Internet, para uso común, hasta entonces solamente usado en investigación. También el cantante e ingeniero Donald Miller puso a disposición de la red el programa *VoceVista* para el uso del ElectroGlotoGrama (EGG) de muy bajo coste, dedicado a la pedagogía del canto (7-10).

En España, como en el resto de Europa, las nuevas tecnologías y el ordenador con sus múltiples aplicaciones se ha extendido en la escuela, en pedagogía y en logopedia. Múltiples y variados son los trabajos que abogan por su eficacia en dichos campos (1, 7, 11-23).

En Barcelona, en nuestro laboratorio de voz, des del año 2000 se usan los programas de análisis acústico, durante un primer período como diagnóstico y luego también en las sesiones de rehabilitación. En rehabilitación primero sólo de forma tímida y actualmente, 10 años después, son un recurso más en las sesiones de rehabilitación logopédica como retroalimentación positiva, tanto acústica, como visual. Las nuevas tecnologías, como antaño el espejo, ponen de manifiesto el error o el acierto sonoro del sujeto hablante, en comparación al logopeda. Así el programa de software acústico, actúa de chivato, resultando un tipo de Pepito Grillo muy eficiente. Desde 2005 todo ello se ha visto facilitado por el uso creciente del ordenador personal (PC) en la mayor parte de nuestra sociedad y, sobretodo, con *hardware* multimedia, esencial para el uso de programas de software acústico. Además su eficacia se multiplica porque puede ser usado en consulta o cómo práctica diaria en casa de los pacientes.

Material mínimo para las aplicaciones visualizadoras de habla:

1. **Disponer de ordenador** IBM compatible, tipo Windows XP, con tarjeta de sonido conectado a unos altavoces auto amplificados y a un micrófono fijo o portátil y/o con auriculares incorporados.
2. **Software de análisis acústico:** Los programas acústicos usados en rehabilitación vocal deben ser a) amigables e intuitivos, deben tener c) pocos botones, con un máximo de 1 o 2 ventanas abiertas; d) ilustrar de forma visual y auditiva el habla y la voz del paciente al inicio, durante y al final de una sesión de rehabilitación; e) permiten el análisis del habla por contraste entre el logopeda y el paciente o entre el propio paciente antes y después de una propuesta de ejercicio (por ejemplo, el espectrograma o monograma de una lectura a ritmo normal o lento, la fonación de una /s/ aguda o grave, el histograma de la frecuencia fundamental al empezar la sesión, a media sesión y al finalizarla).
3. Sirven de registro para documentar, tanto visual como auditivamente, la evolución del paciente previa y posterior a la rehabilitación. Evidencian la mejoría del paciente, frente a si mismo, a sus progenitores, a sus profesores, etc.
4. Para su buen funcionamiento resulta imprescindible que el terapeuta rehabilitador sea competente con este tipo de software acústico:



Software de pago:

- Dr. Speech: *Speech Therapy, Real Time* de *Triger Elemetrics*, programa de software acústico muy completo, con muchos juegos vocales útiles para habla y voz. www.drspeech.com
- *Multispeech* (MS) 3.7, programa de *Kay Elemetrics* muy completo, imprescindible para el diagnóstico, de difícil aprendizaje, permite diseñar macros para personalizar la rehabilitación y complementa el *CSL (Computerized Speech Laboratory)*, equipo de software y hardware muy completo, o el *Visi-Pitch IV* equipo pensado para cualquier tipo de patología de la comunicación, tanto para diagnóstico, terapia de *biofeedback* como juegos vocales. www.kayelemetrics.com
- *Sona-Speech I, II* y *Sona-Match, I, II* versiones reducidas del MS, con programas de feedback y juegos interesantes y útiles adaptados a varias patologías foniatricas. www.kayelemetrics.com
- *SpeechPitch* v. 1.1, de Visualization Software de *LLC*, resulta un programa simple, de fácil manejo, con sonograma a tiempo real como base, aunque no permite revisar ni escuchar el material sonoro grabado. Es útil para visualizar la frecuencia fundamental programada para el paciente, el histograma de frecuencias y el sonograma básico. www.aptrio.com/Education/Language/speechpitch-5332.htm
- *VoceVista Pro* versión 4.1, completa versión del programa de *VoceVista* de G. Nair, adaptado por D. Miller y H. Schutte en Groningen con electroglotograma, resulta ideal para el estudio y la pedagogía de la voz cantada, aunque también resulta muy útil para el análisis y la rehabilitación de la patología vocal. www.vocevista.com

Software acústico de Libre acceso:

- *Aldo's Pianito* 2.1 de Aldo Vargas, un piano digital con grabadora en la que preparar ejercicios cantados, ideal para quien no dispone de instrumento dónde comparar la voz cantada con un sonido afinado. www.aldivargas.com
- *Frequency Analyzer*, programa muy simple con oscilograma y sonograma a tiempo real, la versión 2.0 también posee grabadora, útil en pedagogía del habla y de la voz. www.relisoft.com/freeware/
- *Metronomo* v. 2.0, útil en los problemas de ritmo del habla www.softonic.com/s/metronomo
- *PRAAT*, programa de análisis fonético muy completo aunque de difícil manejo de Paul Boersma, de la *University of Amsterdam*. www.fon.hum.uva.nl/praat/
- *VoceVista Audio (VV)* versión 3.0, programa modificado por D. Miller, con ventanas de oscilograma y/o sonograma y/o espectrograma, graba y reproduce la voz, ideal para la voz cantada, y permite comparar la voz a estudiar frente a la del sujeto control, además graba y reproduce sonidos pregrabados. www.vocevista.com
- *VRRRP*, fonetograma a tiempo real, se necesita sonómetro para calibrar, útil para pacientes de afinación difícil y para la docencia www.christian-herbst.org/vrrrp/
- *Wavesurfer* v.1.8.5, programa muy visual, de entorno amigable, permite configurar para cada paciente un entorno de ventanas y preferencias a medida, ideal para el análisis del habla, aunque algo complejo de manejar. www.speech.kth.se/wavesurfer/

Además existen muchos más programas útiles para la rehabilitación de la voz, habla y lenguaje como pueden ser: *SFSWASP*, *SPECTROGRAM*, *WINSIGAD*, *WINPITCH*, *VOXMETRIA* entre otros muchos.

5. Nivel informático suficiente del paciente. Para que el paciente use dichos programas en casa debe a) usar habitualmente un PC con tarjeta de sonido, micrófono y auriculares y b) conocer y manejar sus posibilidades multimedia (altavoces, micrófono, dispositivos de sonido, grabación y reproducción de sonido).



Inconvenientes y ventajas del software acústico de libre acceso:

La mayoría de los programas de libre acceso sólo pueden usarse para una finalidad concreta y no permiten visualizar todos los parámetros, probablemente como resultado de la forma de uso para lo que fueron diseñados. Así algunos sólo permiten visualizar en dos ventanas la forma de onda del oscilograma y el sonograma de manera basta, otros sólo permiten grabar el sonido pero no reproducirlo, otros no permiten reproducir y analizar sonidos pregrabados, algunos usan archivos sonoros propios que otros programas no pueden reproducir. La consecuencia de esta variabilidad se traduce en que no resulta suficiente manejar una sola aplicación acústica, sino que dependiendo del objetivo a rehabilitar, el terapeuta debe cambiar de programa o mantener abiertos varios programas a la vez, en una misma sesión de rehabilitación. Las principales ventajas de los programas acústicos de libre acceso son: a) la facilidad de acceso a una página Web, b) el coste económico cero, c) la facilidad de uso por parte de personas inexpertas como puedan ser los pacientes.

Las ventajas de los programas de pago residen en una mejor versatilidad del programa, mayor complejidad y mayor exactitud de los parámetros a analizar.

Utilidad en nuestra clínica durante el período 2001-2009.

En nuestro Laboratorio de voz en Barcelona, se usa de forma regular los programas de software acústico. Al principio se usó el programa de análisis acústico de *Kay Elemetrics MDVP* y *MultiSpeech* para el registro acústico de pacientes, previa y posterior a cirugía o rehabilitación, así como para objetivar el diagnóstico acústico y los programas *SonaSpeech* para rehabilitación. El programa *Speech Therapy* de Triger se usó para rehabilitación del habla. A partir de 2003 también se han utilizado tanto programas comerciales como programas de libre acceso antes descritos para y durante la rehabilitación del habla, voz o lenguaje. Su uso ha crecido rápidamente y actualmente se va estabilizando. La recogida de datos se ha realizado con el programa *Voice Center Program* de Cristina Jackson y José Luis Menaldi. Gracias a ella se puede contabilizar para cada individuo el número de sesiones de rehabilitación realizadas, los objetivos prioritarios de cada sesión, los datos acústicos recogidos, las características de la videolaringoestroboscopia, del fonetograma, los test audiológicos, la evaluación del habla, la voz y el lenguaje y relacionarlo con la ficha básica de cada paciente (sexo, edad, antecedentes médicos) (21).

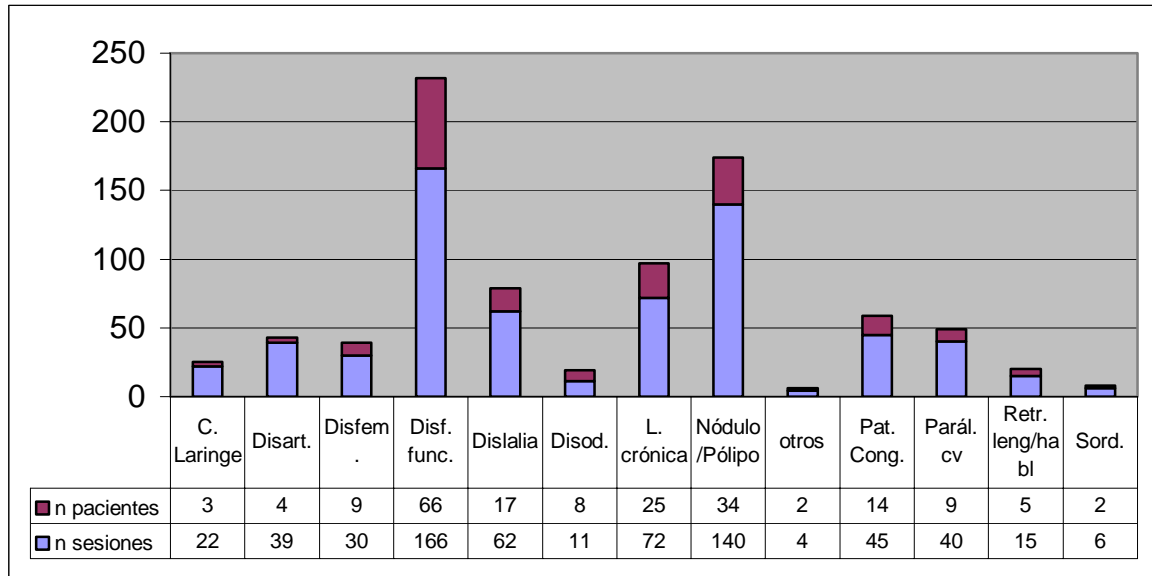
De un total de 1614 pacientes diferentes visitados durante el período 2001-2009, de 8 años, un 25 % (401) de pacientes han realizado rehabilitación foniátrica o logopédica en nuestro consultorio. El 57,5% de los pacientes rehabilitados eran mujeres y el 42,5% hombres, con edades que oscilaban entre los 4 y los 91 años de edad, abundando las niñas y jóvenes. Estos pacientes rehabilitados han realizado un total de 5326 sesiones, con una media de 15 sesiones por paciente. En cada sesión se anotan en el programa PVC los 3 objetivos más importantes trabajados considerados prioritarios durante la sesión (respiración abdominal, costo-diafragmática, método del acento, ejercicios de resonancia, vocalización, lectura de textos, uso del teclado o de los programas de software acústico entre otros objetivos). La media de sesiones dedicadas prioritariamente a trabajar con programas de software acústico durante la sesión de rehabilitación fue de 3 sesiones por paciente (12,5% de las sesiones), es decir se consideró la rehabilitación con programas de software acústico como uno de los 3 objetivos prioritarios de la sesión. No se han contabilizado aquellas sesiones en las que se usaron dichos programas de software acústico como apoyo a la sesión, pero no se consideraron objetivo prioritario de la misma. Los diagnósticos de los pacientes



rehabilitados se reflejan en la tabla 1, respecto al número de sesiones y número de pacientes rehabilitados de cada diagnóstico. Durante los 4 últimos años la cantidad de pacientes que utilizan los programas informáticos en casa como deberes se ha multiplicado y el número de sesiones de rehabilitación por paciente ha disminuido.

Tabla 1: Diagnósticos de los pacientes rehabilitados con Software Acústico.

c: cáncer, cv: cuerdas vocales, disart: disartria, disfem: disfemia; disf: disfonía, disod: disodea, h: habla, l: laringitis, leng: lenguaje, n: número, pat: patología, retr: retraso,



Discusión y valoración de datos analizados:

Los diagnósticos de los pacientes rehabilitados reflejan el abanico de patologías foniátricas tratadas en consulta, excepto las afasias, probablemente debido a las dificultades de comprensión de muchos de los pacientes afectados de dicha patología comunicativa. Solamente los pacientes diagnosticados de Cáncer de Laringe o Disartria precisaron de mayor número de sesiones y su media fue casi el triple de sesiones por paciente, probablemente debido a la edad avanzada de dichos sujetos. El hecho que sólo un 12,5% de las sesiones de rehabilitación de media por paciente se dediquen al uso de software acústico, aboga por un aprendizaje rápido y fácil en el uso de dichas aplicaciones informáticas. Los programas de software acústico se usaron en más sesiones por paciente, aunque no se consideraron objetivo prioritario, sino como apoyo a la sesión por lo que no han sido contabilizadas.

Durante los 4 últimos años la cantidad de pacientes que utilizan los programas informáticos en casa se ha multiplicado y el número de sesiones de rehabilitación en consulta por paciente ha disminuido. Parece que la eficacia de la rehabilitación del habla, voz y lenguaje ha aumentado. Por ser éste un estudio retrospectivo no se puede afirmar que la disminución del número de sesiones de rehabilitación por paciente sea por el uso de los dichos programas de análisis acústico del habla. Aunque se puede anunciar que el uso de dichos programas en rehabilitación parece ser una de las causas más probables. Quedamos a la espera de un estudio prospectivo ulterior.

De acuerdo Albertini (6) el análisis espectral de la voz humana resulta un utensilio poderoso para la rehabilitación de las patologías de la comunicación. Resulta útil, sobretudo el trabajo rehabilitador con el análisis a tiempo real, sobretudo el monograma, en 1) rehabilitación patología del habla: disfemias, disartrias (Parkinson), dislalias (funcionales, audiógenas), patología vocal tanto en disfonías funcionales como orgánicas, también en disodeas, en patologías del lenguaje y 2) también en pedagogía



del habla para actores o en pedagogía vocal, individual y en grupo, tanto para el canto clásico como el moderno (8).

Conclusión: El uso de programas informáticos de análisis acústico en rehabilitación foniátrica se ha multiplicado en los últimos años. El análisis espectral de la voz humana en forma de visualizador del habla junto a la audición inmediata del sonido facilita el aprendizaje y añade componentes lúdicos a la rehabilitación. La repetición de tareas se alivia y no da pereza repetir unos ejercicios delante el PC, porque la retroalimentación es instantánea. El uso de programas *freeware*, gracias a su fácil difusión permite el acceso a muchos más sujetos, aún no entrenados, a las aplicaciones de visualizador del habla. Las aplicaciones comerciales resultan muy adecuadas para profesionales, foniatras, logopedas, pedagogos del canto, fonetistas y físicos acústicos.

Bibliografía:

- 1-TITZE I R. *Principles of voice production*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall, 1994
- 2-HUANG Z D, Huang H: *Voice Lab in Clinical Practice*. Triger, 1998
- 3- VAZQUEZ F, FERNANDEZ S: *Caracterización acústica y aerodinámica de la voz esofágica*. Acta ORL Esp 2005;56:482-487
- 4- ROSSITER D, HOWARD DM: *ALBERT, a real-time visual feedback computer tool for professional vocal development*. J Voice, 1996;10(4):321-36
- 5-MENIN-SICARD A, Sicard E: *Vocalab: a new software for voice evaluation and therapy*. Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord). 2003;124(5):311-4.
- 6- ALBERTINI G, GIAQUINTO S, MIGRNANO M: *Spectral analysis of the human voice: a potentially useful tool in rehabilitation*. Eur J Phys Rehabil Med. 2009;45(4):537-45
- 7- CARLSON, E. & MILLER, D: *Aspects of Voice Quality: Display, Measurement and Therapy*. International Journal of Language and Communication Disorders. 2004;33: 304-309
- 8-MILLER D.G.: *Resonance in Singing. Voice Building through Acoustic Feedback*. Inside View Press, USA, 2008.
- 9-NAIR G: *Voice-Tradition and Technology*. Singular Publishing Group. San Diego, 1999
- 10-RULNICK R, SATALOFF R: *Professional voice. The science and art of clinical care*. San Diego, 2005
- 11-AGUILERA S, MUÑOZ E, SANTOS A: *El visualizador del habla*. Rev. Infodidac. 1991;13:36-43
- 12-ALONSO C: *Ordenador y aprendizaje. Doce leyes del aprendizaje*. Editorial Dikisnon. Madrid, 2000.
- 13-BARTO AM: *Ordenadores y comunicación*. Fundación Navasco Viola. Buenos Aires, 1989
- 14-GARCIA F: *Logopedia y tecnología educativa*. Instituto de educación política social y deporte. 2005
- 15-GALIANA J, GONZALEZ G, SAUCA A: *Intervención y tratamiento en las dislalias con la ayuda del programa de visualización del habla Metavox*. Revista Innova educa.net. 2004:3
- 16-GIULIATO SG, MICHALES S, REPIZO, N: *Recursos de software libre aplicados a la rehabilitación de la comunicación*. VI Jornadas ingeniería médica. Rosario, 2009
- 17-GONZÁLEZ G: *Implicaciones de las nuevas tecnologías en el tratamiento de la logopedia*. Revista logopedia digital, 2006
- 18-GUZMÁN A, JARA P: *Síntesis y visualización de la voz y el habla. Tarjetas de voz y necesidades educativas especiales*" MEC Madrid, 1996
- 19-HOWARD DM, WELCH GF, BRERETON J, HIMONIDES E, DE COSTA M, WILLIAMS J & HOWARD AW: *WinSingad: A real-time display for the singing studio*. Logopedics Phoniatrics Vocology, 2004;29: 135-144.
- 20-IGLESIAS MT, FERNÁNDEZ S: *Aplicaciones educativas de las nuevas tecnologías a las dificultades del lenguaje y de la comunicación*. Edutec. Barcelona, 2004
- 21-JACKSON-MENALDI C: *La voz patológica*. Editorial Médica Paramericana. Buenos Aires, 2002
- 22-MARTÍNEZ J, GONZÁLEZ G, LÓPEZ M.: *Las nuevas tecnologías en la rehabilitación logopédica: el visualizador fonético speechviewer III a la vista del visualizador del habla*. Universidad Politécnica. Rev. Polibea, 2000;56:38
- 23-RAMÍREZ P: *El ordenador en la intervención logopédica*. Revista innovación y experiencias educativas 2004;23
- 24-RIOS E: *Feedback y sistemas informáticos en la pedagogía de la voz*. [http:// www.riosarcas.com](http://www.riosarcas.com)