

# Recursos de software libre aplicados a la rehabilitación de la comunicación

Silvana Gisela Giuliano, Soledad Michalek y Natalia Repizo  
silvanagiuliano@gmail.com, soledadmichalek@hotmail.com, natirupe@hotmail.com

*CEDITE – AIPAL*

**Resumen**— A partir de las estadísticas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) [1], datos publicados por el último ENDI [2], sumado al creciente avance tecnológico en el campo de la informática, en la presente investigación nos proponemos la rehabilitación de la comunicación especialmente en niños, adolescentes y jóvenes, a través de la aplicación de un software de código abierto con pacientes discapacitados, reduciendo costos y contribuyendo a la comunidad con software libre. Está orientado a la rehabilitación del lenguaje y la comunicación de los mismos, de acuerdo a las necesidades y las opciones que fueron surgiendo en la investigación e intervención con personas con discapacidad que integran el grupo de voluntarios del CEDITE y AIPAL. Contemplando la modalidad de gestión interdisciplinaria en pos de lograr una propuesta educativa integradora e innovadora, mediante la creación de herramientas interactivas multimedia para el aprendizaje de las vocales, que pueden ser aplicadas desde el nivel inicial hasta jóvenes con diferentes problemáticas.

**Palabras claves**— Discapacidad, rehabilitación, comunicación, software

## I. INTRODUCCIÓN

La comunicación entre dos o más personas requiere, entre otros factores, del manejo de un lenguaje en común. Las personas sordas utilizan para sus intercambios, la lengua oral (ya sea a través de la audición y/o lectura labial) y/o la lengua de señas y/o la lengua escrita. De acuerdo con la edad de pérdida auditiva y posterior detección, el tipo y grado de la misma, el tipo de equipamiento auditivo, así como también según las variables socioculturales, psíquicas y físicas, y desde diferentes paradigmas, existen diversas propuestas educativo – terapéuticas dirigidas tanto hacia las personas sordas como a sus entornos familiar y escolar.

Resulta fundamental aprovechar las capacidades existentes para la rehabilitación en función de la comunicación tanto en la familia como en el resto de la sociedad, aplicable no sólo en personas sordas sino también en el caso de personas que presentan otros tipos de discapacidades que pueden afectar al habla y/o el lenguaje (parálisis cerebral, parálisis facial, deformidad facial, entre otros, alteraciones del habla, discapacidad intelectual).

Dentro de un programa educativo terapéutico se utilizan variados recursos, en el presente proyecto se aplican

recursos multimedia con la utilización de software específico, destacando el Programa Globus 3 Open Source, parte del Proyecto Fressa en instituciones orientadas a discapacitados auditivos, realizando pruebas de fonética en personas con hipoacusia. El Programa empleado ofrece la posibilidad de adaptarse a cada paciente ó alumno, permitiendo al profesional trazar una rutina de acuerdo a las necesidades y respuestas, respetando el ritmo de aprendizaje en cada caso en particular. Logrando así mayor versatilidad en la rehabilitación aplicada.

Existen numerosos programas específicos para estas finalidades, pero su elevado costo, sumado al del hardware del cual se tendría que disponer, hace que algunos resulten inaccesibles para ciertas familias, instituciones u Organizaciones de la Sociedad Civil, por tal motivo, se han explorado y utilizado recursos gratuitos y de código abierto.

A fines de ampliar sus aplicaciones en la rehabilitación de las personas con discapacidad (no sólo auditiva), realizamos las modificaciones que consideramos pertinentes, integrado el Programa Globus 3 Open Source. De este modo, se configuró una propuesta educativa inclusiva que genera herramientas interactivas para el aprendizaje, aplicable desde el nivel inicial, denominado “Yo puedo”. (Ver Apéndice)

Cabe mencionar que el Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnologías Especiales (CEDITE) como AIPAL (Atención Integral de Problemas del Aprendizaje y del Lenguaje) se constituyen como espacios de intercambio y reuniones periódicas entre estudiantes, profesionales y personas con discapacidad.

El CEDITE constituye una institución que posee una trayectoria en materia de investigación, desarrollo y aplicación de múltiples dispositivos tecnológicos con personas con discapacidad.

A su vez, en el equipo AIPAL fue posible incluir el uso de G3OS dentro de proyectos terapéuticos cuyos objetivos se orientaban al trabajo específico de la audición, la voz y la articulación en pacientes niños, adolescentes y adultos.

De tal manera que en la actualidad, tanto en CEDITE como en AIPAL se trabaja con el G3OS y otras herramientas de Open Source con la población mencionada como recursos complementarios a los existentes.

## II.MATERIALES

Office. El software se basa en recursos gráficos, el mismo consta de 17 diferentes actividades, las cuales evidencian la presencia y la intensidad del sonido en la pantalla a partir de un sonido ó señal acústica recibida por el micrófono.

Mediante la tarjeta de sonido el software digitaliza la señal eléctrica que proviene del micrófono, esta convierte dicha señal en números que se pueden almacenar en la computadora. Estos números son la elongación de la señal cada cierto intervalo de tiempo. El número de veces por segundo que captamos dicha elongación es lo que llamamos frecuencia de muestreo. Los números pueden ser guardados mediante 1 byte (8bits) ó 2 bytes (16 bits).Es lo que llamamos resolución de cada muestra. Luego estas muestras son las que reconocerá el software y graficará en pantalla la intensidad de los sonidos en función de la frecuencia, dependiendo la presentación gráfica de cada aplicación en particular.(diferentes ejercicios que utilizan diferentes recursos gráficos).

Lo que más se destaca es la herramienta de *comparación de patrones* la cual permite visualizar el espectro de distintos sonidos, mostrarlos en pantalla, asignar una etiqueta a cada uno de ellos; realizar comparación de espectros y así realizar ajustes en la voz a criterio del profesional a cargo de acuerdo al patrón seleccionado. Esta última opción, además de ser muy útil para estudios de fonética, permite a personas con hipoacusia, que posean o no audífono o implante coclear, tener un registro visual de sus producciones vocales con el fin de realizar ajustes de acuerdo al patrón de comparación elegido.

Para la implementación del software G3OS en la presente principalmente se han tenido en cuenta los aspectos acústicos del habla; que se pueden diferenciar en aspectos suprasegmentales y los aspectos segmentales; el acento, la entonación y el ritmo componen los rasgos suprasegmentales o prosódicos; mientras que la mínima unidad de sonido de una lengua que permite diferenciar significados, el fonema, sea vocálico o consonántico, compone a los rasgos segmentales.

Con el fin de comprender los conceptos del presente proyecto, resulta necesario realizar un breve desarrollo acerca de la fisiología y física acústica de la fonación y de la audición.

La producción de la voz resulta de un complejo proceso en el cual intervienen diferentes órganos y cavidades. El sonido básico, denominado frecuencia fundamental o frecuencia cero (F0), se produce por la vibración de los pliegues vocales a partir del soplo espiratorio procedente de los pulmones. El número de ciclos de apertura y cierre glótico por segundo, es decir la frecuencia que se mide en hercios o (Hz), determina el tono, cuanto mayor es el número de estas oscilaciones más aguda es la voz, mientras que la vibración más lenta produce tonos más graves. Se calcula para la voz del hombre una F0 que oscila entre 70 y 200 Hz, para la mujer entre 150 y 300 Hz, y para el niño entre 200 y 400 Hz. La amplitud de la variación de la presión infraglótica producida por los pulmones y caja torácica se vincula con intensidad, que se expresa en

decibeles (dB). Al ascender el sonido básico y resonar en todo el tracto vocal (cavidades faríngea, oral y nasal) se originan los armónicos que son frecuencias múltiplos enteros que se superponen y refuerzan al F0, de ellos depende la calidad del timbre.

Las variaciones en la duración, la intensidad, la frecuencia fundamental y la estructura de los formantes (que se detallan a continuación) determinan el acento de la sílaba, o esfuerzo intensivo, que afecta a determinadas sílabas en las palabras o frases. La entonación depende de las variaciones en los contornos de la F0, y brinda información acerca de la intención del hablante, así como también el modo de las frases, interrogativa, exclamativa, afirmativa, etc. La repetición periódica de la cantidad de sílabas o de acentos constituye el ritmo.

De acuerdo a la forma que adopta el tracto y los órganos articuladores, las ondas sonoras se transforman en fonemas: vocales y consonantes.

Las consonantes, son ruidos producto de oscilaciones aperiódicas. Se producen por el cierre total o parcial de algún lugar del tracto vocal cuando pasa la corriente de aire o de sonido vocal. Para tal fin intervienen el paladar, la lengua, los labios y los dientes. El lugar en el que se realiza el cierre o estrechamiento se denomina punto articulatorio (labial, dental, palatal o velar) la naturaleza del estrechamiento determina el modo (nasal, oclusiva, fricativa, vibrante, percusiva, lateral, aproximante, africada, semivocal) y la presencia u ausencia de sonido vocal recibe el nombre de sonoridad (sorda, sonora).

Las vocales son sonidos, ya que se producen por oscilaciones aéreas periódicas. Dependiendo de la forma de los resonadores y la relación de tamaño entre faringe y boca se pueden amplificar o atenuar diferentes armónicos. Los grupos de armónicos más intensos son los denominados formantes que representan las características propias de cada vocal. Es decir, que para cada vocal el tracto adopta una configuración determinada produciendo formantes específicas, que se enumeran desde las más bajas a las más altas como F1, F2, F3, etc., por ser múltiplos de la F0. (Ver Fig 1)

El conjunto de formantes característico de una vocal recibe el nombre de patrón de formantes.

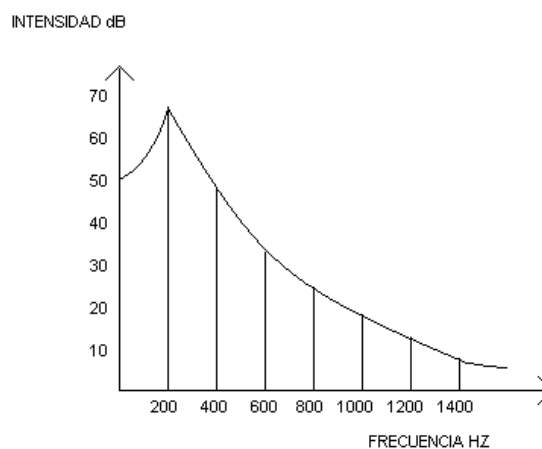


Fig 1 En este ejemplo basado en un tono puro la F0 es de 200hz, el F1 de 400 Hz, F2 600 Hz y F3 800 Hz.

Para el español rioplatense, los valores promedio de las formantes vocálicas en Hz pueden apreciarse en el siguiente cuadro (Ver Fig.2):

	U	O	A	E	I
F1	350	530	900	440	310
F2	730	900	1400	2300	2500
F3	2600	2700	2700	2900	3000

Fig.2

#### Acerca del software y los requerimientos técnicos.

Para el funcionamiento del mismo solamente se requiere como hardware especial una tarjeta de sonido y un micrófono para pc, el programa puede ejecutarse perfectamente en los siguientes sistemas operativos: Windows 3.1 ó superior, Linux con Wine instalado.

Con respecto a la tarjeta de sonido es necesario que posea un convertidor de 8 ó 16 bits para poder tener capacidad de sampling de sonidos de alta calidad, aunque un convertidor de 8 bits es suficiente para la digitalización de la voz humana, pero no para la música. Una desventaja es que a mayor cantidad de bits que se utilizan para el muestreo, se necesitará mayor cantidad de espacio en el disco rígido para almacenar el sonido digitalizado, este punto se debe tener en cuenta de acuerdo a la capacidad del disco rígido que se dispone.

La frecuencia de muestreo especifica la cantidad de muestras en un segundo para no perder la calidad y que no haya pérdidas de información en los procesos de conversión de la señal sonora, se debe utilizar una frecuencia de muestreo que sea el doble de valor de la frecuencia sonora más alta que se va a convertir.

En nuestro caso solamente utilizaremos la tarjeta de sonido para la digitalización de la voz humana, para lo cual una tarjeta mono de 8 bits es suficiente y actualmente en el mercado se consiguen a precios muy económicos.

Con respecto al micrófono es aconsejable que como mínimo posea una sensibilidad de -60db, frecuencia de 100Hz-11KHz y una impedancia de salida de 2 kilohmios, los cuales son muy comunes en el mercado actual.

Si bien la mayoría de las instituciones, profesionales y personas con discapacidad con los que hemos trabajado son usuarios del sistema operativo de Windows y poseen conocimientos informáticos limitados, desde el CEDITE se está implementando tecnología en base a software libre en su totalidad. Esto nos permite realizar modificaciones en el software G3OS, el cual forma parte del Proyecto Fressa creado por Jordi Lagares, bajo sistema Linux.

Si bien en el mercado existen varios software de este estilo (SEDEA, Speech Viewer III de IBM, etc.), todos ellos son propietarios y en la mayoría de los casos de costo elevado, requieren actualizaciones pagas y hasta algunos han sido dejados de comercializarse debido a su baja rentabilidad, lo cual constituye una barrera para acceder a una rehabilitación de este tipo que presenta numerosas ventajas frente a otros sistemas; sin dejar de mencionar los requerimientos de hardware que conlleva la utilización de algunas versiones del sistema operativo Windows. Por lo

que en la presente investigación se trata de optimizar los recursos informáticos disponibles mediante el uso de software adecuado con la finalidad de reducir costos y lograr su implementación en todos los ámbitos.

### III.MÉTODOS

La metodología de trabajo consta de:

- Búsqueda, análisis y aplicación de innovaciones tecnológicas interactivas, en materia de software privativos y software libre, aplicables en el proceso de rehabilitación en personas con discapacidad.
- Diagnóstico de las demandas institucionales en la atención personalizada desde un abordaje cualitativo y cuantitativo
- Aplicación del Software en CEDITE y en AIPAL.
- Sistematización y evaluación de las experiencias.
- Evaluación y rediseño del Software.
- Desarrollo de proyectos futuros.

Proyectos a futuro:

- Creación de un Software de código abierto y gratuito que encuadre al programa G3OS a fines de sistematizar de forma óptima la información en centros de rehabilitación e instituciones para su posterior evaluación.
- Desarrollo integral del software “Yo puedo” en Flash.

### IV.CONCLUSIONES

Lograr un proceso de rehabilitación integral requiere no sólo de una exhaustiva investigación de las técnicas y recursos tecnológicos existentes sino también de la evaluación periódica, permanente y sostenida de las prácticas e intervenciones en lo social.

La implementación de recursos multimediales en la rehabilitación de la comunicación esencialmente se basa en los siguientes puntos:

- Facilita la educación en todas las edades madurativas.
- Motiva al paciente y al profesional ya que su uso es atractivo para el paciente y permite al profesional una herramienta de comunicación objetiva, sistemática e individualizada.
- Mejora la competencia lingüística.
- Ofrece al profesional un sistema fiable de evaluación de las capacidades, habilidades y conocimientos, resultando un complemento importante a la evaluación subjetiva respecto de las capacidades del paciente, ya que posibilita la presentación de la información de manera clara y precisa.

El programa aumenta las posibilidades de manipulación, experimentación y comunicación real de los pacientes discapacitados.

Consideramos que nuestro proyecto puede ser comprendido como software interactivo, didáctico y de autoaprendizaje que permita acceso a la información en un entorno accesible. Esto promoverá mejoras en los programas educativos terapéuticos institucionales y en los procesos de la planificación social estratégica (a mediano y largo plazo).

Además contribuirá a nuestra formación académica en las áreas de investigación y desarrollo de innovadores dispositivos tecnológicos.

De este modo, se potenciará la calidad de nuestras intervenciones no sólo interdisciplinarias sino también transdisciplinarias, en la medida que habilite la supervisión y evaluación de las mismas. Produciendo así un impacto social, a nivel organizacional y al interior de los contextos cotidianos de las personas.

Constantemente se investigan, crean y utilizan diferentes recursos didácticos a fin de lograr que las actividades propuestas permitan alcanzar los objetivos de una manera creativa y sobretodo recreativa. Asimismo, la retroalimentación visual a partir de los elementos del G3OS en el monitor, posibilita junto con la brindada por otros sentidos, una participación más activa del paciente respecto de las modificaciones a realizar en sus propias producciones. A su vez, se intenta que asuma un rol protagónico en el proceso de rehabilitación.

En consecuencia, nos proponemos socializar el uso y ventajas de nuestro proyecto mediante talleres de capacitación y formación, publicaciones, presentaciones y transferencias sociales interinstitucionalmente.

## V. APÉNDICE

### Casos que se destacan por los efectos significativos en pacientes con los cuales se utilizó el G3OS:

Paciente que padece hipoacusia neurosensorial bilateral de grado profundo de causa congénita, equipada con audífonos recién a los 6 años, que ofrece mucha resistencia para realizar emisiones frente a las actividades de globo y plasma del G3OS comienza a realizar sonidos vocálicos de manera distendida.

Paciente adolescente con hipoacusia neurosensorial bilateral profunda congénita equipada con implante coclear se divierte comparando sus producciones con las del terapeuta gracias al G3OS, e intenta mejorarlas.

Paciente joven con hipoacusia neurosensorial bilateral profunda congénita equipada con implante coclear puede observar un defecto en la articulación del fonema labial fricativo sordo /f/ y alteración en la acentuación de la palabra gracias a la actividad intensidad duración del G3OS. El terapeuta complementa la evaluación realizada previamente con su propia escucha con el registro objetivo realizado por el programa y lo interpreta.

Paciente que padece parálisis cerebral y retraso mental profundo de 14 años de edad, al observar los cambios en la pantalla producto de sus emisiones muestra agrado e intenta tratar de sostener la voz con cierta dificultad.

### Software multimedia de aprendizaje de vocales: “Yo puedo”

Desarrollado desde su fase inicial integrando a personas con discapacidad en las etapas de implementación, ejecución, recopilación de material, testeo, bajo la dirección del equipo de investigadores del CEDITE.

La propuesta consta de actividades interactivas para el aprendizaje de la dicción de vocales, reconocimiento (gráfico, lectura labial) mediante recursos visuales, practica de la dicción fonética de las mismas, acompañado por una serie de juegos didácticos principalmente orientado para niños, pero que puede aplicarse perfectamente en adolescentes y jóvenes con problemas cognitivos, tomando se como punto de partida las vocales.

En el mismo se destacan las diferentes vocales en videos breves que como tales incluyen sonido. Como se ha desarrollado para la articulación de cada una de las vocales el tracto vocal adopta una configuración específica a partir del posicionamiento de los órganos articuladores. La única información visual que se puede utilizar para diferenciarlas es la forma de los labios. No obstante, es imposible percibir con lectura labial el posicionamiento de la lengua en relación al paladar. Por lo cual un niño que presenta una hipoacusia profunda congénita y no se encuentra equipado con ninguna prótesis auditiva, y emplea solamente la lectura labial para adquirir el lenguaje no es capaz de reproducir las vocales en forma inteligible.

Asimismo se desarrolla una versión optativa que incluye Lengua de Señas Argentina.

La lengua de señas es una lengua que se transmite con una modalidad viso-gestual. Para una determinada seña las manos toman una forma o configuración, una dirección, y realizan un movimiento en una determinada ubicación sobre el cuerpo o el espacio. Estos elementos en su conjunto portan el significado de una seña. A su vez, las expresiones faciales, la posición y el movimiento de la cabeza y el cuerpo también intervienen afectando los significados. El alfabeto que se realiza con señas recibe el nombre de dactilológico, existiendo uno específico para la Lengua de Señas Argentina.

Actualmente existen numerosas ilustraciones del alfabeto, y escasas fotos, siendo necesario su rediseño con el fin de desarrollar mejoras estéticas y funcionales, para lograr una mejor versatilidad del mismo.

## VI. AGRADECIMIENTOS

Lic. Roset Jordi Lagares. Creador del Proyecto Fressa.

Mag. Ing. José Luis Albano. Vicedecano. Secretario de la Secretaría de Ciencia y Tecnología. Director del Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnologías Especiales. UTN – FRRo.

Ramirez Maria Laura. Estudiante en Ingeniería en Sistemas de Información. Becaria de investigación del CEDITE, UTN, FRRo, 2008.

Elías Agustín. Estudiante en Ingeniería en Sistemas de Información. Becario de investigación del CEDITE, UTN, FRRo, 2008.

Sacco Verónica. Estudiante en Ingeniería en Sistemas de Información. Becaria de investigación del CEDITE, UTN, FRRo, 2008.

Suñer Alejandra. Voluntaria del CEDITE, UTN, FRRo, 2008.

Repizo, Gabriela Laura, Diseñadora gráfica.

A los niños, adolescentes, jóvenes y adultos con discapacidad de CEDITE y AIPAL.

Atención Integral de Problemas del Aprendizaje y del Lenguaje. - AIPAL

#### VII.REFERENCIAS

[1] OMS. Organización Mundial de la Salud. <http://www.who.int/es/index.html> (03/08/09)

[2] ENDI. Primera Encuesta Nacional de Personas con Discapacidad 2002-2003 - Complementaria Censo 2001. [http://www.indec.gov.ar/principal.asp?id\\_tema=166](http://www.indec.gov.ar/principal.asp?id_tema=166) (03/08/09)

[3] Lic. Roset Jordi Lagares. Creador del Proyecto Fressa. <http://www.xtec.cat/~jlagares/indexcastella.htm> (06/05/2008)

#### VIII.BIBLIOGRAFÍA

Behares, L., *Nuevas corrientes de la educación del sordo: De los enfoques clínicos a los culturales*, Universidad de la República, Montevideo, 1993.

Furmanski, H., *Implantes cocleares en niños. (Re)Habilitación auditiva y terapia auditiva verbal*, Nexus ediciones, Barcelona, 2003.

Galiana Sanchis, Joaquín. *Programas para educación especial*, [http://www.quadernsdigitals.net/datos\\_web/hemeroteca/r\\_1/nr\\_633/a\\_8581/8581.htm](http://www.quadernsdigitals.net/datos_web/hemeroteca/r_1/nr_633/a_8581/8581.htm) (08/05/2009)

Hillar, Gastón Carlos, *Estructura interna de la PC*, Tercera edición, Editorial Hispano Americana, Argentina, 2000.

Massone, M. y Machado, E., *Lengua de Señas Argentina. Análisis y vocabulario bilingüe*, Editorial S.A., Buenos Aires, 1994.

Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, *Diccionario de Lengua de Señas Argentina Español*.1997

Montoya, Rafael Sánchez, *Ordenador y discapacidad*, Guía práctica de apoyo a las personas con necesidades educativas especiales, 2ª edición, Ciencias de la Educación Preescolar y Especial, Madrid, 2002.

Rodríguez J. y Smith- Agreda, *Anatomía de los órganos del lenguaje, visión y audición*, Editorial Médica Panamericana S.A., Madrid, 1999.

Schorn, M., *El niño y el adolescente sordo. Reflexiones psicoanalíticas*, Lugar Editorial, Buenos Aires, 1997.

Sears, Zemansky, Young, Freedman, *Física Universitaria*, Volumen 1, Novena Edición, Adisson –Wesley Longman, México, 1996.

Soriano, M., González, J.; González, M. y ot., *La tecnología al servicio de los discapacitados. Tecnologías en audición*, Ediciones Anaya Multimedia, S.A., Madrid, 1999.

Veinberg, S. y Massone, M., *Lengua de Señas Argentina: Los rasgos no manuales*. En Revista Fonoaudiológica tomo 38 N° 1 págs. 74 – 73

<http://manosquehablan.com.ar/alfabetos/argentina/>

<http://neeytic.blogspot.com/>