

**DISCAPACIDAD Y COMUNICACIÓN: UNA EXPERIENCIA  
DE FONÉTICA APLICADA**

ELSA MORA GALLARDO  
*Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela*  
elsamora@ula.ve

## **RESUMEN**

Las sociedades albergan un amplio número de personas que de una manera u otra presentan alteraciones en su comunicación, ya sea para producir mensajes, para recibirlos o procesarlos. Desde esta perspectiva, este trabajo presenta una aplicación de los resultados de investigación en fonética experimental al desarrollo de un sistema de comunicación humano-máquina que dio origen al Proyecto Discapacidad y Comunicación de la Universidad de Los Andes a partir del cual el uso del sintetizador de voz permite potenciar las capacidades y talentos de personas con ciertas discapacidades comunicativas.

Palabras claves: *discapacidad, comunicación, sintetizador de voz.*

## **ABSTRACT**

Societies have a significant number of persons, which in one way or another has some kind of difficulties to communicate, to produce the proper message, to perceive it or process it. From this perspective, this paper presents an application of research results, in experimental phonetics, to the development of a communication system: human-machine, which give origin to the Disability and Communication Project at the University of Los Andes-Merida Venezuela, from which the use of the Speech Synthesis allows the improving of the capacities and talents of people with communication disabilities.

Keywords: *disability, communication, speech synthesis.*

## 1. INTRODUCCIÓN

La gran mayoría de las actividades humanas se realizan mediante el lenguaje. Toda actividad emocional o referencial suele traducirse en lenguaje para garantizar su efectividad desde el punto de vista comunicativo. La ausencia o pérdida de alguna de las capacidades lingüísticas se traduce, en palabras de Goffman (1970) en un estigma social. Nuestra sociedad alberga un amplio número de personas que de una manera u otra presentan alteraciones lingüísticas, ya sea para producir mensajes, para recibirlos o procesarlos. Algunas alteraciones tales como los accidentes cerebro-vasculares, la sordera, la ceguera, la parálisis cerebral, las diferentes perturbaciones mentales o simplemente los defectos funcionales de la producción y de la percepción del habla y del lenguaje constituyen condiciones que pueden manifestarse en diferentes patologías del sistema comunicativo propias del individuo normal. La sociedad venezolana, sin embargo, no provee los mecanismos de rehabilitación necesarios para devolverle al individuo la capacidad comunicativa característica de la normalidad. Esto a pesar de que la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela de 1999 establece que todas las personas son iguales en dignidad y derecho y que por tanto no se admitirá ningún tipo de discriminación en los espacios sociales, previendo además garantías legales para la igualdad de atención a personas con necesidades especiales o con discapacidad. Igualmente el Estado venezolano ha suscrito tratados internacionales como la Declaración Universal de Derechos Humanos, las Normas Uniformes sobre igualdad de oportunidades para las personas discapacitadas y la Declaración de Salamanca, los cuales establecen la obligación que tienen los estados de propiciar los espacios y los mecanismos para garantizar la igualdad de condiciones y equiparación de oportunidades para toda la población.

A pesar de ello es alarmante comprobar que en Venezuela, hasta el año 1990, sólo el Hospital Vargas de Caracas y el Instituto Venezolano de Audición y Lenguaje contaban con servicios públicos de rehabilitación de lenguaje. Las condiciones, hasta la presente fecha, no han cambiado mayormente en el país. En lo que respecta a Mérida, el Hospital Universitario de Los Andes recibe al año un promedio aproximado de unos doscientos pacientes cuyas enfermedades se traducen en algún tipo de pérdida lingüística, que no reciben atención específica en el área del lenguaje porque tal servicio no existe en la institución. Este tipo de servicio sólo lo prestan terapeutas del lenguaje y/o foniatras de manera particular o privada.

Paralelamente a esta situación, el mundo con el que interactuamos tiene un alto contenido sonoro, visual y motor (vial) al que una parte de la población no tiene

acceso de ninguna manera, y es ahí donde comienza la desigualdad para millones de personas con alguna discapacidad para quienes es difícil, y a veces imposible, el acceso a toda la información del entorno.

El proyecto Discapacidad y Comunicación surge por la necesidad de brindar ayuda a personas con necesidades especiales de comunicación a través de apoyo tecnológico, académico y práctico para resolver ciertas situaciones en poblaciones con algún tipo de discapacidad lingüística.

## **2. ¿CÓMO SURGE ESTE PROYECTO Y QUÉ HEMOS REALIZADO?**

Este proyecto surge por dos razones fundamentales:

### **2.1. La primera: desarrollar una investigación**

Hace ya varios años el Laboratorio de Fonética de la Universidad de Los Andes y el *Laboratoire Parole et Langage* de Aix en Provence iniciamos un proyecto de investigación a través de la comisión Ecos Nord- Francia y Conicit-Venezuela cuyo objetivo fue elaborar un sintetizador de voz en español venezolano.

#### *2.1.1. ¿Cómo se logró este sintetizador?*

Es de todos conocido que hay varias maneras de producir síntesis de voz, la que aquí se expone es a través de difonos.

La primera fase del trabajo consistió en hacer el inventario de difonos del español, resultante de todas las combinaciones posibles de sonidos, incluidas todas las consonantes y todas las vocales acentuadas y no acentuadas en todas las posiciones silábicas posibles, considerando las características del español hablado en Venezuela referente a las realizaciones de los fonemas consonánticos en posición inicial o final de sílaba, así como los grupos consonánticos. Luego se seleccionaron palabras de la lengua donde estuviera la combinación existente de cada uno de los sonidos que conforman el difono. Cada una de esas palabras insertada en una frase fue pronunciada y grabada por un locutor nativo. Así se logró un diccionario de 794 difonos.

La lista de realizaciones fónicas consideradas en la base de difonos, según el código SAMPA (Speech Assessment Methods Phonetic Alphabet) (Mora et al 2000), salvo algunas excepciones, es la siguiente:

1. *Consonantes*: p, b, t, d, k, g, tS, f, B, D, s (posición inicial de sílaba), s2 (posición final de sílaba), h (esta realización corresponde a la pronunciación de las grafías j, ge, gi así como a la pronunciación del fonema /s/ al final de sílaba. No existe un código SAMPA para esta realización., G, m, n, J, l, L (el español venezolano tiene una sola realización para las grafías «y» y «ll». Se trata de una fricativa palatal sonora para la cual no hay código SAMPA), r, rr, j, w.
2. *Vocales*: a, a\*, e, e\*, i, i\*, o, o\* u, u\* (\*indica una vocal acentuada).

Ejemplos de frases portadoras del corpus:

- a. Él dijo ... atento. Yo sé que él dijo ... atento.
- b. Él dijo ... apto . Yo sé que él dijo ... apto.
- c. Él dijo la atajada. Yo sé que él dijo la atajada.

Las frases grabadas fueron digitalizadas y el proceso de segmentación y etiquetaje se realizó a través del programa PRAAT y el DIPHONE STUDIO (cf. Rodríguez et al. 2006a, 2006b).

Se generó entonces la base de difonos, llamada vz1, que está disponible en la página web de mbrola ([tcts.fpms.ac.be/synthesis/mbrola.html](http://tcts.fpms.ac.be/synthesis/mbrola.html)). La síntesis de voz obtenida fue realizada con la técnica mbrola.

#### 2.1.1.1. El convertidor texto a voz

El programa TAFV.PL (Texto a Fonema Venezolano) es un programa en el lenguaje de programación Perl para la conversión automática de texto ortográfico a un archivo .pho para la síntesis con el método mbrola del español venezolano que utiliza la base de datos vz1, de difonos venezolanos.

El programa consta de un gran número de subrutinas, cada una de las cuales ejecuta una pequeña parte del procesado lingüístico del texto de entrada. Entre

---

otras cosas realiza la transcripción ortográfica – fonética del texto de entrada, coloca el acento correspondiente al acento prosódico.

Igualmente se le da información sobre

1. Palabras no acentuadas
2. Palabras monosilábicas que portan acento prosódico
3. Palabras excepcionales que terminan en -mente con un solo acento

Seguidamente se aplica una regla de silabificación, de tal manera que sólo las sílabas posibles sean reconocidas por el convertidor.

#### 2.1.1.2. La función de la entonación

El programa establece la función de entonación en dos partes: primero hace una asignación de entonación simbólica, utilizando las etiquetas TOBI (Tones and Break Indices), y después, en función de los símbolos TOBI, asigna una entonación numérica a fonemas puntuales. Finalmente, entre los valores puntuales, el programa mbrola realiza una interpolación lineal.

En los actuales momentos el sintetizador, además de hacer la transcripción del texto, maneja:

1. Dígitos cardinales.
2. Números romanos.
3. Siglas.
4. Abreviaturas.
5. Símbolos especiales (% , \$ , € , etc.).

Es importante señalar que la voz sigue siendo «robotizada».

### 2.1.2. Adquisición, instalación y manual de uso del sintetizador

Este sintetizador puede bajarse directamente de la dirección <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/hourcade/>, donde se indica con el aviso: **!BAJAR SISTEMA DE CONVERSIÓN TEXTO A VOZ VENEZOLANA!** Allí se encuentra en formato comprimido, todo lo necesario para poder instalar el sistema de conversión de texto a voz venezolana. Incluye un instructivo, además de la plataforma del lenguaje Perl en el cual está escrito el programa, y el juego de herramientas de mbrola que realiza el procesado de señal. También tiene el programa TAFV-WIN.pl de nuestra realización, adaptado al sistema operativo Windows, que realiza la transcripción fonética del texto, y la base de datos vz1, la cual se activa a través del Panel de Control de las herramientas mbrola.

Existen en el mercado otros sintetizadores con características similares, sin embargo el aquí presentado está realizado en español venezolano y sin fines de lucro. Y, si bien el trabajo del sintetizador pareciera ser de ingenieros, buena parte del trabajo lo lleva adelante el fonetista, lo que posibilita estos trabajos en estos eventos.

### 2.1.3. La evaluación de la voz

La evaluación de la inteligibilidad de esta voz se realizó a partir de un test de pares mínimos cuyo principio de constitución se basó en los ocho rasgos que aparecen en la tabla 1 (cfr. Mora et al. 2005):

Sonoro/sordo	b/p, d/t, g/k
Grave/agudo	f/s, p/t, b/d, m/n, m/ñ
Compacto/difuso	k/p, g/b
Interrumpido/no interrumpido	rr/l, c/s, k/h
Tenso/relajado	rr/r
Vocálico/no vocálico	l/d
Nasal/no nasal	m/b, n/d
Estridente/no estridente	c/y

Tabla 1. Rasgos y oposiciones del test de pares mínimos en español venezolano.

---

El test consistió en marcar en una hoja de respuestas una selección, donde aparecían dos posibles opciones para cada palabra escuchada. La prueba fue realizada por 67 personas, quienes escucharon todo el test una vez, luego en una segunda audición hicieron su selección, que luego verificaron en la tercera audición. Los resultados arrojaron algunos inconvenientes en la percepción de los sonidos [+nasales], [+graves] y [+compactos]. Los fonemas afectados a nivel perceptivo fueron: /m, ñ, t, b/. Es importante resaltar que en ningún caso el porcentaje de percepción correcta fue menor al 67%.

En cuanto a la evaluación del aspecto prosódico es importante señalar que a nivel global la comprensión es aceptable, pero a un nivel más restringido de patrones declarativos o interrogativos aislados el nivel de comprensión no es favorable. Sin embargo, dado que el uso de este sintetizador actualmente está en niveles comunicativos generales, esta restricción resulta menos significativa.

## **2.2. La segunda razón que hizo posible este proyecto**

En el año 2004 el sintetizador empezó a ser conocido y un día un estudiante sordo de la Universidad de Los Andes se acercó a mí para decirme que necesitaba ese programa, pues le facilitaría enormemente la comunicación. En un primer momento no entendí mucho cuál era el objetivo real. Nos pusimos en contacto y entendí que su objetivo fundamental era comunicarse con los oyentes a través de esa voz impersonal del sintetizador.

Así empezó nuestro trabajo que agrupa a profesionales de diferentes áreas con un objetivo en común: *facilitar la comunicación en personas con dificultades para ello*. Para poder realizar ese objetivo hubo que iniciar una difusión del desarrollo de las tecnologías orientadas a las personas con ciertas discapacidades y generar actividades que promovieran esta inquietud, tanto en tecnólogos como inversionistas. De esa manera un grupo de comerciantes de la ciudad dio un aporte económico importante para la adquisición de los computadores que permitieran el desarrollo de este proyecto, pues las instituciones de educación especial con las cuales trabajamos no contaban ni siquiera con computadores ni ninguna otra herramienta tecnológica, lo que había impedido el aprovechamiento de la informática como recurso educativo.

En estos momentos un equipo multidisciplinario intenta desarrollar estrategias de aprendizaje a partir del sintetizador de voz.

---

En los actuales momentos el trabajo se concentra en las siguientes acciones:

1. *Ayudas para discapacitados motores*: cuyo impedimento para hablar se debe a un problema de movilidad, que afecta al aparato fonador y a muchas otras partes del cuerpo, como es el caso de quienes padecen parálisis cerebral, esclerosis amiotrófica o tetraplejia, malformaciones musculoesqueléticas, entre otras. En estos casos el sintetizador va acompañado de un mecanismo por medio del cual el usuario puede aprender a controlarlo.

En el caso concreto del proyecto en la Universidad de Los Andes se está aplicando en los estudiantes del diplomado *Comunicación, Cultura e Integración* que adelanta la Cátedra «Discapacidad» para alumnos con ciertas discapacidades por parálisis cerebral, quienes lo utilizan como dispositivo de comunicación en sus actividades presenciales. Este trabajo ha contribuido a facilitar igualmente las labores en la Fundación Mérida accesible para todos.

En el caso de los jóvenes con parálisis cerebral se les coloca una férula en la mano izquierda y el teclado tiene una ayuda metálica con huecos para que se pulse la tecla que se desea y no se confunda con otra. Con respecto al ratón, existe la posibilidad de configurar el computador para que pulsando ciertas teclas, se permita la movilidad del ratón. Sin embargo, a veces, es muy agotador para ellos. En lo que estamos trabajando actualmente, el uso del ratón es mínimo. Pero para otras actividades sí es muy importante. Son independientes al escribir, solo hay que corregirles detalles de ortografía y de redacción. El rostro de placer cuando escuchan la voz del sintetizador diciendo lo que ellos no pueden expresar es parte importante de la razón de ser de este proyecto.

2. *Ayudas para los discapacitados auditivos*: parece extraño, pues se piensa que un sintetizador de voz no puede ser útil para un sordo. Pero, quien tiene problemas de audición puede comunicarse con oyentes no conocedores de la lengua de señas, a través del sintetizador usando la lengua española escrita, en situaciones interactivas entre no oyentes y oyentes: uno escribiendo y los otros escuchando. El sintetizador permite, igualmente, preparar un discurso para una exposición en público amplio.

En el caso de la Universidad de Los Andes es de vital importancia su utilización en grupos de estudiantes sordos que para el momento cursan la carrera de Educación en la *mención Lengua y Cultura sorda*.

---

En los casos de hipoacusia el recurso del sintetizador resulta de utilidad para reforzar la adquisición de estructuras sintácticas y normas gramaticales en general, que en la lengua escrita resultan de difícil dominio para la población con deficiencias auditivas.

Por otra parte, y dada la dificultad de escritura que presentan los sordos, actualmente se desarrolla un sistema de escritura a partir de juegos de la lengua, para organizar sintácticamente la expresión escrita. Así mismo, se intenta asociar un software que tenga la traducción en lengua de señas de la palabra escrita o viceversa.

3. *Máquinas lectoras para ciegos.* En este caso, como es conocido, el sintetizador de voz lee oralmente toda la información que aparece o que se escribe en la pantalla del computador, es decir, se lee todo lo que pueda convertirse en un formato electrónico. En el caso de la Universidad de Los Andes, es de extrema utilidad para los estudiantes invidentes de la Facultad de Humanidades y Educación quienes cursan diversas menciones de las carreras.

De la misma manera, el Centro de Atención Integral de Ciegos y Deficiencias Visuales (CAIDV, Mérida), servicio de la Modalidad de Educación Especial, brinda atención, acompañamiento y seguimiento a la población ciega y deficiente visual de todo el estado. Este centro atiende a una población de 110 personas.

Desde el mes de septiembre de 2005 varios profesores de este plantel han estado utilizando el programa de conversión texto a voz con sus participantes, para escuchar textos electrónicos de interés. Ha sido particularmente valioso para la enseñanza de mecanografía, pues los estudiantes al escuchar la expresión oral de sus escritos pueden captar de una vez sus faltas ortográficas y gramaticales.

En los actuales momentos tenemos un tesista que intenta elaborar una interfaz entre el ratón y la pantalla para hacer más independientes a los usuarios, otra persona trabaja en disminuir las rutinas para tener acceso a la voz del sintetizador para facilitar la independencia en el uso de esta herramienta.

4. *Ayudas para discapacitados orales.* Hay personas que tan sólo tienen problemas de fonación, manteniendo en relativas buenas condiciones el resto de las funciones. Para ellas, un simple sintetizador de voz es

suficiente para ayudar a resolver un problema de comunicación oral, así como para realizar terapias asistidas de articulación de la voz. Este recurso ha sido de gran utilidad para los estudiantes del Diplomado arriba mencionado y para el programa que pretendemos iniciar en Terapia del Lenguaje, con el fin de ofrecer una alternativa de rehabilitación y terapia del lenguaje a los estudiantes sordos que presentan defectos de habla o que tienen un rudimento de habla.

5. *Enseñanza guiada por computadora.* Todo el que tenga alguna discapacidad para diferentes tipos de aprendizajes puede recibir entrenamiento y cursos a través de un computador con el programa adecuado a la destreza requerida y el aprendizaje que se quiere construir. Un ejemplo de esto sería un programa que ayude a desarrollar el buen uso de la escritura, en el caso del estudiante sordo, o un curso en línea para un estudiante ciego o con discapacidad motora, programas en los que estamos trabajando, con algunas técnicas de la lingüística del texto.

Es el inicio de un camino que seguramente será largo y como señalan Aguilera et al. En <http://www.prbb.org/quark/21/021090.htm>. *Aunque la tecnología de la lengua, entendida de una forma amplia, a día de hoy es una gran ayuda a las personas discapacitadas, debemos decir que tan sólo se está aprovechando una pequeña parte del know how existente en esta tecnología y que una investigación aplicada, seria y rigurosa, tomando como punto de partida el conocimiento existente, podría producir incrementos de calidad de vida espectaculares en muchos colectivos de discapacitados, así como progresos importantes en el diagnóstico de determinadas patologías del aparato fonador.*

### 3. A MODO DE CONCLUSIÓN

La experiencia expuesta habla de una metodología de desarrollo tecnológico a partir de los datos que nos brinda la fonética experimental. La amalgama entre dos polos de desarrollo hace posible un sistema de comunicación humano-máquina que va en vías de potenciar las capacidades y talentos de personas con ciertas discapacidades comunicativas.

---

#### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILERA, S.; J. I. RODINO; S. PALAZUELOS y J. L. MARTÍN. *Aplicaciones sociales de las tecnologías de la lengua*.  
18-03-2008: <http://www.prbb.org/quark/21/021090.htm>.
- GOFFMAN, E. (1970): *Estigma*, Buenos Aires, Amorrortu Editores.
- MORA, E.; D. HIRST y C. CAVE (2000): «Développement et évaluation d'un système de synthèse pour l'espagnol vénézuélien: projet et état d'avancement», *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage d'Aix-en-Provence*, 19, pp. 91-98.
- MORA, E.; L. PIETROSEMOLI; C. CAVÉ; E. OBEDIENTE y E. LA CRUZ (2005): «Un corpus de pares mínimos para el español de Venezuela», *Lengua y Habla*, 9, Centro de Investigación y Atención Lingüística, Universidad de Los Andes, Mérida, pp. 117-122.
- RODRÍGUEZ, M.; E. MORA y C. CAVÉ (2006a): «Síntesis de voz en el dialecto venezolano por medio de la concatenación de difonos», *Ciencia e Ingeniería*, 27, 1, Mérida, pp. 17-24, sexta edición.
- RODRÍGUEZ, M. y E. MORA (2006b): «Conversor texto a voz en el dialecto venezolano por medio de la concatenación de difonos», *Ciencia e Ingeniería*. 27, 2, Mérida, pp. 79-87.  
[tcts.fpms.ac.be/synthesis/mbrola.html](http://tcts.fpms.ac.be/synthesis/mbrola.html)