

ADACOF: una aproximación educativa basada en TIC para el aprendizaje digital de la articulación del código fonético en niños con discapacidad

CRISTIAN TIMBI-SISALIMA* | VLADIMIR ROBLES-BYKBAEV**
EDISSON GUIÑANSACA-ZHAGÜI*** | MARCO CAPÓN-ALBARRACÍN****
GLADYS OCHOA-ARÉVALO*****

En este trabajo se presenta un nuevo enfoque para proporcionar soporte en el aprendizaje del código fonético (terapia del lenguaje) usando como apoyo las TIC (tecnologías móviles). Nuestra propuesta se puede utilizar en las sesiones de terapia con los niños que sufren trastornos del habla y/o patologías asociadas (parálisis cerebral, autismo, etc.) o como una herramienta para ayudar a tratar las dificultades en la producción de habla que presentan niños de escuelas regulares. Para determinar las dificultades que presentan los niños en la articulación se emplean los tests de articulación espontánea y repetitiva y se automatizan las tareas de registro de actividades, creación de reportes individuales y la generación de planes de trabajo. A fin de analizar las potencialidades de este tipo de herramientas de apoyo, se han realizado pruebas con 32 niños que sufren diversos trastornos y asisten a centros de educación especial en Cuenca-Ecuador.

This paper presents a new approach to provide support in learning the phonetic code (language therapy) using support from ICT (mobile technologies). Our proposal can be used in therapy sessions with children with speech disorders and/or associated pathologies (brain paralysis, autism, etcetera), or as a tool to help treat speech production difficulties in children in regular schools. Spontaneous and repetitive pronunciation tests were used to determine the children's pronunciation difficulties and the recording of activity tasks, the creation of individual reports and the generation of work plans were automated for this same purpose. Tests were applied to 32 children with a variety of disorders, attending special education centers in Cuenca-Ecuador in order to analyze the potential of this type of support tool.

Palabras clave

Educación especial
Problemas de lenguaje
Instrucción por computadora
Terapia de lenguaje
Automatización
TIC

Keywords

Special education
Language problems
Computer learning
Language therapy
Automation
ICT

Recepción: 17 de mayo de 2014 | Aceptación: 21 de agosto de 2014

- * Colaborador del Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia del Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación en Ingeniería (CIDII) de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Matriz Cuenca. Master en Project Management por la Universidad de Barcelona. Líneas de investigación: web semántica y accesibilidad web. Publicación reciente: (2015, en coautoría con E.B. Rodas y J.C. Salamea), "An Intelligent Ecosystem for Providing Support in Prehospital Trauma Care in Cuenca-Ecuador", MEDINFO-2015 (en prensa). CE: ctimbi@ups.edu.ec
- ** Colaborador del Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia del Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación en Ingeniería (CIDII) de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Matriz Cuenca. Master en Inteligencia Artificial, Reconocimiento de Formas e Imagen Digital por la Universidad Politécnica de Valencia. Estudiante de Doctorado en Tecnología de la Información y de las Comunicaciones por la Universidad de Vigo. Líneas de investigación: desarrollo de sistemas inteligentes de soporte a la educación especial. Publicación reciente: (2015, en coautoría con M. López-Nores y T. Flores-Tapia), "RAMSES: A Robotic Assistant and a Mobile Support Environment for Speech and Language Therapy", INTECH-2015 (en prensa). CE: vrobles@ups.edu.ec
- *** Colaborador del Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia del Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación en Ingeniería (CIDII) de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Matriz Cuenca. Ingeniero de Sistemas. CE: edisonbgz000@hotmail.com
- **** Colaborador del Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia del Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación en Ingeniería (CIDII) de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Matriz Cuenca. Ingeniero de Sistemas. CE: marco_c1989@hotmail.com
- ***** Docente investigadora del Center for Interamerican Studies-Cuenca (CEDEI). Responsable del Grupo de Inclusión a estudiantes con discapacidad. Licenciada en Fonoaudiología. Líneas de investigación: desarrollo de nuevas metodologías de soporte a la terapia de lenguaje. CE: gochoa@cedei.org

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los trastornos del habla y del lenguaje afectan a millones de personas a nivel mundial. Según diversas estimaciones, el trastorno específico del lenguaje (TEL) se presenta en mayor medida en niños preescolares, con una prevalencia de 2 a 7 por ciento en niños de habla inglesa, y 4 por ciento en niños chilenos (Villanueva *et al.*, 2008). Los trastornos del habla producen problemas en la articulación de las palabras, mientras que los trastornos del lenguaje producen la incapacidad de comprender o expresar una idea. Es importante destacar que estos trastornos pueden llevar a que un niño corra el riesgo de adquirir una dislalia, espasmodia, o incluso sufrir retrasos simples del lenguaje (Beltrán *et al.*, 2013; Fernández *et al.*, 2011; Crespo y Narbona, 2003). Estos problemas recaen con más fuerza en los niños que sufren parálisis cerebral infantil (PCI), pues además de tener un lenguaje deteriorado, presentan desfases cognitivos y dificultades en la visión y audición, entre otros problemas (NINDS, 2010; Beltrán *et al.*, 2013; Fernández *et al.*, 2011). Aprender a pronunciar correctamente las palabras es una tarea que puede tener gran dificultad para un niño con PCI, puesto que presenta déficits en la articulación y sufre una afectación en el aspecto fonético del lenguaje, lo que impide una correcta funcionalidad del habla (NINDS, 2010). Asimismo, a mayor gravedad de los déficits en la articulación, mayores serán los problemas del aprendizaje (Beltrán *et al.*, 2013; Seivane, 1993), además del hecho de que los niños tienen hasta los seis años de edad para desarrollar evolutivamente sus habilidades fonológicas. Otro aspecto a considerar es que los niños que están entre los tres y cuatro años de edad, recién desarrollan el dominio de ciertos procesos fonéticos sencillos, que corresponden al grado de madurez de esa edad (Abregú, 2009; Fernández *et al.*, 2011).

Dado lo anterior, la terapia de lenguaje es muy importante porque brinda tratamiento

para los niños con dificultades en el habla; los terapeutas toman en cuenta aplicaciones, ejercicios y procedimientos de terapia del habla que son desarrollados de acuerdo a la estructura fonética de cada sonido articulado de forma deficiente (Pentiuc *et al.*, 2010a; Mahshie, 1996; Schipor *et al.*, 2010). De la misma forma, la evaluación en la terapia de lenguaje es importante para la toma de decisiones por parte de los terapeutas; ésta ayuda al ajuste del proceso de enseñanza y aprendizaje mediante el establecimiento de planes que incluyen al menos una técnica que brinde soporte a la recolección de información sobre la evaluación que se esté aplicando.

Actualmente existen nueve instituciones que brindan servicios de educación especial, rehabilitación y terapia en Cuenca, Ecuador (SETEDIS, 2013), pero la gran mayoría de éstas no cuenta con herramientas basadas en TIC para realizar dichas tareas, ni para aquéllas que se relacionan con la terapia y aprendizaje del lenguaje. Es así que las evaluaciones que realizan los terapeutas en el área de articulación se basan en el test de articulación repetitivo (TAR) o en el espontáneo (TAE), y se registran de forma manual. Este proceso tiene un impacto negativo en la atención al niño, ya que el terapeuta debe emplear tiempo de las sesiones de trabajo para registrar los progresos, realizar la planificación de actividades y generar reportes.

En virtud de lo expuesto, consideramos que es fundamental contar con una herramienta informática que brinde un proceso de aprendizaje y/o terapia interactivo, que sea capaz de proveer soporte en la preparación de planes de terapia y, a la vez, que permita llevar un control específico del progreso de los niños, todo ello desde el enfoque de las aplicaciones móviles.

En el presente artículo se expondrán varios puntos importantes acerca del diseño e implementación de la propuesta planteada, cuya base se encuentra cimentada en cinco engranajes que representan los ejercicios logocinéticos, fonatorios y de percepción, así

como el cuaderno de articulación y la construcción de oraciones; todos ellos persiguen el objetivo de mejorar los fundamentos que sustentan el proceso de articulación en niños con diversos tipos de discapacidad, y en niños regulares (sin discapacidad).

EL LENGUAJE Y LAS TIC: BREVE REVISIÓN TEÓRICA

En esta sección se revisan tres aspectos de especial interés para la propuesta planteada: la importancia del lenguaje y la comunicación en el desarrollo cognitivo de los niños; la terapia de lenguaje y los principales trastornos que se presentan en esta área; y las soluciones basadas en TIC que se han desarrollado para brindar apoyo en el proceso de acompañamiento al niño.

El desarrollo del lenguaje en el niño

El lenguaje posibilita que el niño pueda comunicarse con las demás personas de su ambiente; cuando es un recién nacido emplea distintas formas para expresarse, como gritos, lloros, balbuceos, etc. Mediante esta forma de comunicación el niño puede demandar lo que quiere y solicitar atención por parte de los adultos mientras empieza a aprender el lenguaje de los demás; este proceso de aprendizaje está enmarcado en un proceso de retroalimentación que le permitirá hablar para desarrollar su articulación (Beltrán y Bueno, 1995). Algunas de las etapas más importantes en la adquisición del lenguaje del niño (Molina *et al.*, 1999) son:

- *Etapa prelingüística*: durante los primeros seis meses de vida el niño se relaciona con los demás (especialmente con su madre) a través de lloros, gritos y balbuceos, y va aprendiendo el lenguaje de forma inconsciente. De aquí en adelante comienza la pronunciación de vocales y la combinación de sílabas para experimentar con los sonidos, de

tal manera que después podrá repetir todo lo que dice la mamá. Este fenómeno es conocido como ecolalia.

- *Etapa lingüística*: entre los dos y los siete años la adquisición del lenguaje va progresando. Cada objeto con el que interactúa el niño lo representa con una imagen, y por lo tanto usa el lenguaje, el dibujo y el juego simbólico. El pensamiento del niño es ordenado, lo cual se refleja en el uso del pronombre de tercera persona, los pronombres posesivos y la combinación de tres o cuatro palabras para formar desde frases simples hasta palabras más largas. En esta etapa es evidente el dominio en la pronunciación de casi todos los fonemas.

Como se puede apreciar, el proceso de adquisición y aprendizaje del lenguaje en los niños no es una tarea sencilla, y durante esta fase es posible que se presenten trastornos — asociados o no— con diversos tipos de discapacidad. Generalmente dentro de la producción de habla se pueden presentar dificultades para percibir, pronunciar o articular bien por parte del niño, aspecto que se presenta de manera especial en determinados fonemas o sílabas (Ygual y Cervera, 2013). Repetir varias veces un fonema para aprenderlo y entenderlo también implica la realización de ejercicios de respiración y el fortalecimiento de los músculos de la boca; esta técnica se conoce como terapia miofisiológica, y es usada por los logopedas —o terapeutas de lenguaje— para tratar personas con alteraciones orales, tales como disartria o dislalia (Cervera e Ygual, 2003). Las dificultades que se presentan en el proceso de adquisición del lenguaje tienen que ver con diferentes trastornos, los cuales se describirán en el siguiente apartado.

Principales trastornos del habla y el lenguaje

Los trastornos del lenguaje y la comunicación son diversos y pueden presentarse en distintas

etapas de la vida de una persona; por ello, la terapia del habla y del lenguaje tiene un papel de gran trascendencia cuando se presenta algún desorden, ya que busca maximizar la habilidad de un niño para comunicarse, ya sea a través del habla, de gestos o de algún medio suplementario. Asimismo, el terapeuta de lenguaje asesora, diagnostica y provee tratamiento cuando se presentan desórdenes de la comunicación (Pennington *et al.*, 2003).

Los trastornos de lenguaje pueden agruparse en las siguientes grandes categorías (Damico *et al.*, 2010): audición, lenguaje, habla y comunicación. Dado que uno de los fines de nuestra propuesta es contribuir en el tratamiento de los trastornos del habla, a continuación se describen brevemente los más importantes dentro de este grupo (Damico *et al.*, 2010):

- *Trastornos de la articulación:* dentro de esta categoría se presentan las dislalias, disartrias, disglosias y desórdenes fonológicos. Este tipo de patologías causan dificultades en la articulación de fonemas y palabras, y en ocasiones se presenta una ausencia en la producción de ciertos sonidos.
- *Trastornos del ritmo y fluidez:* en esta categoría se encuentran la disfemia (dificultad en la fluidez del habla), la taquilalia (habla precipitada), el farfalleo (habla ininteligible) y la bradilalia (habla lenta).
- *Trastornos de la voz:* producen alteraciones en las cualidades de la voz, es decir, en la altura, timbre e intensidad. Los desórdenes dentro de esta categoría son la disfonía, la rinofonía y la afonía.

En virtud de lo expuesto, es importante mencionar que este trabajo busca contribuir al tratamiento de los trastornos de la articulación que pueden estar presentes tanto en niños que presentan algún tipo de discapacidad, como en quienes no presentan esta condición.

Propuestas basadas en TIC como herramientas de apoyo a la terapia de lenguaje

En el ámbito de la terapia del habla y del lenguaje se han desarrollado varias aplicaciones durante los últimos años. El material disponible en la actualidad es amplio: existen varias páginas web, *blogs* y algunas herramientas didácticas. Todas estas iniciativas son importantes y servirán como elementos que permitan completar las diversas actividades de terapia para ayudar a los niños con problemas de articulación de diverso grado.

En virtud de ello, consideramos de gran interés mencionar otros trabajos relacionados con los trastornos del habla, así como el fundamento en el que se sustentan, aspecto que permitirá establecer una diferencia respecto al enfoque que presenta nuestro trabajo.

LOGOMON

Una de las primeras aplicaciones que revisamos es LOGOMON (dislalia, en rumano) (Pentiuc *et al.*, 2010b). Esta terapia brinda soporte en el tratamiento de la dislalia y emplea un sistema basado en lógica difusa para sugerir la duración y el tipo de sesiones de terapia que se realizarán con los niños.

Cuando los terapeutas inician con sus actividades, recogen todos los datos necesarios para su tratamiento y LOGOMON proporciona en su base de datos mil ejercicios que pueden ser usados en la terapia. Este sistema cuenta con una evaluación formativa para conocer el estado del niño; la estructura del programa permite realizar el seguimiento por parte del padre o madre de familia, así como del mismo terapeuta (Pentiuc *et al.*, 2010b).

Es importante destacar que este sistema contiene un conjunto de juegos con su apropiada retroalimentación e información estadística, así como un modelo 3D que ayuda a visualizar la correcta posición de la lengua y labios durante la pronunciación (Pentiuc *et al.*, 2010b); de esta manera se ayuda a los niños

a practicar la articulación y ejercitar los músculos de su boca.

Vocaliza

Es un programa informático de distribución libre que fue creado con el propósito de trabajar con niños y jóvenes que sufren diferentes tipos de trastornos del habla. Esta herramienta busca mejorar la capacidad de comunicación, a través de ejercicios entretenidos, por medio de diferentes actividades aplicadas en la terapia de lenguaje. Cada una de las actividades incluidas en este programa posee características importantes para el mejoramiento en las habilidades lingüísticas: una es la pronunciación, en la cual la aplicación presenta una imagen (pictograma) con su respectivo nombre y el niño tiene que pronunciar la palabra. El programa Vocaliza muestra una gráfica del nivel alcanzado dependiendo de la pronunciación realizada por el niño, es decir, muestra si el nivel de articulación es regular, y si el nivel obtenido luego de su intervención es correcto (Saz, 2011). El secreto del ejercicio está en repetir varias veces las palabras para mejorar la articulación del niño.

En la segunda actividad, que consta de adivinanzas, la aplicación presenta una con tres respuestas posibles, cada una con su imagen y nombre respectivo, y el niño tiene que pronunciar la respuesta correcta. Esta actividad es realizada para incluir la mayor cantidad de palabras dentro del vocabulario del participante y con ello hacer que se comunique de mejor forma.

La tercera actividad invita al niño, o el joven, a pronunciar frases simples que se muestran en la aplicación; las frases están compuestas por palabras e imágenes y en la parte inferior está la frase correcta a pronunciar. Esta actividad también busca que quien la use pueda conocer nuevas palabras y frases, las cuales están ordenadas de forma coherente, así como nuevas ideas, que se presentan de manera lógica.

La última actividad propicia que el participante relacione la palabra con la imagen, es decir, se trata de un juego de evocación que trabaja con las siguientes categorías: adjetivos, animales, adverbios, colores y comida.

Al igual que en la primera actividad, en todas las que constituyen el programa Vocaliza se provee un refuerzo a través de imágenes, textos o sonidos, a la vez que se le indica al alumno el grado de articulación que alcanza, lo cual le permite monitorear la emisión de su voz. Otra importante característica del programa es que posee una interfaz gráfica de usuario sencilla, que se asemeja a la de un juego infantil (Saz, 2011).

Videojuegos como herramientas de rehabilitación

Otra propuesta interesante en el área de rehabilitación del habla es el proyecto creado por el Instituto para Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca, el cual está basado en un prototipo de videojuego y se centra en terapia auditivo-verbal (Loaiza *et al.*, 2013). El videojuego cuenta con un sistema de interacción que realiza reconocimiento de voz en conjunto con la retroalimentación visual; está dirigido a niños con discapacidad auditiva y se pretende que este prototipo funcione sin la ayuda presencial de un terapeuta cualificado. Además, esta herramienta toma en cuenta el aprendizaje de las consonantes *d*, *t*, *n*, *s* y *l* a través de la narración de cuentos, de manera que el niño aprende mientras se divierte. El progreso del participante se evalúa en el propio juego, con el fin de ofrecer ejercicios de forma consecutiva (Loaiza *et al.*, 2013). Este videojuego propone un esquema que permite la interacción entre diferentes actores, tales como el niño o paciente, el terapeuta y sus familiares.

El desafío del videojuego es pronunciar de la manera adecuada, y esto se consigue cuando el niño intenta pasar las etapas del juego y adquiere determinados puntajes; éstos, a su vez, sirven para que el terapeuta determine el

avance del niño y, por lo tanto, para que provea nuevos ejercicios.

Existen muchos sistemas que están orientados a mejorar la articulación de los niños; la mayor parte de éstos pretenden usar el juego como la metodología más adecuada para que el niño aprenda mientras se divierte, lo cual servirá de retroalimentación para los planes de los terapeutas del habla y lenguaje.

Sistema basado en mundos virtuales como herramienta de apoyo a la terapia para la dislalia

Este sistema está enfocado en la estrategia de los mundos virtuales con el fin de intervenir en los problemas de dislalia de los niños. Su fundamento se remonta a la década de los años setenta, cuando nace la idea de los mundos virtuales a modo de juego y en un entorno basado en texto. Con el avance de la tecnología y de la red de redes (Internet), se implementaron gráficos para conseguir un mundo virtual en línea (Quintero y Molina, 2012).

Pero, ¿cómo se usan los mundos virtuales para ayudar en el tratamiento de las dislalias? Para ello se emplea un programa de computador que usa un conjunto de elementos que ayuda a la interacción con los diferentes actores y escenarios; los actores son los propios niños y terapeutas que usan el sistema en sus casas o en los centros de atención (Quintero y Molina, 2012).

El sistema usa la terapia tradicional en combinación con los mundos virtuales, por lo que interviene en los principales errores que conlleva la dislalia, entre los cuales están: sustitución, omisión, inserción, distorsión e inversión. El conjunto de actividades que usa el sistema pretende estimular la articulación de los fonemas y sinfonemas en donde se hallan dichos errores (Quintero y Molina, 2012).

Dos áreas principales marcan el funcionamiento de este sistema: en la primera se concentran actividades con fonemas; y la segunda, actividades con sinfonemas. Además,

cabe destacar que este sistema se compone de algunos elementos, tales como: avatar, ambiente, actividades y sistema de incentivos. Al interactuar con las actividades, los diferentes actores crean la retroalimentación necesaria para los profesionales en el área del lenguaje (Quintero y Molina, 2012).

ARTIC

Es una aplicación que usa las tecnologías de información y comunicación para ayudar en la articulación. Esta aplicación también propone el aprendizaje a través de actividades divertidas, de manera que el terapeuta funge como facilitador o “mediador del conocimiento”, junto con la aplicación informática; es decir, permite que el niño interactúe de una forma autónoma con las actividades del sistema y lo motiva a realizar las actividades (Martín, 2010).

Este sistema permite que la retroalimentación se dé en ese mismo momento o en etapas posteriores, lo cual ayuda al terapeuta, al niño y a sus familiares a analizar su progreso. El sistema usa elementos externos o propios del ordenador para hacer las tareas, tales como el micrófono y la cámara. Estas tareas están orientadas a estimular el soplo, la respiración, la discriminación auditiva y la pronunciación; por otra parte, la cámara se usa para que se puedan visualizar los movimientos bucofaciales que el niño imita tras haber observado un video instructivo. El micrófono se emplea para grabar los sonidos que el niño emite, de tal manera que el terapeuta evalúa cómo se están articulando los distintos fonemas y si hay una correcta percepción de los mismos. La continuidad de esta aplicación queda a cargo del padre, la madre o los familiares responsables del niño en su hogar (Martín, 2010).

En el área del lenguaje esta aplicación está “enfocada en los elementos prelingüísticos y lingüísticos del habla” (Martín, 2010), por lo que cabe destacar que combina los métodos tradicionales usados en la terapia del lenguaje con las tecnologías de información y comunicación.

La estructura de la aplicación está organizada en dos secciones: la pantalla índice y la pantalla de ejercicios. La primera cuenta con herramientas de accesibilidad, acceso a Internet, contenidos y ayuda, entre otros; mientras que en la pantalla de ejercicios el niño puede participar. Existen dos tipos de ejercicios: tratamiento directo y tratamiento indirecto. Estos tratamientos tienen una duración de entre 5 y 10 minutos (Martín, 2010).

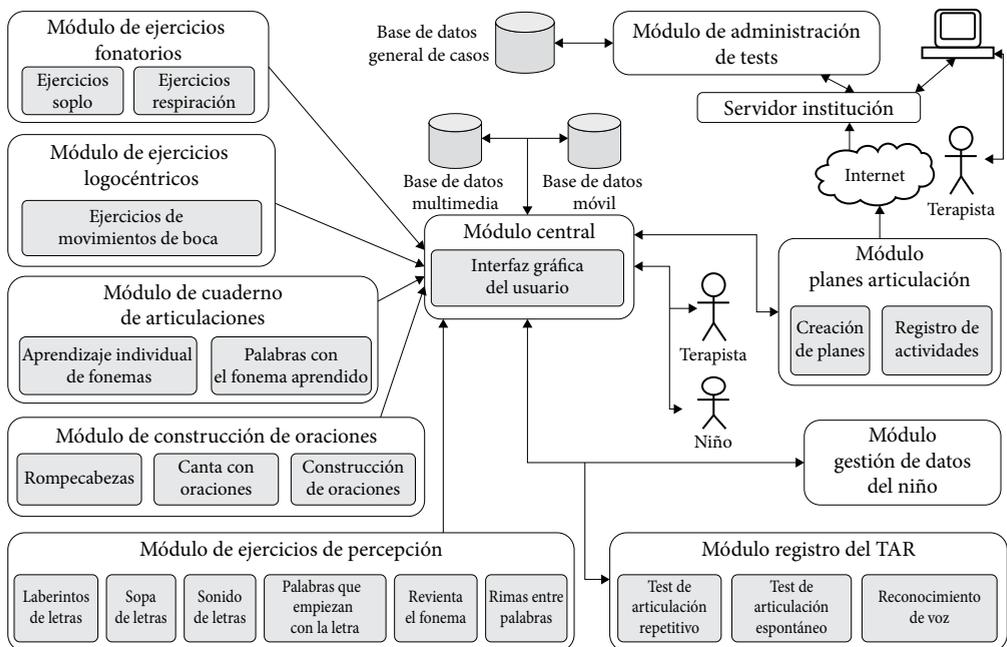
METODOLOGÍA: DISEÑO Y ESTRUCTURA BASE DE ADACOF

Luego de haber realizado una breve revisión de las herramientas existentes en la

actualidad, pasaremos a presentar nuestro enfoque. ADACOF busca integrar la terapia de lenguaje con tecnologías móviles, ya sean *tablets* o teléfonos móviles, basados en el sistema operativo Android.¹ Consta de un programa que puede recopilar información sobre el nivel fonológico en el cual se encuentra el niño. La propuesta se enfoca a quienes tienen trastornos en la articulación del habla asociados a una discapacidad, pero también puede ser empleada en niños regulares.

Los datos que se generan de la interacción con el niño quedan registrados en los dispositivos móviles y también son almacenados en el servidor de la institución o fundación en donde se realice la terapia.

Figura 1. Diagrama modular del sistema ADACOF



Fuente: elaboración propia.

Como se aprecia en la Fig. 1, la propuesta se fundamenta en un esquema de módulos que asocian el eje de la terapia de lenguaje con

el servicio informático que permite poner en práctica dicho eje. A continuación se detalla cada uno de los módulos:

1 Se eligió esta plataforma debido a la amplia variedad de dispositivos que soportan Android, y a que éstos tienen costos más accesibles.

- *Módulo de ejercicios fonatorios*: está conformado por los ejercicios de soplo y respiración, los cuales ayudarán a ejercitar los elementos del aparato fonoarticulatorio. Como ejemplo de ejercicios de soplo tenemos “soplar las velas”, y para los ejercicios de respiración sería “oler las flores”.
- *Módulo de ejercicios logocinéticos*: son todos aquéllos en los que se trabajan los músculos de la boca y que tienen una conexión directa con los ejercicios fonatorios, por ejemplo, se trabaja el fonema /r/, que es un vibrante simple linguoalveolar sonoro que se articula con los labios entreabiertos y que permite ver la cara inferior de la lengua levantada hacia el paladar; los bordes laterales de la lengua se apoyan en las encías y molares superiores para impedir la salida lateral del aire, mientras que la punta toca los alveolos de los incisivos superiores (García, 2012). Todo este proceso, sin embargo, depende de que el niño expulse correctamente el aire para generar la fuerza con la que se debe producir el sonido.
- *Módulo de ejercicios de percepción*: estos ejercicios se enfocan en la percepción del sonido, la forma de la letra, la pronunciación y la diferenciación de los mismos. Un claro ejemplo es cuando aprendemos cómo suena la letra *m*: el niño aprende a percibir cómo se escucha la *m*, pero todavía no sabe cuál es la forma de la letra; este aprendizaje se llama percepción. Para lograrlo, se escogió un bloque de seis ejercicios en los cuales se podrán aplicar las características anteriormente mencionadas. Las secciones son las siguientes:
 - *Laberintos de letras*: el objetivo de este ejercicio es llegar a la meta con la letra que se quiere practicar. Cada vez que el niño elige el camino correcto se escuchará el sonido de la letra que se está practicando.
 - *Sopa de letras*: es un pasatiempo en donde los niños tienen que identificar todas las letras idénticas a la que se está practicando.
 - *Sonido de letras*: en esta sección se encuentra la imagen de la letra a practicar y un video que muestra la posición de los dientes, labios, lengua y todos los elementos requeridos para emitir el sonido de la letra.
 - *Palabras que empiezan con la letra*: el niño debe buscar dentro de un conjunto de gráficos y seleccionar aquéllos en los que se encuentre la letra con la que se está trabajando.
 - *Revienta el fonema*: se presentan muchos globos, y en su interior varias letras. El desafío es reventar el globo con la letra que se está estudiando.
 - *Rima entre fonemas*: este ejercicio se compone de tres gráficos con sus respectivas palabras: en el primer gráfico se presenta una palabra con la letra estudiada y el niño deberá seleccionar cuál de las otras dos palabras tiene la misma letra que la primera.
- *Módulo del cuaderno de articulación*: este módulo permite que se practique la articulación mediante la repetición de letras, vocales, fonemas y palabras, lo cual demostrará si existe la correcta pronunciación y percepción. Está compuesto de dos secciones: el aprendizaje individual de fonemas y las palabras que poseen el fonema aprendido. En la primera parte se construyen los fonemas, ya sea con una o dos consonantes y su respectiva vocal; en la segunda sección se presentan palabras con sentido asociadas a una imagen. Estas palabras contienen el fonema escogido con el que se está trabajando en las posiciones inicial, media o final. En la Fig. 2 se puede apreciar una captura de pantalla de la aplicación, donde se observa

cómo se seleccionan los fonemas con los que se trabajará.

Figura 2. Cuaderno de articulación en ADACOF



Fuente: captura de pantalla del cuaderno de articulación del programa ADACOF.

- **Módulo de construcción de oraciones:** en este módulo están incluidos los ejercicios que brindan soporte a los niños en la construcción de oraciones y, a la vez, permite evaluar su aprendizaje en un nivel más complejo, puesto que se aprende a construir o articular ideas, haciendo que el proceso de articulación mejore significativamente. Estos ejercicios son:
 - **Rompecabezas:** el niño primero deberá leer la oración que se le presenta. La oración posee sujeto, verbo y complemento; entonces los niños deberán relacionar cada una de las partes de la oración que estarán representadas con imágenes, para que luego éstas sean ubicadas en un orden coherente.
 - **Canta con oraciones:** se presenta un teclado conformado por palabras clave, mismas que servirán para completar una oración dada. Al terminar de completarla se podrá escuchar lo que dice la oración en forma de canción.
 - **Construcción de oraciones:** se muestra una oración cuya estructura de palabras contiene hasta cinco de los fonemas con la letra escogida.

Se podrá reproducir lo que dice la oración.

- **Módulo de gestión de datos de los niños:** Permite ingresar, modificar y eliminar datos como nombres, apellidos, fecha de nacimiento y foto de cada niño, con el objetivo de llevar a cabo el seguimiento. De este modo el terapeuta o educador especial cuenta con los registros de los niños con los que trabaja, las tareas y ejercicios que han realizado y las dificultades que han tenido.
- **Módulo de registro del TAR:** está compuesto por dos evaluaciones: el TAR (test de articulación repetitivo) y el TAE (test de articulación espontáneo). A través del TAR (Fig. 3) se registra el progreso de los niños en cuanto a articulación se refiere, además de analizar si existen alteraciones en la estructura de las palabras articuladas, es decir, se evalúa si en las palabras emitidas por los niños existe sustitución, omisión o agregación de elementos lingüísticos. Por otra parte, el TAE emplea láminas ilustrativas que le permiten al terapeuta identificar el resultado de la pronunciación del niño al ver la lámina. Los resultados de ambas evaluaciones son registrados en la base de datos del dispositivo móvil y replicados en el servidor del centro de educación especial.

Al mismo tiempo, para corroborar los resultados obtenidos se ha implementado la sección de reconocimiento de voz, la cual permitirá grabar la voz del niño durante el tiempo en que se pronuncie el fonema. Por ejemplo, si al niño se le muestra la imagen de un gato, éste pronunciará la palabra que corresponde a lo que ve, y quedará registrado en la base de datos como un archivo de audio que estará disponible para posteriores análisis por parte del profesional del área del habla y el lenguaje.

Figura 3. Evaluación de la sección de los fonemas en el TAR

ActividadTar

TAR

Nombres L.A.
 Fecha Nacimiento 2003 Edad 11
 Examinador Nombres Fecha evaluacion 02/mayo/2014

Test de Articulacion

Punto Articulario	Fonemas	Inicial		Pronunciacion	Medial		Pronunciacion	Final
Bilabiales	b	Bote	<input type="checkbox"/>		Cabeza	<input checked="" type="checkbox"/>	pabeza	Nube
Bilabiales	p	Pato	<input checked="" type="checkbox"/>	papo	Zapato	<input type="checkbox"/>		Copa
Bilabiales	m	Mano	<input checked="" type="checkbox"/>	nano	Camisa	<input checked="" type="checkbox"/>	misa	Suma
Labiodentales	f	Foca	<input checked="" type="checkbox"/>	fopa	Bufalo	<input checked="" type="checkbox"/>	bua	Cafe

Observaciones ABC

Guardar Guardar y cerrar

Fuente: captura de pantalla del cuaderno de articulación del programa ADACOF (sección del Test de Articulación Repetitivo).

- *Módulo de planes de articulación:* este módulo tiene dos tareas importantes: el registro de actividades y la creación de planes, es decir, se registran los fonemas estudiados y sus respectivos ejercicios durante la sesión de trabajo de los terapeutas con los niños, y se guardan las tareas que tendrán que realizar los niños en su casa con la ayuda de su padre o su madre (registro de actividades). Con la información recopilada se lleva a cabo la creación de planes de forma automática. El objetivo de los planes de articulación es proporcionar al terapeuta una herramienta que brinde información importante sobre cuáles son los problemas articulatorios percibidos por la aplicación y, a la vez, tener un conocimiento profundo sobre el nivel de articulación en el que se encuentra el niño. A partir de lo anterior se podrán reforzar las áreas afectadas con los módulos que sean necesarios para el aprendizaje, desde una perspectiva divertida, es decir, mientras los terapeutas evalúan, los niños se divierten

al usar la aplicación. Los planes de articulación tienen como base para su elaboración al TAR, puesto que la forma de evaluación está centrada en cinco pilares: fonemas, dífonos vocálicos (diptongos), dífonos consonánticos, polisilábicas y oraciones. Los planes se crearán dependiendo de los pilares en los que el terapeuta tiene que trabajar más con los niños evaluados.

- *Módulo de administración de tests:* este módulo le servirá al terapeuta para hacer la consulta necesaria, a través de la Internet, de los planes de articulación, los cuales fueron elaborados en el módulo correspondiente. Esto es: las observaciones que el terapeuta realice se almacenarán en la “Base de Datos Test”, y como la información se encuentra almacenada, y está disponible en Internet, el terapeuta puede disponer de ella en cualquier momento, tomar decisiones y hacer comparaciones con los distintos test. Esta funcionalidad es de gran ayuda, ya que las observaciones y tareas realizadas con los niños

pueden ser útiles a otros terapeutas, especialmente en los casos en que no sean evaluados por su propio terapeuta.

- *Módulo central:* este módulo reúne los otros módulos de la aplicación y presenta la interfaz gráfica para el terapeuta, los niños y el padre y la madre de familia. El niño interactúa con cinco módulos: ejercicios fonatorios y logocinéticos, percepción, cuaderno de articulación y construcción de oraciones; cabe destacar que el niño debe interactuar con estos módulos con ayuda del terapeuta o de alguna persona responsable de su tratamiento. El uso de los demás módulos debe estar a cargo del tutor, el cual controlará el progreso del niño a través de los responsables del mismo. Los responsables podrán consultar el progreso y las tareas asignadas a los niños por medio de los planes de articulación. Los datos del niño, los elementos multimedia, las

evaluaciones y los ejercicios de la aplicación se almacenan en la base de datos del dispositivo móvil.

PLAN DE APLICACIÓN PILOTO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

A fin de analizar la propuesta planteada, se realizó un experimento inicial con 32 niños del Instituto Piloto de Integración del Azuay (IPIA), a los cuales se les aplicó el TAR; con la información resultante se alimentó a la aplicación desarrollada. La información extraída nos ha permitido llevar a cabo un análisis sobre el nivel de articulación en el que se encuentran, así como las dificultades que presentan.

En el Cuadro 1 se puede apreciar de forma resumida la información recopilada de los 32 niños que fueron parte del análisis realizado, en donde constan sus edades, el diagnóstico médico que tienen, así como el diagnóstico de lenguaje y los trastornos asociados que se encontraron en algunos casos.

Cuadro 1. Resumen de las patologías encontradas en los niños

Edades	Diagnóstico médico	Diagnóstico de lenguaje	Número de niños
4-5	Discapacidad intelectual	Dislalia funcional	1
5-11	Síndrome de Down	Retardo de lenguaje	1
6-7	Espectro autismo	Disfasia mixta	1
	Síndrome convulsivo	Retardo de lenguaje	1
	Discapacidad intelectual	Retardo de lenguaje	2
	Discapacidad mental	Retardo de lenguaje	1
8-9	Síndrome de Apert	Retardo de lenguaje	1
	Síndrome de Down	Retardo de lenguaje	3
	Síndrome alcohólico fetal	Retraso de Lenguaje	1
	PCI con hemiparesia derecha	Disartria	1
9-10	Síndrome de Down	Retardo de lenguaje	2
	Síndrome alcohólico fetal	Retardo de lenguaje	2
	Desnutrición	Retardo de lenguaje	2
10-11	Parálisis cerebral infantil (PCI)	Retardo de lenguaje	1
	Síndrome de Down	Retardo de lenguaje	1
	Desnutrición	Retardo de lenguaje	1
	Espectro autismo	Retardo de lenguaje	1

Cuadro 1. Resumen de las patologías encontradas en los niños (cont.)

Edades	Diagnóstico médico	Diagnóstico de lenguaje	Número de niños
	Espectro autismo	Disfasia mixta	1
	Parálisis cerebral	Retraso de lenguaje	1
11-12	Parálisis cerebral	Dislalia funcional	1
	Espectro autismo	Disfasia mixta	1
	Parálisis cerebral	Retardo de lenguaje	1
	Síndrome alcohólico fetal	Retardo de lenguaje	1
12-13	Parálisis cerebral	Retardo de lenguaje	1
19-20	Parálisis cerebral	Retardo de lenguaje	1
21-22	Distonía motora	Disartria	1

Fuente: elaboración propia.

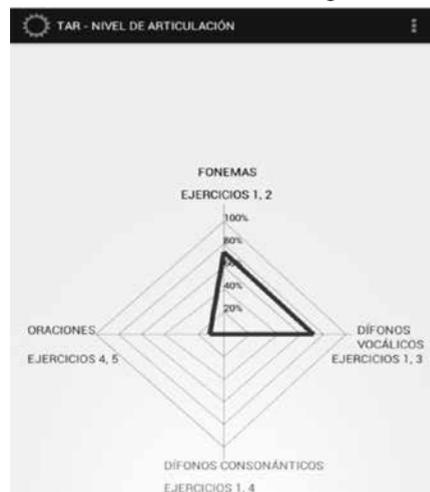
Para el análisis del nivel articulatorio que tiene un niño, la aplicación reúne todos los aciertos obtenidos durante la sesión de terapia, y con ello presenta, mediante un gráfico de barras radiales, en qué zonas tiene un mejor desempeño, así como aquellas en las que se debe realizar el trabajo de refuerzo. Los elementos fonológicos que incluye el TAR son los fonemas, los dífonos vocálicos, los dífonos consonánticos y las oraciones. Este test se aplicó a los 32 niños y esto permitió detectar errores debido a omisiones, distorsiones y sustituciones en los elementos fonológicos antes mencionados. Por ejemplo, durante el trabajo que se realizó con un niño que tiene parálisis cerebral y retraso de lenguaje, se registraron 45 aciertos en la etapa de los fonemas, 5 aciertos en la etapa de dífonos vocálicos, 0 aciertos en la sección de dífonos consonánticos y 1 acierto en oraciones.

Tomando en cuenta que son cuatro campos a ser evaluados en el TAR, se optó por realizar un gráfico radial en forma de rombo, cuyos vértices representan cada una de las etapas del TAR y, al mismo tiempo, cada sección está asociada a los engranajes de la aplicación, de tal forma que si un niño tiene problemas en la etapa de los fonemas, la aplicación recomienda trabajar con los ejercicios fonatorios y logocinéticos (módulos 1 y 2).

En la Fig. 4 se muestra el resultado del trabajo realizado con un niño que presenta

dificultades en los dífonos consonánticos y oraciones, y que tiene un buen desempeño en los fonemas y dífonos vocálicos. Para ello, según la aplicación, las recomendaciones dadas para mejorar en la etapa de los dífonos consonánticos es trabajar con los ejercicios de los módulos 1 y 4, es decir, se debe trabajar en los ejercicios fonatorios y en el cuaderno de articulación. Mientras tanto, en la etapa de las oraciones se recomienda trabajar con los módulos 4 y 5, es decir, se debe trabajar con el cuaderno de articulación y con el módulo de oraciones.

Figura 4. Gráfica resultante del nivel articulatorio de un niño, según el TAR



Fuente: captura de pantalla. Ejemplo de gráfico referido al nivel articulatorio.

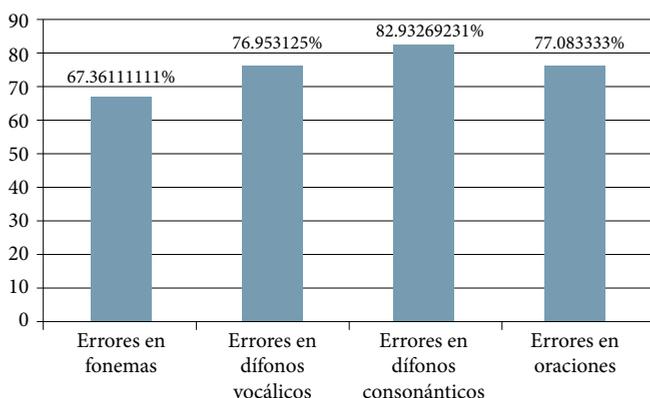
Para este caso particular el plan de articulación sugiere realizar el siguiente trabajo:

Realizar ejercicios fonatorios (soplar una vela, oler las flores), además de practicar con el cuaderno de articulación en el fonema /r/, en las posiciones inicial, media, final y trabante. Del mismo modo, se sugiere trabajar en las letras *b, p, m, f, d, t, s, n, l, k, g, x*, en la posición trabante.

El plan termina con la recomendación de trabajar en oraciones con la estructura simple de sujeto, verbo y complemento.

En la Fig. 5 se puede observar el análisis general de las dificultades que presentan los niños en las cuatro áreas del TAR. Como se aprecia, tienen un 67 por ciento de fallos en la etapa de los fonemas; el análisis también muestra un alto porcentaje de fallos en dífonos vocálicos, con un 76 por ciento. Los niños tienen problemas cuando articulan palabras con dos consonantes, es por ello que en la etapa de dífonos consonánticos alcanzan una tasa de error de 82 por ciento. Para finalizar con el análisis, los niños fallan en un 77 por ciento de la etapa de las oraciones.

Figura 5. Análisis de notas promedio de los errores obtenidos por los 32 niños



Fuente: elaboración propia.

La información que se va generando durante la evaluación se presenta a manera de informe e incluye el análisis indicado en la Fig. 4 y los ejercicios trabajados por el niño para alcanzar un mejor nivel en articulación; asimismo, brinda la posibilidad de que el terapeuta adjunte sus observaciones y recomendaciones.

Para finalizar este análisis, también se estudiaron los tiempos que se requieren para llevar a cabo las siguientes tareas:

- *Aplicación del TAR*: con ayuda de la aplicación se logró disminuir de 30 a 15 minutos por test.
- *Planificación de ejercicios para la terapia*: al emplear la aplicación se requieren

alrededor de cinco minutos, en comparación a los 30 minutos empleados en la planificación manual. Cabe mencionar que en esta etapa, el terapeuta debe efectuar una búsqueda de imágenes y todo el material didáctico adecuado que permita mantener la atención del niño durante la sesión de trabajo.

- *Generación de informes de trabajo*: para generar un reporte completo el terapeuta requiere alrededor de 30 minutos, y con la aplicación este tiempo se reduce a cinco.

Como puede verse, los terapeutas normalmente invierten entre 1 hora y 30 minutos a

2 horas de trabajo diario por niño; pero con ADACOF se requiere aproximadamente 30 minutos para llevar a cabo el trabajo con el niño, su seguimiento y planificación a futuro.

DISCUSIÓN FINAL

Cada niño con discapacidad es un mundo único que requiere cuidado y atención personalizada. La realidad actual que viven los países de Latinoamérica, tanto en el ámbito económico como en el de desarrollo, hace que el cuidado y la educación de estos niños represente un reto para sus familiares, maestros y su entorno en general. Por ello, consideramos que las TIC pueden constituir un aporte significativo a los diversos procesos educativos que se llevan adelante en el ámbito de la inclusión. Sin embargo, es fundamental contar con el talento humano que alimente, valide y aporte al desarrollo de estas tecnologías, siempre sin perder el horizonte de las diversas teorías de la educación y el desarrollo cognitivo. En tal virtud, una aplicación informática que no cuente con material actualizado, y que no esté correctamente enfocado, no hará más que entorpecer las actividades de aprendizaje.

A lo largo de estas páginas hemos podido observar que en varios países se están desarrollando propuestas que buscan mejorar los procesos de educación especial, así como la calidad de vida de las personas que tienen discapacidades; por ello, luego de diseñar, desarrollar y probar ADACOF, hemos podido comprobar que se pueden obtener diversos beneficios del trabajo con tecnologías móviles en el campo de la educación especial. Entre los más importantes podemos destacar:

- La evaluación de los tests se realiza de una forma más ágil, ya que las aplicaciones y dispositivos móviles brindan libertad de movimiento a los terapeutas para realizar su trabajo y son fáciles de transportar e iniciar.

- La aplicación provee una base de conocimiento portátil sobre el nivel de articulación que el niño posee, puesto que todos los resultados obtenidos del TAR se encuentran centralizados en los dispositivos.
- Es más sencillo realizar un análisis comparativo entre dos o más niños con trastornos de lenguaje similares, a fin de analizar las estrategias que se llevan a cabo en cada caso.
- Es posible compartir de forma inmediata la información con otros terapeutas, a fin de realizar análisis conjuntos o estudiar otros casos de éxito.
- Se cuenta con un servicio que ayuda a los terapeutas a construir un plan de intervención que permita reunir los ejercicios adecuados para practicarlos con los niños y poder cubrir todos los déficits articulatorios que se presenten.
- Gracias al avance de la ciencia informática, actualmente las aplicaciones móviles (ya sean Android, iPhone o Windows Mobile) cuentan con una serie de servicios ya desarrollados, como son el reconocimiento del habla o el reconocimiento facial, aspectos que permiten explorar otros ámbitos del seguimiento a la terapia.
- Las tecnologías móviles, hoy en día, poseen un sistema de interacción que es muy amigable, lo que hace que el niño pueda emplearlas de mejor manera y que, a la vez, despierten su atención.

Como parte del trabajo futuro se plantea la posibilidad de explorar las siguientes líneas de investigación:

- Estudiar la posibilidad de usar técnicas que permitan valorar el desarrollo cognitivo, así como las habilidades del niño en su ambiente natural, empleando para ello juguetes que interactúen con dispositivos móviles.

- Desarrollar una propuesta para que los terapeutas puedan brindar apoyo a los familiares a cargo de los niños, usando un enfoque basado en *chat* y/o videoconferencia durante el refuerzo de las terapias en el hogar.
- Construir un tesoro de todos los ejercicios que ingresen en la aplicación para que el sistema pueda presentar los ejercicios específicos que el niño debe practicar, a partir de los déficits articulatorios encontrados, los diagnósticos médicos y el diagnóstico de lenguaje.

REFERENCIAS

- ABREGÚ Tueros, Luis (2009), "Evolución del razonamiento analógico en niños: seguimiento desde los seis hasta los once años de edad", *Avances en Psicología Latinoamericana*, vol. XXVII, núm. 1, pp. 97-110.
- BELTRÁN Llera, Jesús y José Antonio Bueno Álvarez (eds.) (1995), *Psicología de la educación*, Barcelona, Marcombo.
- BELTRÁN, Denia, Marcia de la Caridad López, Giovanna Contreras, Daniel Quintana, Lisset Fuentes, Orietta Hernández, Elsa Alonso, Ondina Escalona y Estela Morales (2013), "Histidinemia en niños preescolares con trastornos de la comunicación oral", *Revista de Investigación en Logopedia*, vol. III, núm. 2, pp. 146-162.
- CERVERA, José y Amparo Ygual (2003), "Intervención logopédica en los trastornos fonológicos desde el paradigma psicolingüístico del procesamiento del habla", *Revista de Neurología*, vol. XXXVI, núm. 1, pp. 39-53.
- CRESPO Eguilaz, Nerea y Juan Narbona (2003), "Perfiles clínicos evolutivos y transiciones en el espectro del trastorno específico del desarrollo del lenguaje", *Revista de Neurología*, vol. XXXVI, núm. 1, pp. 29-35.
- DAMICO, Jack S., Nicole Müller y Martin J. Ball (2010), *The Handbook of Language and Speech Disorders*, Chichester (UK), Blackwell Publishing.
- FERNÁNDEZ Zúñiga, Alicia, Marcos de León y Sara Gamba Moleres (2011), "Evaluación, intervención y evolución en un caso de tartamudez temprana", *Boletín de AELFA*, vol. XI, núm. 2, pp. 39-44.
- GARCÍA, Pilar (2012), *La dislalia. Naturaleza, diagnóstico y rehabilitación*, Madrid, CEPE.
- Gobierno de Ecuador-Ministerio de Educación-Dirección Nacional de Educación Especial e Inclusiva-Secretaría Técnica para la Gestión Inclusiva en Discapacidades (SETEDIS) (2013), "Instituciones de educación especial", Quito, Ministerio de Educación, en: <http://educacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2013/03/INSTITUCIONES-EDU-ESPECIAL.pdf> (consulta: 12 de mayo de 2014).
- Instituto Nacional de Trastornos Neurológicos y Accidentes Cerebrovasculares (NINDS) (2010), "Parálisis cerebral: esperanza en la investigación", Bethesda, National Institutes of Health, en: <http://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/paraliscerebral.htm> (consulta: 15 de abril de 2014).
- LOAIZA, Diego, Claudia Oviedo, Andrés Castillo, Anita Portilla, Gloria Álvarez, Diego Linares y Andrés Navarro (2013), "A Video Game Prototype for Speech Rehabilitation", *5th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications, VS-GAMES 2013*, Poole (Inglaterra), 11-13 de septiembre de 2013.
- MAHSHIE, James (1996), "Feedback Considerations for Speech Training Systems", *Spoken Language*, Washington, IEEE, vol. I, núm. 1, pp. 153-156.
- MARTÍN, José Luis (2010), "Intervención educativa con el programa ArTIC orientado a mejorar las habilidades articulatorias del habla", en Pilar Arnaiz, María Dolores Hurtado y Francisco Javier Soto (coords.), *25 años de integración escolar en España: tecnología e inclusión en el ámbito educativo, laboral y comunitario*, Murcia, Consejería de Educación, Formación y Empleo, pp. 3-5.
- MOLINA, Montse, María Ampudia, Sobrino Aguas, Lluís Guasch y Josep Tomás (1999), "Desarrollo del lenguaje", Josep Tomás (ed.), *Actitudes educativas, trastornos del lenguaje y otras alteraciones en la infancia y la adolescencia*, Barcelona, Laertes, pp. 15-27.
- PENNINGTON, Lindsay, Juliet Goldbart y Julie Marshall (2003), "Speech and Language Therapy to Improve the Communication Skills of Children with Cerebral Palsy (Review)", *The Cochrane Collaboration*, en: <http://www.cckm.ca/CPSLPR/pdf/Pennington2003.pdf> (consulta: 29 de abril de 2014).
- PENTIUC, Stefan-Gheorghe, Iolanda Tobolcea, Ovidiu Andrei Schipor, Mirela Danubianu y Maria-Doina Schipor (2010a), "Translation of the Speech Therapy Programs in the Logomon Assisted Therapy System", *Advances in Electrical and Computer Engineering*, vol. X, núm. 2, pp. 48-52.

- PENTIUC, Stefan-Gheorghe, Ovidiu-Andrei Schipor, Mirela Danubianu y Maria-Doina Schipor (2010b), "Speech Therapy Programs for a Computer Aided Therapy System", *Electronics and Electrical Engineering*, vol. XI, núm. 7, pp. 103-105.
- QUINTERO, Erika y Eduardo Molina (2012), "Different Approach to Virtual Worlds, Used as a Strategy to Complement the Therapies of Dyslalia", Séptimo Congreso Colombiano de Computación de la IEEE, Medellín (Colombia), 1-5 de octubre del 2012, pp. 1-6.
- SAZ, Oscar, Victoria Rodríguez, Eduardo Lleida, W. Ricardo Rodríguez y Carlos Vaquero (2011), "El uso de herramientas multimodales para entrenar la pronunciación en el aprendizaje de una segunda lengua en preadolescentes", *Journal of Communications Research*, vol. III , núm. 1, pp. 1-26.
- SCHIPOR, Ovidiu-Andrei, Stefan-Gheorghe Pentiu y Maria-Doina Schipor (2010), "Improving Computer Based Speech Therapy Using a Fuzzy Expert System", *Computing and Informatics*, vol. XXIX, núm. 2, pp. 303-318.
- SEIVANE Cobo, María (1993), *Cicerón. Programa para la adquisición y desarrollo de la capacidad articulatoria*, Madrid, CEPE.
- VILLANUEVA, Pía, Zulema de Barbieri, Hernán M. Palomino y Hernán Palomino (2008), "Alta prevalencia de trastorno específico de lenguaje en isla Robinson Crusoe y probable efecto fundador", *Revista Médica de Chile*, vol. CXXXVI, núm. 2, pp. 186-192.
- YGUAL, Amparo y José Cervera (2013), "Relación entre la percepción y la articulación en procesos fonológicos sustitutorios de niños con trastornos del lenguaje", *Revista de Neurología*, vol. LVI, núm. 1, pp. 31-40.