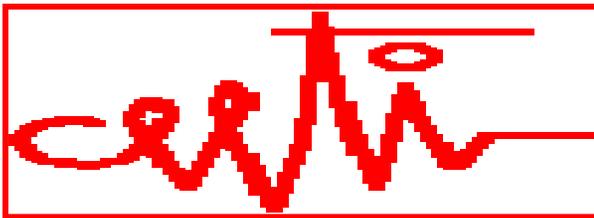


Juegos Interactivos para la Rehabilitación Fonatoria



Autores: Ing. Eduardo González Moreira
MSc. Carlos Ariel Ferrer Riesgo
Dra. María E. Hernández Díaz-Huici
Ing. Eric Lisandro Acao

Centro de Estudios de Electrónica y Tecnologías de la Información (CEETI)
Universidad Central de Las Villas (UCLV)

La señal de voz.

La señal de voz es objeto de análisis en múltiples especialidades, médicas o de ingeniería.



Estas incluyen:

- Logopedia.
- Foniatría.
- Fonética.
- Trastornos motores del lenguaje con causas neurológicas.
- Sistemas de comunicaciones telefónicos y de voz sobre Internet.

Modelo de la voz.

*Específicamente el **modelo de producción de la voz** como un sistema que comprende una **fuentes de excitación** y un **filtro lineal** que conforma espectralmente la señal de entrada resulta de gran utilidad.*

$$S(t) = h(t) * \sum_{i=1}^N a_i \delta(t + i\bar{T}_0 + \Delta T_i) + e(t)$$

Las características espectrales de la señal están determinadas por la respuesta del filtro, que a su vez depende de la conformación de las cavidades acústicas en el tracto vocal y la cavidad nasal.

Clasificación.

Tipo de señal de excitación los sonidos

Sonoros (*vibración periódica de las cuerdas vocales*), estos incluyen **vocales y algunas consonantes.**

*Se modela la excitación como un **tren de impulsos espaciados uniformemente.***

Sordos (*ruido fricativo o explosivo*), estos incluyen **fundamentalmente consonantes.**

*Se modela la excitación como **ruido blanco gaussiano.***

Herramientas de rehabilitación.

Existen en el mundo varios productos orientados a la visualización de características de la voz con fines de diagnóstico o terapéuticos.

- *“Speech Viewer” de IBM.*
- *“Computerized Speech Laboratory”.*
- *“MultiSpeech” de Kay Elemetrics.*

Estas herramientas permiten calcular múltiples parámetros que han demostrado utilidad clínica, además de presentar juegos interactivos orientados a la rehabilitación.

Programas desarrollados.

*Los juegos están basados en la presentación en tiempo real al paciente de **elementos móviles** que responden de forma interactiva a **parámetros** extraídos de una vocal.*

*Los parámetros empleados son la **intensidad**, el valor de **período fundamental** (ya que se asume que el paciente está pronunciando una vocal) y la **conformación espectral** de la señal de voz (**formantes**).*

Entrada / Salida en tiempo real.

*Se programó en **Borland Delphi 5.0** un objeto que facilita la entrada / salida de audio por segmentos. Se emplearon las funciones que brinda la sección de **Wave Audio (WA)** de la **Media Control Interface (MCI)** del **Sistema Operativo (SO) Windows**.*

*La consideración más importante para el **tiempo real** es la longitud del **buffer**.*

Lo suficientemente largo para que dé tiempo a efectuar las operaciones requeridas de obtención de las visualizaciones.

Lo suficientemente corto para que simule tiempo real.

En este programa se emplean *buffers* de 250 ms.

Cálculo de los parámetros empleados.

*Envolvente
Espectral*

*Para cada **buffer de entrada** se hallan los **coeficientes del filtro digital auto-regresivo (AR)** de orden N de mejor ajuste para el segmento.*

Intensidad

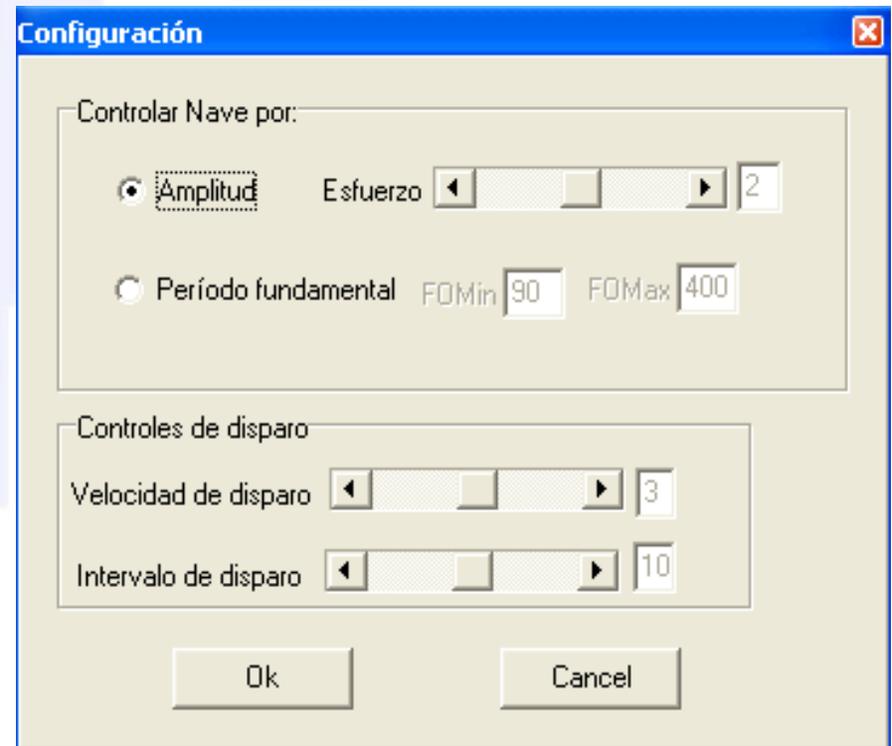
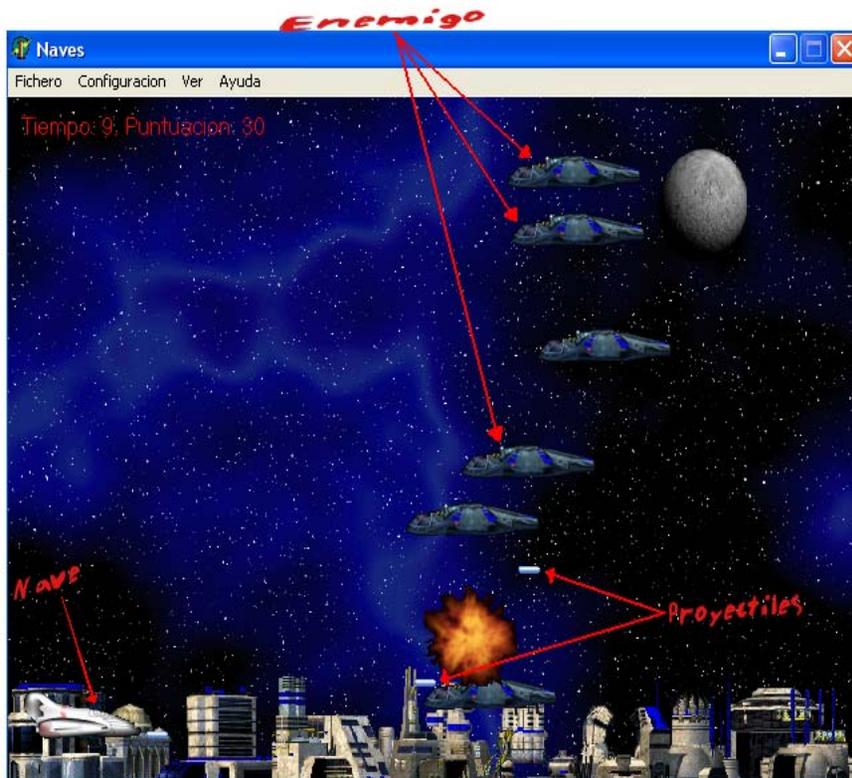
*Nivel de amplitud de la señal de voz como **amplitud de las oscilaciones** durante un intervalo de tiempo. El valor mostrado se obtiene mediante el cálculo del **promedio de magnitud de la señal** a lo largo de todo el buffer adquirido.*

*Período
Fundamental*

*Para la obtención se empleó el método de la **auto-correlación**, determinando el valor máximo del pico de esa función en el intervalo de búsqueda.*

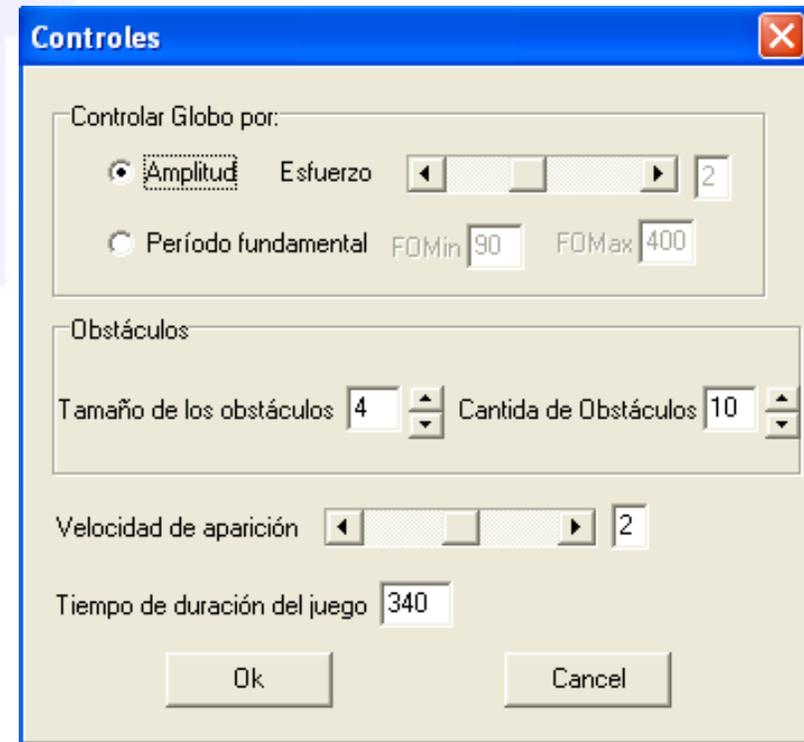
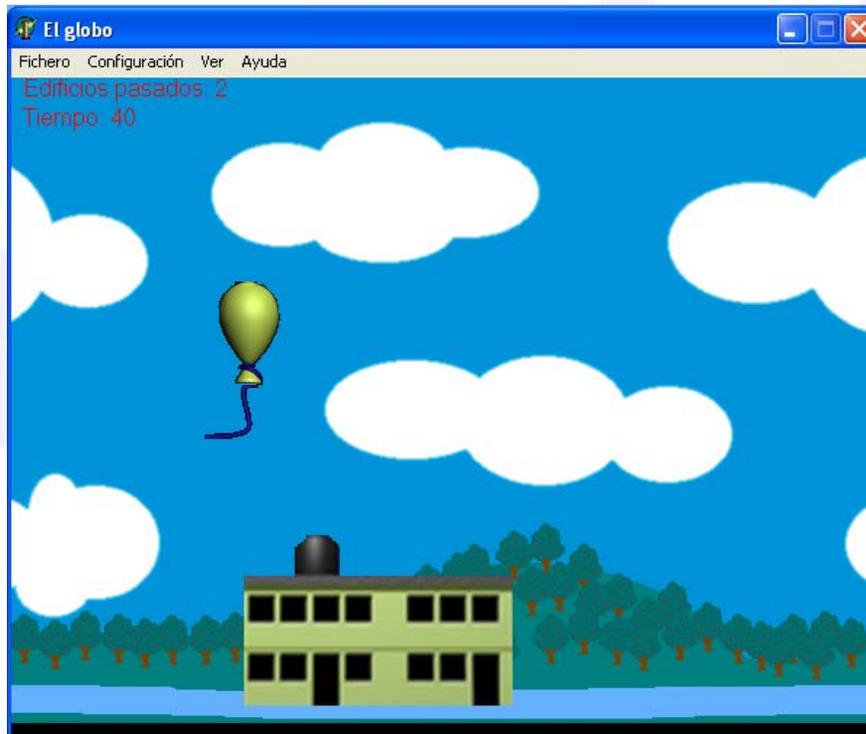
Juego #1: Naves.

Este juego consiste en una nave que se mueve en dos sentidos (arriba y abajo), según el parámetro que se este calculando a partir de la señal de entrada por el micrófono, y dispara un proyectil cada cierto intervalo de tiempo.



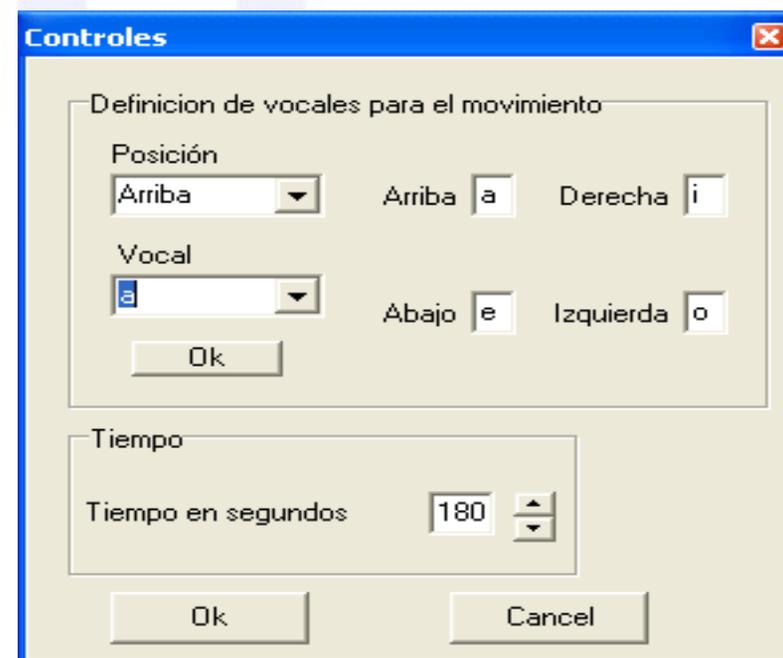
Juego #2: Globo.

Este programa consiste en un globo que se desplaza con velocidad constante hacia la derecha, mientras su altura es controlable con la intensidad o la frecuencia fundamental de la voz del paciente. Este paciente deberá elevar el globo de forma que sobrepase los obstáculos que van apareciendo.



Juego #3: *El laberinto.*

Este software consiste en una pelota que transita por un laberinto y debe alcanzar los premios que se encuentra a su paso con el fin de llegar a la salida. El movimiento de la pelota en las distintas direcciones (arriba, abajo, derecha e izquierda) se produce en dependencia del sonido de la vocal que emita el paciente y que es configurado por el logopeda previamente.



Discusión.

*Los juegos desarrollados pueden ser de **utilidad** a los **especialistas** que trabajan en contacto con **afecciones** del habla o en aspectos de **entrenamiento** y/o **rehabilitación**.*

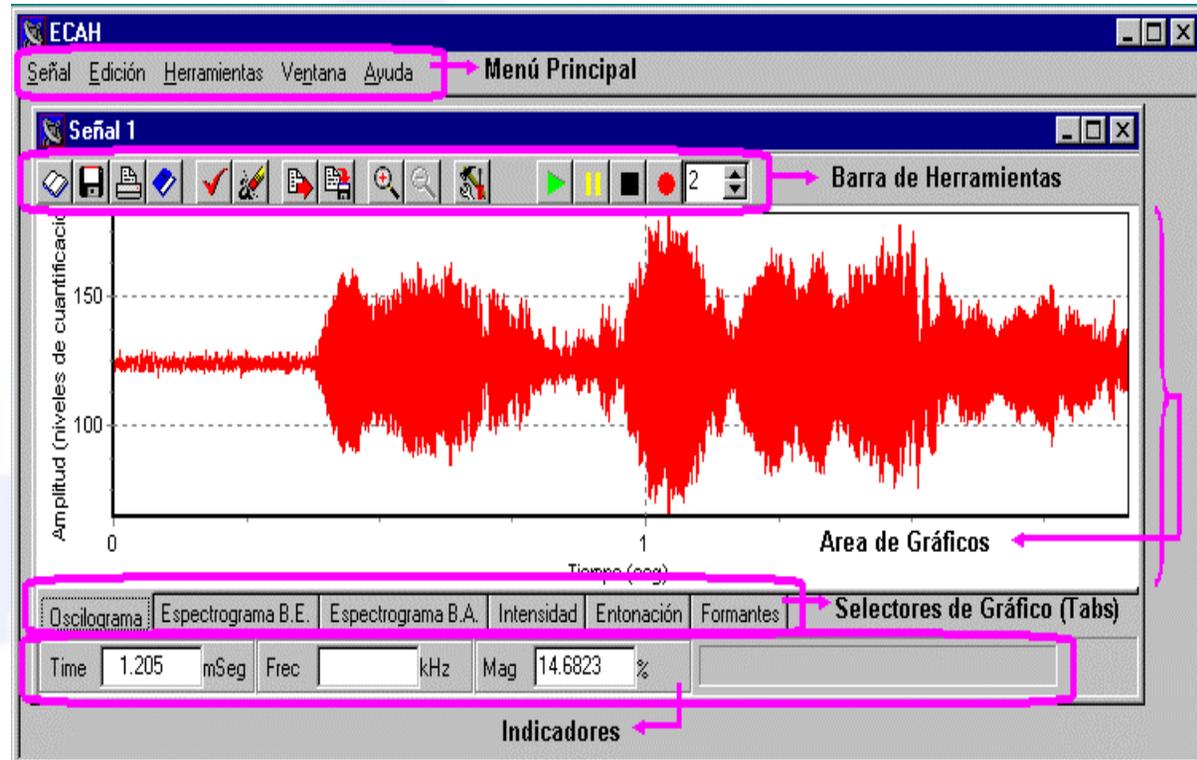
*Existen **múltiples aspectos** susceptibles de **perfeccionar**, como pueden ser mejoras a las posibilidades de **configuración** de los juegos y el **desarrollo** de otros nuevos.*

Anexos

ECAH.

El software permite la visualización de representaciones en el tiempo y la frecuencia de la señal de voz en una computadora personal, brindando varias facilidades adicionales.

El software puede ser de utilidad a los especialistas que trabajan en contacto con afecciones del habla o en aspectos de análisis, entrenamiento o rehabilitación.



VocalView.

El software permite la **visualización en tiempo real** de algunas características de **vocales** empleando una computadora personal con subsistema de audio, las que resultan de utilidad en el **análisis fonético o clínico de las vocales**.

El **análisis en tiempo real** brinda una **retroalimentación instantánea** al paciente (o persona bajo entrenamiento) de cómo influye el uso de su **aparato fonador** en las características acústicas de la señal, por lo que puede ser empleado en la **rehabilitación y/o entrenamiento** de personas con trastornos del habla.

