

Desarrollo e implementación de algoritmo de detección de errores de pronunciación en estudiantes del idioma inglés

***Trabajo Terminal No. 2019-B098***

*Alumnos: Castillo Reyes José Eleazar, Pineda Islas Bryan Raziel*

*Director: Olga Kolesnikova, Tonáhtli Arturo Ramírez Romero*

*Turno para la presentación del TT: Vespertino*

*e-mail: protocolo\_escom@hotmail.com*

**Resumen** – Se pretende desarrollar un algoritmo que a partir de la comparación de distintas muestras de sonido (palabras grabadas), tomadas de un estudiante del idioma inglés cuya lengua materna es el español de México y comparadas con otras tomadas de una persona cuya lengua materna es el inglés de Estados Unidos, determinará si la pronunciación del estudiante es correcta o no, en caso de no serlo el algoritmo deberá arrojar como resultado, en qué parte de la palabra hay un fallo en la pronunciación, logrando: apoyar al estudiante que utilice el algoritmo a detectar los fonemas que más le son complicados de pronunciar en una palabra y con ello mejorar su aprendizaje.

**Palabras clave** – Comunicación oral, fonética, aprendizaje de inglés, análisis de Fourier, detección de errores.

## **1. Introducción**

El idioma inglés no es considerado un idioma más, hoy en día, es considerado de igual importancia que el internet y la electricidad. Si sabes inglés estás conectado con el mundo, si lo desconoces, el universo en el que habitas, interactúas con otros, piensas, aprendes y te informas se reduce considerablemente. [1]

En México, a pesar de ser vecino del país angloparlante más importante del mundo, y sus múltiples lazos que nos vinculan con los Estados Unidos, el dominio del idioma inglés es muy escaso. [2] Este problema ha ido creciendo de forma exponencial. Estos últimos años, debido a que en la calificación del reporte elaborado por Education First, muestran a México en el lugar número 43 de 72 países. [3]

“Los alumnos de nivel medio superior y superior no cumplen los niveles que tiene el Marco Común Europeo, los niveles B1 y B2 que implican una comprensión y pronunciación adecuada, para poder comunicarse de manera eficiente tienen que reafirmarse con cursos externos no proporcionados por el estado”. [4]

La enseñanza de una lengua extranjera involucra cuatro habilidades comunicativas: comprensión de lectura, comprensión auditiva, expresión escrita y expresión oral, esta última involucra diversas variables que influyen en la comunicación e interacción entre hablantes. Una de ellas es la pronunciación, sistema por el cual se entrega un mensaje. Si el mensaje es comprendido, se podrá establecer el intercambio. [5]

Pronunciar bien el inglés es una de las batallas a las que se enfrentan cada día aquellos que quieren aprender el idioma. Los estudiantes suelen acabar la educación obligatoria con un nivel de pronunciación en inglés muy deficiente. Un motivo es, que no se potencia la expresión oral ya que el enfoque se centra en la gramática y la escritura. Otra causa determinante es que la mayoría de profesores son hispanohablantes y su acento muchas veces no es el adecuado. [6] [7]

De acuerdo con la Lic. Monserrat Baltazar Ramírez profesora de idioma inglés del Centro de Lenguas Extranjeras Unidad Zacatenco del Instituto Politécnico Nacional, se encuentran inscritos alrededor de 8600 alumnos de los cuales cerca de 5800 estudian el idioma inglés, muchos de ellos están limitados a una práctica diaria de su pronunciación al no contar con un profesor o persona nativa con la que puedan interactuar y retroalimentar la forma de hablar y escuchar.

Como podemos observar, a partir de los datos presentados en el párrafo anterior, tenemos la necesidad de comunicarnos como profesionistas con otras personas del mundo, en un intento por mejorar la pronunciación se han realizado algunas plataformas y proyectos para retroalimentar el conocimiento, los programas similares que encontramos se encuentran en la siguiente tabla:

| Software   | Características   | Limitantes   |
|--|---|--|
| Myelt.com  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Plataforma de aprendizaje de national geographic.</li> <li>-En esta plataforma se practican las 4 habilidades.</li> <li>-Se requiere internet y acceso de algún profesor de cenlex.</li> <li>-Se puede practicar la pronunciación.</li> <li>-Requiere la compra de libros para usar la plataforma</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Se puede practicar la pronunciación el único problema es que la retroalimentación la tiene que realizar un profesor.</li> <li>-La evaluación solo se maneja como aceptado o no.</li> </ul>     |
| Forvo  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Plataforma con pronunciaciones hechas por personas.</li> <li>-Evalúan la pronunciación los usuarios de la comunidad.</li> <li>-Registro gratuito y en línea.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>-La evaluación es con positivo o negativo.</li> <li>-No hay retroalimentación directa.</li> <li>-Al tener que esperar la evaluación de los demás usuarios esta es lenta e imprecisa.</li> </ul> |
| Google Translate   | <ul style="list-style-type: none"> <li>-La mayor plataforma de palabras en inglés.</li> <li>-El servicio es gratuito.</li> <li>-Tiene una gran base de datos con audios de palabras en inglés.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>-No tiene retroalimentación.</li> <li>-No hay evaluaciones solo se puede mejorar el listening.</li> <li>-Prácticamente es difícil mejorar el speaking</li> </ul>                                |
| Nuestra propuesta.<br><br>Detección de errores de pronunciación para estudiantes del idioma inglés | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Escuchar la pronunciación del usuario y guardarla en la computadora.</li> <li>-Comparar la pronunciación del usuario con la de un nativo americano en tiempo real.</li> <li>-Retroalimentar al usuario para localizar su error.</li> <li>-Se manejan dos habilidades (Speaking y Listening) al mismo tiempo.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Tiempo y presupuesto.</li> <li>-Comparativa solo con algunas palabras tomadas de un nativo americano.</li> <li>-Audios con palabras pronunciadas de nativos americanos.</li> </ul>             |

Tabla: comparativa de App/Sistemas/ similares a (nombre)  
Fuente: Creación propia

La didáctica, lingüística aplicada, fonética y fonología, ayudan al estudiante a evitar la interferencia de su lengua materna y sus problemas derivados, al momento de iniciar el aprendizaje de otra lengua. El reconocimiento de fonemas y actividades de aprendizaje de aquellos sonidos que en especial son complicados para los hispanohablantes, en nuestro caso específico, reducirá las dificultades de pronunciación del idioma inglés, el estudiante podrá diferenciarlos apropiadamente de los de su lengua materna. Las dificultades derivadas de dicha interferencia se podrían minimizar. [8]

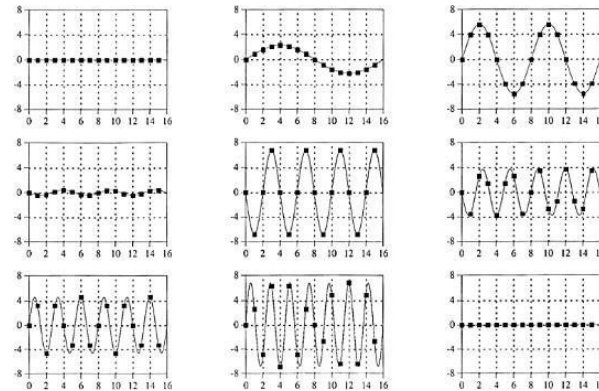
En estos momentos se tienen dos propuestas de programación, la primera implica el uso del lenguaje de programación “Python” debido a que cuenta con librerías cuyas funciones matemáticas podrían ser de utilidad con la comparación de las frecuencias de la palabra del usuario y el nativo americano, la segunda propuesta es el uso del lenguaje de programación “Java”, este último debido a la facilidad de desarrollo para interfaces gráficas tanto en un entorno de escritorio como móvil.

Al contar con una herramienta de apoyo didáctico el alumno podrá avanzar más rápido en su aprendizaje debido a la constante práctica, pero sin la detección de sus errores este avance es casi nulo, el algoritmo en su inicio está limitado al reconocimiento de unas cuantas palabras proporcionadas en las muestras de audio, esto debido al material con el que se cuenta, el tiempo de desarrollo y el presupuesto. A pesar de esto se planea sentar las bases para que en un futuro se pueda hacer uso del algoritmo en el desarrollo de herramientas más avanzadas.

Una señal analógica, en este caso la voz de una persona, varía de manera continua, así como su representación como señal eléctrica. Por lo tanto, no pueden ser registradas en un archivo en una computadora o hacer algún tratamiento con la información que estas contienen. Para llevar a cabo dichas acciones deberá tomarse una serie de muestras – Valores de la señal en un instante de tiempo – en forma de series de números, y ésta debe ser representativa de la señal, y no perder la información que contiene.[12]

La forma habitual de hacer este procedimiento es tomar muestras a intervalos regulares de tiempo. A este proceso se le llama muestrear o digitalizar la señal. La velocidad a que se toman estas muestras, medida normalmente en número de muestras se le denomina velocidad de muestreo y su velocidad es muy importante para no perder la información que contiene la señal. [12]

En la figura siguiente pueden observarse diferentes señales y diferentes puntos que representan un muestreo. [12]



En algunos casos se observa que los puntos no representan bien la señal.[12]

La mayoría de sonidos están compuestos por varias frecuencias diferentes. El teorema de Fourier afirma que toda señal periódica compleja puede descomponerse en una suma de señales sinusoidales de frecuencias y amplitudes diferentes. Esta descomposición se denomina espectro de frecuencias. La transformada de Fourier es la herramienta matemática que nos permite pasar de una representación en el dominio temporal a una representación en el dominio frecuencial. De manera general, la Transformada de Fourier es un procedimiento matemático que mapea cualquier señal analógica a una serie infinita de sinusoides, cada una de ellas con una determinada amplitud y fase. [13]

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo General

Desarrollar una herramienta que mediante un algoritmo detecte errores de pronunciación.

### 2.2. Objetivos Específicos

- Investigar distintos métodos para la comparación de dos señales de audio.
- Analizar cuál es el mejor método de comparación de señales de audio para utilizar en el desarrollo proyecto.
- Desarrollar el algoritmo para la detección de errores de pronunciación.
- Analizar el prototipo de herramienta para la detección de errores de pronunciación.
- Diseñar el prototipo de herramienta para la detección de errores de pronunciación.
- Desarrollar el prototipo de herramienta para la detección de errores de pronunciación.
- Realizar pruebas de comparación
- Elaboración de la documentación del proyecto

### 3. Justificación

El algoritmo y su futura implementación está pensados como apoyo didáctico para mejorar la calidad de la pronunciación en un estudiante de inglés que requiere de práctica y que no cuente con alguien que pueda supervisar su avance cuando él lo requiera, a través de ello pretendemos entregar un conocimiento más detallado y preciso sobre la sílaba o fonema que el estudiante tenga dificultades para pronunciar y con ello mejorar su aprendizaje. Aunque existen algunos programas en el mercado, estos solo dan como respuesta sí o no, pero nunca dan el punto exacto del error como la podría dar un profesor o nativo americano. [9]

El algoritmo realizará la creación, fragmentación y comparación de frecuencias con los patrones de las frecuencias de las palabras establecidas en la base de datos. Este algoritmo y su implementación podrán ser capaces de ayudar a identificar fonemas con algún error en su pronunciación, mediante la comparación de un par de audios utilizando algún método de procesamiento de señales, ayudando de esta manera al alumno a identificar sus errores y que éste pueda corregirlos para así mejorar su nivel de pronunciación del idioma inglés que, como ya se ha mencionado es necesario en distintos aspectos del mundo laboral en la actualidad.

Es importante mencionar que en este proyecto podemos aplicar los conocimientos y habilidades que hemos adquirido a lo largo de nuestra trayectoria académica; como lo son las unidades de aprendizaje Ingeniería de software, Comunicación Oral y Escrita y Administración de proyectos, las cuales nos enseñan a seleccionar y seguir la metodología idónea para nuestro proyecto, además de conocimientos en las áreas de Programación Orientada a Objetos, Bases de Datos y Análisis de Algoritmos y otras áreas de matemáticas.

### 4. Productos o Resultados esperados

Al término del proyecto se espera tener la implementación de un algoritmo, el cual hará la comparación de las muestras de audio que se encuentran en nuestra base de datos, para generar un resultado que determinará si la palabra está bien pronunciada o no.

**Los entregables al finalizar el proyecto serán los siguientes:**

1. Análisis de métodos de comparación de señales de audio.
2. Análisis del método seleccionado para la comparación de señales de audio.
3. Código fuente del algoritmo de detección de errores.
4. Análisis del algoritmo de detección de errores.
5. Análisis del prototipo de herramienta para detección de errores de pronunciación.
6. Diseño del prototipo de herramienta para detección de errores de pronunciación.
7. Documento técnico del prototipo.
8. Pruebas y modificaciones realizadas.
9. Prototipo de herramienta de detección de errores de pronunciación.

### 5. Metodología

Este trabajo está enmarcado en la metodología iterativo e incremental, la cual nos permite establecer y planificar diversos bloques temporales llamados iteraciones. Las iteraciones nos permiten proporcionar un resultado completo sobre el producto final, de manera que los requisitos establecidos se deberán completar en una única iteración: el equipo deberá realizar todas las tareas necesarias para completarlo. De esta manera no se deja al final del proyecto ninguna actividad arriesgada relacionada con la entrega de requisitos.

En cada iteración el equipo evoluciona el producto (hace una entrega incremental) a partir de los resultados completados en las iteraciones anteriores, añadiendo nuevos objetivos/requisitos o mejorando los que ya fueron completados.

Como meta intermedia se tiene contemplado un avance del prototipo para la evaluación de la unidad de aprendizaje “Trabajo Terminal I”. Posteriormente, siguiendo esta metodología, se contempla la entrega del prototipo completo para la correspondiente evaluación de la unidad de aprendizaje “Trabajo Terminal II”.

## 6. Cronograma

A continuación, se presentan los cronogramas que se planean llevar cabo para realizar el trabajo terminal,

Nombre del alumno(a): Castillo Reyes José Eleazar

TT No.:

Título del TT: Detección de errores de pronunciación para estudiantes del idioma inglés.

[illegible]

Nombre del alumno(a): Pineda Islas Bryan Raziell

TT No.:

Título del TT: Detección de errores de pronunciación para estudiantes del idioma inglés

[illegible]

## 7. Referencias

### Referencias

- [1] M. Primero, «Sorry: El aprendizaje del inglés de México,» Vision 2030, Ciudad de México, 2015.
- [2] J. A. C. Lozano, *Mejoramiento de la pronunciación de la lengua inglesa de los estudiantes de primer semestre del programa de lenguas extranjeras de la universidad santiago de cali a través de la enseñanza de la fonética.*, Santiago de Cali: Universidad del valle, pp. 31, 2016.
- [3] F. Staff, «Mexico Forbes,» 2017 12 06. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2nYNELp>. [Último acceso: 2019 04 08].
- [4] U. Internacional, «UNOi.com,» 15 02 2015. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2uRV1Yd>. [Último acceso: 07 04 2019].
- [5] J. A. C. Lozano, *Mejoramiento de la pronunciación de la lengua inglesa de los estudiantes de primer semestre del programa de lenguas extranjeras de la universidad santiago de cali a través de la enseñanza de la fonética.*, Santiago de Cali: Universidad del Valle pp. 14-15, 2016.
- [6] N. L. Consultants, «Nativos.org,» Nativos Language Consultants, 10 12 2015. [En línea]. Available: <https://www.nativos.org/pronunciar-bien-el-ingles/>. [Último acceso: 2019 04 03].
- [7] J. A. C. Lozano, *Mejoramiento de la pronunciación de la lengua inglesa de los estudiantes de primer semestre del programa de lenguas extranjeras de la universidad santiago de cali a través de la enseñanza de la fonética.*, Santiago de Cali: Universidad del Valle pp. 22-24, 2016.
- [8] B. B. I., «Importancia de enseñar fonética en el aula de inglés,» *Revista Digital: Innovación y Experiencias Educativas*, n° 23, 2015.
- [9] W. & H. D. & B. P. & M. R. Menzel, «Automatic detection and correction of non-native English pronunciations,» 2000.
- [10] Wikipedia, «[https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo\\_de\\_prototipos](https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_de_prototipos),» Wikipedia, 22 08 2018. [En línea]. Available: <https://goo.gl/eQiZu7>. [Último acceso: 06 03 2019].
- [11] S. P. Morales, «Enseñanza de la pronunciación del español en estudiantes chinos,» de *Congreso internacional de la asociación para la enseñanza del español como lengua extranjera*, España, 2006.
- [12] F. Sánchez, *Culturacientifica.org*, 2019. [Online]. Available: [http://www.culturacientifica.org/textosudc/unidad\\_didactica\\_fft.pdf](http://www.culturacientifica.org/textosudc/unidad_didactica_fft.pdf). [Accessed: 29- Oct- 2019].
- [13] T. Martín, "Transformada de Fourier -Representación de señales de sonido", *Lcr.uns.edu.ar*, 2015. [Online]. Available: <http://lcr.uns.edu.ar/fvc/NotasDeAplicacion/FVC-MartinTomas.pdf>. [Accessed: 29- Oct- 2019].

## 8. Alumnos y directores.

Castillo Reyes José Eleazar. - Alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en la Escuela Superior de Cómputo, Especialidad Sistemas, Boleta: 2016630054, Tel. 5512973869, e-mail: eleazar\_castillo@hotmail.com

CARÁCTER: Confidencial  
FUNDAMENTO LEGAL: Art. 3, fracc. II, Art. 18, fracc. II y Art. 21, lineamiento 32, fracc. XVII de la L.F.T.A.I.P.G.  
PARTES CONFIDENCIALES: No. de boleta y Teléfono.

Firma: 

TURNO PARA LA PRESENTACIÓN DEL  
TRABAJO TERMINAL:

Pineda Islas Bryan Raziél. - Alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en la Escuela Superior de Cómputo, Especialidad Sistemas, Boleta: 2016630307, Tel. 5521909791, e-mail: ra.ziel47@hotmail.com

Firma: 

*Olga Kolesnikova. - Doctora en Ciencias de Computación por el Centro de Investigación en Computación del IPN, Maestría y Licenciatura en Lingüística (Rusia). Es miembro de: el Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT (Nivel I), la Red de Expertos en Computación del IPN, las Redes Temáticas de CONACYT en Tecnologías del Lenguaje y en Tecnologías de Educación, la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial (SMIA). Profesora de la ESCOM desde 2013 en el Departamento de Formación Básica, autora de publicaciones científicas, directora de proyectos de investigación SIP-IPN, revisora de revistas científicas internacionales. Áreas de investigación: procesamiento de lenguaje natural, inteligencia artificial, sistemas tutor. Tel. 57296000 Ext. 52027, email: kolesolga@gmail.com.*

Firma:   
*Olga Kolesnikova*

*Tonáhtiu Arturo Ramírez Romero. – Doctor en Ingeniería de Sistemas Computacionales por Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del IPN, Jefe de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, Profesor de la ESCOM desde septiembre desde 1996. Tel. 5729600 Ext. 52028, email: tonahtiu@yahoo.com*

Firma: 