

Herramienta Digital para el Apoyo de la Educación Básica de Niños con Deficiencia Auditiva

Trabajo Terminal No. 2021-A025

Alumnos: *Ortiz Chávez Karla, Macedo Cruz Irvin Yoariht, Piñón Caballero Ángel Ramón,

Directoras: Cruz Meza María Elena, Palacios Solano Rocío

Email: kortizc1700@alumno.ipn.mx

Resumen - En México la educación para los niños que padecen sordera es un problema que aqueja a esta población debido a la falta de recursos y programas que los apoyen, por ello se propone implementar un intérprete virtual que les brinde la posibilidad de tener una comunicación bidireccional con personas oyentes y con ello se busca contribuir con la inclusión de este sector de la población mexicana en la educación pública.

Palabras Clave: Análisis de Imágenes, Aprendizaje Automático, Hipoacusia, Lenguaje de Señas Mexicano (LSM), Redes Neuronales.

1. Introducción.

La sordera ha formado parte de la historia humana en diversas épocas, siendo clasificada y diagnosticada de formas distintas, de acuerdo con el pensamiento y la cultura que prevalecía en dichos tiempos. Es por ello que durante la antigüedad filósofos como Heródoto, Hipócrates y Aristóteles, sostenían opiniones variadas y coincidían en una ideología que clasificaba a los sordos como personas que debían ser excluidas de las sociedades de las que formaban parte.

Según Hipócrates (460 al 356 a.C.) creía que los sordos tenían una enfermedad incurable que afectaba a los órganos de fonación. Por otra parte, Heródoto (484 al 424 a.C.), consideraba que eran seres que los dioses habían castigado por los pecados cometidos por sus antepasados, y se refería a ellos como enfermos. Aristóteles (384 al 322 a.C.) por su parte creía que los sordos eran personas que carecían de inteligencia y por tanto debían ser corregidos o desechados.

Como puede notarse, el trato que recibían estas personas era denigrante e inhumano y todas estas formas del trato a la enfermedad, desembocaron en una creencia de que las personas que nacían con esta discapacidad se les consideraba deformes o deficientes, por lo cual se solía acabar con su vida siendo ahogados o lanzados por un precipicio.

En la España del siglo XVI, Pedro Ponce de León (1520 - 1584) inicia con el desarrollo de la educación a los sordos, al enseñar y ser instructor de personas sordas provenientes de familias importantes de la época, de ese modo se quita el estigma sobre la supuesta carencia de inteligencia y la imposibilidad por parte de los sordos para aprender. Más tarde Juan Pablo Bonet (1579 - 1633), publica el primer libro dirigido a la enseñanza y la educación de las personas sordas en 1620.

En México, a diferencia de otras regiones y/o países extranjeros los primeros registros con los que se cuentan sobre personas sordas es a partir de la fundación de las primeras instituciones para estas personas, las cuales fueron la Escuela de Sordomudos y la Escuela Nacional de Sordomudos (ENS), ambas creadas por el presidente Benito Juárez en el año 1861. Además, solo la ENS formaba profesores para atender la lengua de señas mexicanas, y el primer director de esta institución fue el profesor Eduardo Huet Merlo, quien era un sordo francés que trajo consigo su conocimiento de lenguaje de señas en Europa, específicamente de Francia. El 28 de noviembre de 1867 la Escuela Nacional de Sordomudos se decreta como una institución para la formación de profesores sordos cuyo, objetivo era transmitir sus conocimientos a alumnos sordos, pero esta institución terminó su labor a mediados del siglo XX, ya que las políticas educativas decían que se debía hacer la utilización exclusiva de la lengua oral.

Durante el siglo XX, la secretaría de salud y la secretaría de educación pública trataron de normalizar a las personas sordas brindándoles auxiliares auditivos, con esta propuesta, el gobierno le da prioridad a la lengua oral y se discrimina a la lengua de señas mexicana. Sin embargo, a partir de esta época hay poca o nula información al respecto, es por ello por lo que se tiene en cuenta que, a partir de la década de los ochenta, se comenzó a utilizar la filosofía de la comunicación total en las escuelas de educación especial, donde se podía hacer uso de la escritura, símbolos, mímica y además los gestos, ya que el objetivo era que se comunicaran utilizando cualquier medio. En este mismo año la dirección general de educación especial edita los libros *Mis primeras señas: Una introducción al lenguaje Manual* y *Mis Primeras Señas II* (Cruz Aldrete, 2009).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la hipoacusia ocupa el tercer lugar a nivel mundial entre las patologías que involucran años de vida con discapacidad, luego de la depresión y lesiones no intencionadas. La hipoacusia o pérdida de la capacidad auditiva, es una discapacidad crónica que afecta alrededor del 5% de la población mundial, la cual consiste en la disminución de la sensibilidad o capacidad de audición y por lo tanto es una condición prevalente

(Díaz, Goycoolea, & Cardemil, 2016). Existen tres clasificaciones de la hipoacusia de acuerdo con el lugar en el que se encuentra la lesión; estos se basan en la diferenciación anatómica y funcional del oído.

En el oído se distinguen tres partes (oído externo, medio e interno):

- **Oído externo:** Formado por el pabellón auditivo (u oreja) y el conducto auditivo. El cuál es el encargado de recoger ondas sonoras y las conduce a la membrana timpánica.
- **Oído medio:** Comienza con el tímpano y termina en unas membranas llamadas ventana oval y ventana redonda. Amplifica las ondas sonoras y estas son transmitidas al interno.
- **Oído interno:** Está formado por un laberinto membranoso relleno de un líquido llamado endolinfa. Transformación del estímulo sonoro recibido a un impulso nervioso que llegará a la corteza cerebral a través de la vía acústica (Biología - Geología, s.f.) (Collazo Lorduy, Gorzón Pereira, & de Vergas Gutiérrez) (ver Figura 1).

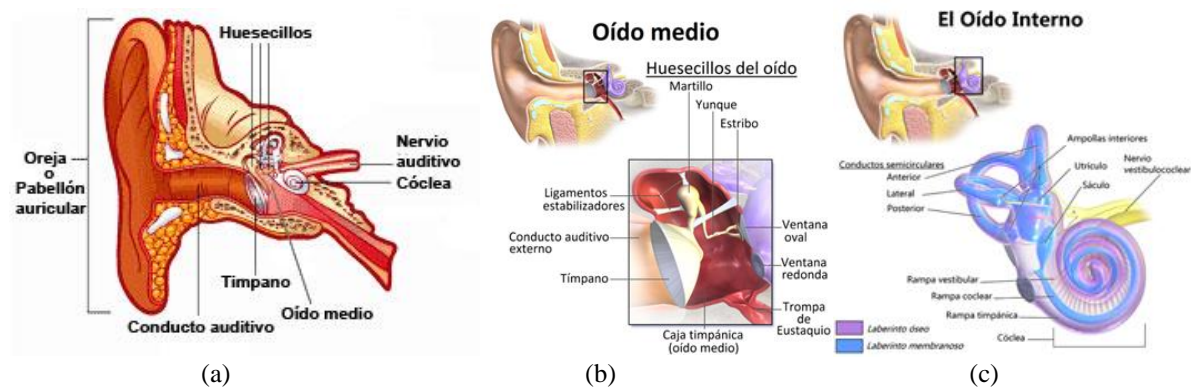


Figura 1. Clasificación de la estructura interna del oído, (a) externo, (b) medio y (c) interno

La hipoacusia puede estar presente al nacer (congénita) y puede deberse a situaciones como:

- Anomalías congénitas que provocan cambios en las estructuras del oído.
- Trastornos genéticos (se conocen más de 400).
- Infecciones que la madre le transmite al bebé en el útero, como toxoplasmosis, rubéola o herpes.

La hipoacusia conductiva es provocada debido a un problema mecánico en el oído externo o el oído medio. Puede darse porque:

- Los 3 minúsculos huesos del oído (osículos) no conducen el sonido apropiadamente.
- El tímpano no está vibrando en respuesta al sonido.
- Existe acumulación de cera en el conducto auditivo externo.
- Daño a los osículos que están justo detrás del tímpano
- Líquido que permanece en el oído después de una infección auditiva
- Objeto extraño alojado en el conducto auditivo externo
- Agujero en el tímpano
- Cicatriz en el tímpano a raíz de infecciones repetitivas

La hipoacusia neurosensorial ocurre cuando las diminutas células pilosas (terminales nerviosas) están lesionadas, enfermas, no trabajan apropiadamente o han muerto. Este tipo de hipoacusia a menudo no se puede revertir, comúnmente es causada por:

- Neuroma acústico
- La edad
- Infecciones infantiles, como meningitis, paperas, fiebre escarlatina y sarampión
- Enfermedad de Ménière
- Exposición regular a ruidos altos
- Uso de ciertos medicamentos

El oído también puede lesionarse por algunas casusas como:

- Diferencias de presión entre la parte interna y externa del tímpano, con frecuencia a raíz del buceo
- Fracturas de cráneo (pueden dañar las estructuras o nervios del oído)

- Traumatismos por explosiones, fuegos artificiales, armas de fuego, conciertos de rock y auriculares
- Cuidados en el hogar
- Con frecuencia, la acumulación de cera en el oído se puede lavar (cuidadosamente) con jeringas de oído (disponibles en las farmacias) y agua tibia. Se pueden necesitar ablandadores de cera (como Cerumenex) si la cera está dura y atorada en el oído (Collazo Lorduy, Gorzón Pereira, & de Vergas Gutiérrez) (OMS, 2019)

El Bureau International d'Audiophonologie, en su recomendación 02/1 ha clasificado a las deficiencias auditivas de forma cuantitativa de modo que podemos agruparlas de la siguiente manera, tomando en cuenta la pérdida tonal media (ver Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de las afectaciones auditivas según la pérdida tonal media. (BIAP, 2018)

Clasificación	Pérdida tonal media
Leve o ligera	21 a 40 dB
Moderada o mediana	41 a 70 dB
Severa	71 a 90 dB
Profunda	91 a 119dB
Deficiencia auditiva total o cofosis	Mayor a 120 dB (sin percepción auditiva)

Se ha percibido que algunas de las posibles causas que provocan dichas afectaciones en los conductos auditivos pueden ser encontradas en diversas etapas del desarrollo de la persona, de modo que podemos enlistar algunas de estas causas de la siguiente manera:

1. Por herencia genética.
2. Infección en la madre por parte de los siguientes agentes: citomegalovirus, rubeola, sífilis, herpes y toxoplasmosis.
3. Malformaciones craneofaciales.
4. Peso inferior a 1500 gramos durante el nacimiento.
5. Hiperbilirrubinemia, coloración amarillenta en la piel y ojos del bebé que es producida por altas cantidades de bilirrubina.
6. Empleo de medicamentos ototóxicos (Ácido acetil salicílico, antimaláricos, antibióticos aminoglucósidos, diuréticos de asa, citostáticos).
7. Meningitis bacteriana que es la inflamación de las membranas que cubren el cerebro y la médula espinal.
8. Accidente hipóxico-isquémico que es una lesión cerebral neonatal severa y permanente causada por la falta de oxígeno y/o flujo sanguíneo.
9. Trastornos neurodegenerativos y patología neurológica que cursa con convulsiones (Collazo Lorduy, Gorzón Pereira, & de Vergas Gutiérrez).

El tratamiento para la hipoacusia en los niños pequeños que sufren de pérdida de audición es una problemática que afecta a nuestro país, por ello se recomienda la detección temprana, con el fin de mejorar los resultados escolares y lingüísticos del niño. Se sabe que las personas con pérdida de audición pueden ayudarse con el uso de audífonos o implantes cocleares, o usar servicios conexos que pueden ser beneficiosos para el tratamiento como la logoterapia y la reeducación auditiva. Sin embargo, la producción mundial de audífonos es muy poca y esta solo logra satisfacer a menos del 10% de la población global con pérdida de audición, en lugares de ingresos bajos la falta de baterías, ajuste y mantenimiento de estos equipos también es un gran obstáculo (MedlinePlus, 2021). Como se observa, la población que padece este problema sufre de ciertas desventajas dentro de las sociedades y entidades educativas y es responsabilidad del estado atender esta necesidad, garantizando la educación equitativa como parte del derecho que tienen todos los ciudadanos particularmente en la edad temprana, los niños necesitan aprender a comunicarse mediante un lenguaje de signos o textos impresos.

Según el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 2020), basándose en un estudio de la población, determinó que en 2018 había una población total de 29.3 millones de niñas, niños y adolescentes de entre 5 a 17 años, de los cuales el 2% presentan una discapacidad, que equivale a 580 mil niñas, niños y adolescentes. De los 580 mil niñas, niños y adolescentes, podemos particularizar el caso de 65, 592 personas que sufren una discapacidad auditiva (aunque usen aparato), siendo que el 63.5% nacieron con la discapacidad, el 29.6% desarrollaron la discapacidad debido a una enfermedad y el 6.9% restante equivale a otras causas.

Así mismo, el INEGI reportó que sólo el 64% de los niños con deficiencia auditiva entre los 6 y 14 años tienen acceso a la educación en instituciones privadas, lo cual quiere decir, que el nivel educativo más alto al que tienen acceso es el nivel básico (INEGI, 2020), lo que nos muestra un claro déficit de atención a este sector de la población, aun cuando se cuentan con algunas instituciones en el país que intentan apoyar y brindar soluciones al problema, por ejemplo, en la Ciudad de México se cuentan con 11 fundaciones para personas con deficiencia auditiva, las cuales todas pertenecen al sector privado y solo en una se tiene acceso a la educación media superior. También es importante señalar que uno de los principales

programas con los que cuenta el Gobierno Federal con la secretaria de Salud es el Programa Nacional de Tamizaje Auditivo Neonatal e Intervención Temprana (TANIT) el cual se aplica en todo el país y de forma gratuita. Otro de los programas otorgados es “Escucha CDMX” el cual fue dado en el año 2019 en el que se brindaba un aparato auditivo, el cual tiene como principal objetivo que, al poder escuchar pudieran participar en el entorno, educativo, social y laboral (Secretaría de Salud, 2020) (Órgano de Difusión del Gobierno de la Ciudad de México, 2019). Sin embargo, siguen existiendo deficiencias en los programas o falta de apoyo por parte del sector público para mejorar la participación e inclusión de niños que padecen la deficiencia auditiva, haciendo cada vez más grande la brecha de falta de educación para este sector de la población.

Por otro lado, hay que considerar que las personas con esta afección pueden presentar ciertos problemas de comunicación con las personas que no lo padecen, de este modo, sufren afectaciones que impiden su integración social y les causa un impacto personal que puede derivar en sensaciones tales como la soledad, el aislamiento y la frustración, aunado a esto se presenta una dificultad para la transmisión del conocimiento y por tanto una limitante para la educación ya que se presentan dificultades para aprender actividades tales como son el vocabulario, la gramática, el orden alfabético, expresiones del idioma, así como otros aspectos de la comunicación verbal, por tal motivo se ve afectada la capacidad de expresión de las personas (Fernández Viader & Moreno Vite, 2017) (Gaes Junior, 2011).

Sería deseable que la Secretaría de Educación Pública (SEP) cuente con una herramienta inteligente que permita apoyar a la educación básica donde se incluya a los docentes, educandos y padres de familia a fin de que dichos actores puedan participar activamente en un ambiente escolar donde la deficiencia auditiva no sea una barrera para el aprendizaje por parte de los niños, ni la enseñanza por parte de los profesores. Esta herramienta inteligente podría llevar a cabo el reconocimiento de voz del profesor e interpretarlo al Lenguaje de Señas Mexicano mediante una secuencia de imágenes para apoyar en la educación básica de los niños que presenten el problema de la deficiencia auditiva, y con ello se les permita la participación e inclusión en la educación básica en las escuelas públicas en el país. Actualmente, en México se cuentan con algunas herramientas que ayudan a las personas con deficiencia auditiva, como se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Herramientas para deficiencia auditiva

NOMBRE	CARACTERÍSTICAS	LUGAR DE CREACIÓN	CREADOR
Reconocimiento e interpretación de gestos manuales por medio de video.	Reconocer señas a partir de una secuencia de video en tiempo real.	Pontificana Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería	Nestor Orlando Balsero García Diego Andres Botero Galeano Juan Pablo Zuluaga Morales
Dilo en señas	Traductor de la Lengua de Señas Mexicana a voz y texto en tiempo real	Universidad Tecnológica de la Mixteca en Huajuapán de León, Oaxaca	Gibran García Bautista
ALAS	Alfabetizar a Sordos	Universidad Veracruzana	Euluze Rodrigues da Costa Junior Rayner Raulino e Silva
Signamy	Aplicación para dispositivos móviles que permitirá traducir texto y voz a la lengua de señas	start-up de Jalisco	Briana Osorio Díaz Humberto Esparza Ramos. Andrés Santín Godoy Ariel Martínez Salgado

2. Objetivo general

Desarrollar una herramienta inteligente que lleve a cabo el reconocimiento de voz de un profesor y lo interprete al Lenguaje de Señas Mexicano mediante una secuencia de imágenes para apoyar en la educación básica de los niños del quinto y sexto grado de primaria, que presenten el problema de la deficiencia auditiva.

Objetivos particulares:

Planificación

- Considerar la capacitación del lenguaje de señas mexicano (LSM) para realizar una formalización del LSM.
- Formular encuestas dirigidas a los niños con deficiencia auditiva y a los maestros que impartan clases en el 5to y 6to grado escolar para identificar los requerimientos que se considerarán en la herramienta que se desea desarrollar.

- Organizar requerimientos funcionales y no funcionales y llevar a cabo la programación de la herramienta inteligente basándonos en la metodología XP para desarrollo de software.

Diseño

- Establecer el modelo lógico de la herramienta inteligente que permita el almacenamiento de información sobre el LSM formalizado.
- Detallar un diseño de interfaz gráfica de usuario simple y capaz de capturar la atención de los alumnos.
- Seleccionar los instrumentos digitales que serán ideales para el desarrollo del diseño y la herramienta inteligente.
- Examinar las señas de forma visual del Lenguaje de Señas Mexicano (LSM) para obtener las características generales y el significado de cada seña.
- Diseñar el reconocedor de patrones que será útil para la herramienta.

Desarrollo

- Establecer la base de datos correspondiente a la información obtenida del lenguaje de señas.
- Desarrollar los módulos que permitirán hacer la traducción del lenguaje natural a lenguaje de señas mexicano y viceversa.
- Crear la interfaz gráfica de la herramienta.

Pruebas

- Probar de manera individual el funcionamiento de cada módulo para identificar posibles errores.
- Identificar que la herramienta sea funcional una vez integrados todos sus módulos para obtener el entregable final de la herramienta inteligente.

3. Justificación:

Tal como se ha expuesto en la introducción, dado que en la Ciudad de México aún existen barreras en la educación pública que pueden perjudicar a las personas que sufren de este padecimiento desde muy temprana edad, buscamos profundizar el estudio y la implementación en la educación primaria, por tal motivo se pretende realizar una herramienta, la cual permitirá el reconocimiento de voz del profesor y lo convertirá a Lenguaje de Señas Mexicano y viceversa, para que los niños y niñas que cursen el quinto y sexto grado de primaria con este padecimiento puedan ser incluidos y formen parte de la educación pública y esto beneficie en su desarrollo educativo y personal. Esta herramienta se espera lograr con los conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes adquiridos durante la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales (ISC). El tema o problemática descritos, es una gran área de oportunidad en área de ISC ya que permite ser resuelta con las tecnologías actualmente conocidas como Machine Learning y Análisis de Imágenes. Se considera que, con el apoyo de la metodología elegida para el desarrollo de la herramienta, y aplicando los conocimientos como las técnicas de la materia de Análisis de Imágenes y del conocimiento de algunas de las técnicas de Reconocimiento de Patrones (que involucra el aprendizaje de máquina o Machine Learning) integrando además otras habilidades desarrolladas a lo largo de la carrera, tales como liderazgo, comunicación efectiva, trabajo colaborativo, entre otras es posible llevar a cabo la propuesta de trabajo aquí planteada.

Por lo anterior, consideramos que al diseñar e implementar esta herramienta inteligente brindaría la oportunidad de mostrar las capacidades adquiridas a lo largo de la carrera y al mismo tiempo, apoyar principalmente a los niños y a los docentes, puesto que; todos estarían participando en un solo ambiente y podrían hacer valer su derecho a la educación gratuita, enfáticamente, apoyar a la educación en México. Para llevar a cabo la solución de la problemática haremos uso de un sistema de reconocimiento de patrones, es decir categorizaremos los datos de entrada en este caso las señas, a través de la segmentación o tratamiento de nuestras señas o voz, y este sistema reconocerá si un elemento pertenece a una clase o patrón, las cuales tienen determinados atributos, seguido de la extracción de características que son un conjunto de propiedades que distinguen a las clases; a partir de esto se construirá el clasificador que nos permitirá medir que tan cerca se encuentra un elemento de una clase y así poder clasificarlo.

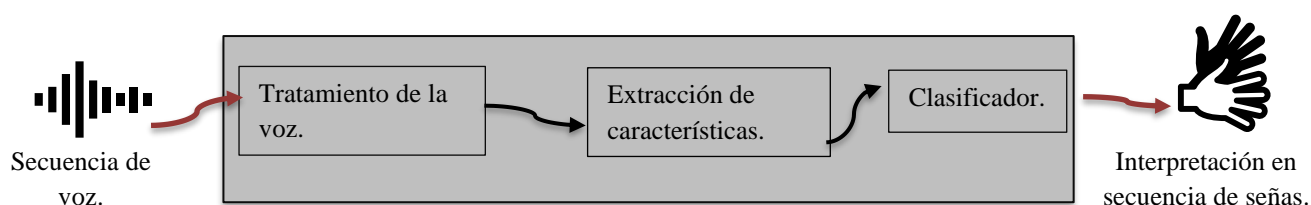


Figura 2. Esquema general de la propuesta para la interpretación de la voz a lenguaje de señas.

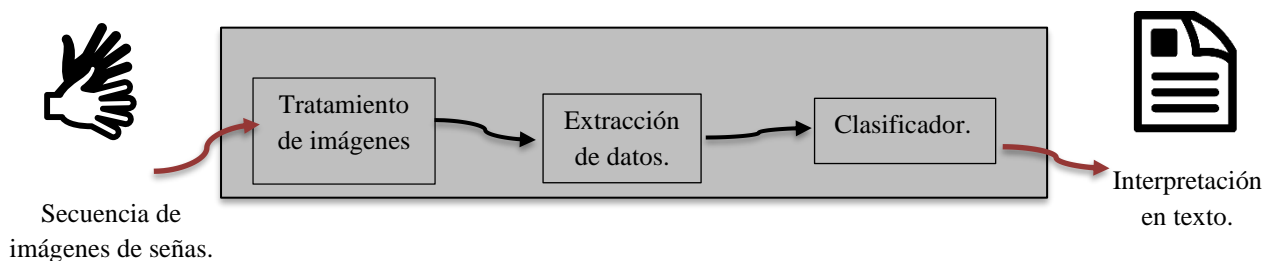


Figura 3. Esquema general de la propuesta para la interpretación de imágenes a texto.

Para la implementación del sistema de clasificación lo entrenaremos mediante aprendizaje supervisado, este modelo se caracteriza por el conjunto de datos que se usa para entrenar al sistema, se diseña con información a priori, por lo tanto, partiremos de un conjunto de patrones de entrenamiento y al ser impracticable el etiquetado individual de cada muestra, requeriremos una primera etapa de análisis en los datos de entrenamiento. (Deb, 2020)

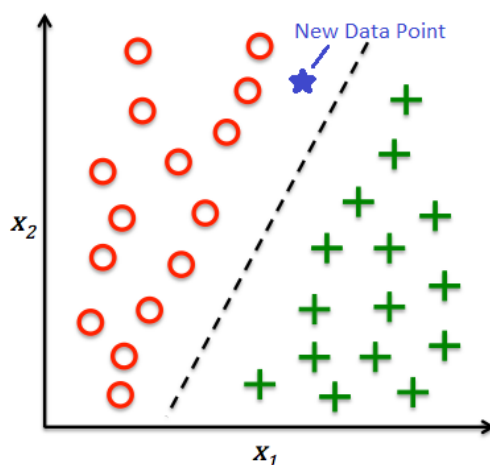


Figura 4. Aprendizaje supervisado

4. Productos o Resultados esperados

Al finalizar el desarrollo del Trabajo Terminal los entregables serán:

- Prototipo funcional de la herramienta
- Documentación técnica
- Manual de usuario para los tres actores

5. Metodología

Debido a la naturaleza de la problemática que estamos abordando se ha concluido que la metodología óptima para el desarrollo de la herramienta inteligente es la metodología de desarrollo de software conocida como programación extrema, XP o Extreme Programming (XP). Se utilizará XP ya que además de que cuenta con la característica de ser una metodología ágil, gracias a su enfoque en buenas prácticas permite la gestión del proyecto centrada en la comunicación con todos los involucrados en el proyecto, así como la reutilización del código ya desarrollado manteniendo la obtención del aprendizaje continuo de los colaboradores a partir de una constante retroalimentación, proyectando un alto nivel de enfoque y colaboración por parte del equipo (Sinnaps, s.f.).

Valores, Principios y Prácticas de XP

Para poder aplicar XP en nuestro proceso de desarrollo es necesario entender los valores, principios y prácticas que lo componen. XP presenta 5 valores, 15 principios y 24 prácticas, en donde observamos que:

Los valores sin prácticas son difíciles de interiorizar y es posible aplicarlos de diversas maneras, resultando difícil saber por dónde empezar.

Las prácticas sin valores son actividades de memoria sin un propósito y hacerlas de forma individual sin ese propósito puede no brindar el resultado esperado.

Entre los valores y las prácticas, existe una gran distancia de comprensión y aplicación que es reducida por los principios. Los principios de XP tienen una relación directa con los valores, ya que tienen la intención de reflejarlos de maneras más concretas y práctica (López, 2020).

Algunos de los valores que forman parte de la metodología son los siguientes:

- Comunicación
- Simplicidad
- Retroalimentación
- Respeto

Principios:

- Realimentación rápida
- Asumir Simplicidad
- Cambio incremental
- Abrazar el cambio
- Trabajo de calidad

Prácticas:

- El juego de planificación
- Pequeñas entregas
- Metáforas
- Diseño Simple
- Desarrollo guiado por pruebas
- Programación en parejas
- Historias de usuario

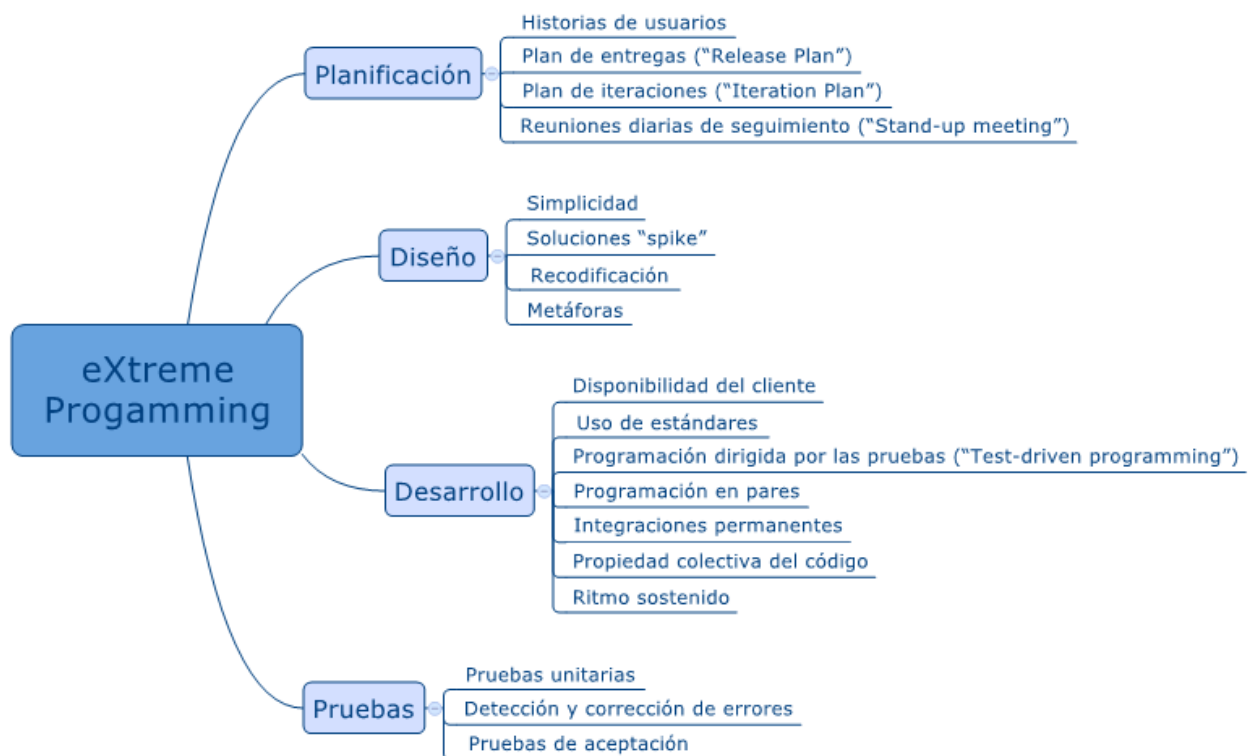


Figura 5. Metodología eXtreme Programming.

6. Cronograma

CRONOGRAMA Nombre del alumno(a): Ortiz Chávez Karla

TT No.:

Título del TT: Herramienta Digital para el apoyo de la educación básica de niños con deficiencia auditiva.

FASE	ACTIVIDAD	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22
1- Planificación	Capacitarse en el Lenguaje de Señas Mexicano.										
	Formular encuestas dirigidas a los niños con deficiencia auditiva y a los maestros que impartan clases en el 5to y 6to grado escolar para identificar los requerimientos que se considerarán en la herramienta que se desea desarrollar.										
	Recaudar los requerimientos obtenidos en las encuestas.										
2- Diseño	Establecer un modelo lógico que permita el almacenamiento del LSM.										
	Realizar el diseño de la interfaz gráfica.										
	Seleccionar los instrumentos digitales que sean útiles para el desarrollo.										
	Recopilar las características y el significado de cada una de las señas del LSM.										
	Diseñar el reconocedor de patrones que será de utilidad para la herramienta.										
	Evaluación TT1										
3- Desarrollo	Crear la base de datos con la información obtenida.										
	Desarrollar los módulos capaces de realizar la traducción del lenguaje natural a LSM y viceversa.										
	Desarrollar la interfaz gráfica de la herramienta.										
4- Pruebas	Realizar pruebas sobre el funcionamiento de cada módulo.										
	Identificar errores y hacer las correcciones adecuadas.										
	Evaluación TT2										

CRONOGRAMA Nombre del alumno(a): Macedo Cruz Irvin Yoariht

TT No.:

Título del TT: Herramienta Digital para el apoyo de la educación básica de niños con deficiencia auditiva.

FASE	ACTIVIDAD	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22
1- Planificación	Capacitarse en el Lenguaje de Señas Mexicano										
	Formular encuestas dirigidas a los niños con deficiencia auditiva y a los maestros que impartan clases en el 5to y 6to grado escolar para identificar los requerimientos que se considerarán en la herramienta que se desea desarrollar.										
	Recaudar los requerimientos obtenidos en las encuestas.										
2- Diseño	Establecer un modelo lógico que permita el almacenamiento del LSM										
	Realizar el diseño de la interfaz gráfica										
	Seleccionar los instrumentos digitales que sean útiles para el desarrollo.										
	Recopilar las características y el significado de cada una de las señas del LSM										
	Diseñar el reconocedor de patrones que será de utilidad para la herramienta										
	Evaluación TT1										
3- Desarrollo	Crear la base de datos con la información obtenida										
	Desarrollar los módulos capaces de realizar la traducción del lenguaje natural a LSM y viceversa										
	Desarrollar la interfaz gráfica de la herramienta										
4- Pruebas	Realizar pruebas sobre el funcionamiento de cada módulo.										
	Identificar errores y hacer las correcciones adecuadas.										
	Evaluación TT2										

CRONOGRAMA Nombre del alumno(a): Piñón Caballero Ángel Ramón

TT No.:

Título del TT: Herramienta Digital para el apoyo de la educación básica de niños con deficiencia auditiva.

FASE	ACTIVIDAD	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22
1- Planificación	Capacitarse en el Lenguaje de Señas Mexicano										
	Formular encuestas dirigidas a los niños con deficiencia auditiva y a los maestros que impartan clases en el 5to y 6to grado escolar para identificar los requerimientos que se considerarán en la herramienta que se desea desarrollar.										
	Recaudar los requerimientos obtenidos en las encuestas.										
2- Diseño	Establecer un modelo lógico que permita el almacenamiento del LSM										
	Realizar el diseño de la interfaz gráfica										
	Seleccionar los instrumentos digitales que sean útiles para el desarrollo.										
	Recopilar las características y el significado de cada una de las señas del LSM										
	Diseñar el reconocedor de patrones que será de utilidad para la herramienta										
	Evaluación TT1										
3- Desarrollo	Crear la base de datos con la información obtenida										
	Desarrollar los módulos capaces de realizar la traducción del lenguaje natural a LSM y viceversa										
	Desarrollar la interfaz gráfica de la herramienta										
4- Pruebas	Realizar pruebas sobre el funcionamiento de cada módulo.										
	Identificar errores y hacer las correcciones adecuadas.										
	Evaluación TT2										

CRONOGRAMA Nombre del alumno(a): Sánchez Pizano Irving Daniel

TT No.:

Título del TT: Herramienta Digital para el apoyo de la educación básica de niños con deficiencia auditiva.

FASE	ACTIVIDAD	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	feb-21	mar-21	abr-22	may-22	jun-22
1- Planificación	Capacitarse en el Lenguaje de Señas Mexicano										
	Formular encuestas dirigidas a los niños con deficiencia auditiva y a los maestros que impartan clases en el 5to y 6to grado escolar para identificar los requerimientos que se considerarán en la herramienta que se desea desarrollar.										
	Recaudar los requerimientos obtenidos en las encuestas.										
2- Diseño	Establecer un modelo lógico que permita el almacenamiento del LSM										
	Realizar el diseño de la interfaz gráfica										
	Seleccionar los instrumentos digitales que sean útiles para el desarrollo.										
	Recopilar las características y el significado de cada una de las señas del LSM										
	Diseñar el reconocedor de patrones que será de utilidad para la herramienta										
	Evaluación TT1										
3- Desarrollo	Crear la base de datos con la información obtenida										
	Desarrollar los módulos capaces de realizar la traducción del lenguaje natural a LSM y viceversa										
	Desarrollar la interfaz gráfica de la herramienta										
4- Pruebas	Realizar pruebas sobre el funcionamiento de cada módulo.										
	Identificar errores y hacer las correcciones adecuadas.										
	Evaluación TT2										

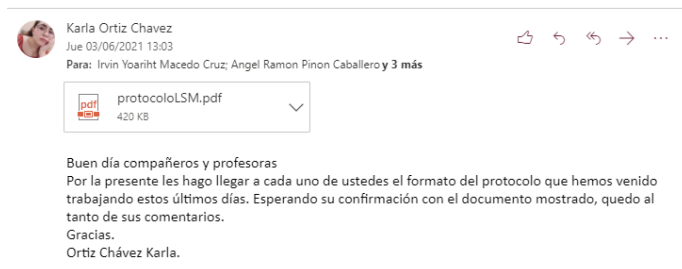
7. Referencias

- Balsero García, N. O., Botero Galeano, D. A., & Zuluaga Morales, J. P. (2005). *academia.edu*. Obtenido de Academia: https://www.academia.edu/8822783/RECONOCIMIENTO_E_INTERPRETACIÓN_DE_GESTOS_MANUALES_POR_MEDIO_DE_VIDEO?email_work_card=title
- BIAP. (27 de Abril de 2018). *Recomendaciones: biap*. Obtenido de biap.org: <https://www.biap.org/es/recommandations/recomendaciones/ct-02-clasificacio-n-de-las-deficiencias-auditivas/112-rec-02-01-es-clasificacion-audiometrica-de-las-deficiencias-auditivas/file>
- Biología - Geología*. (s.f.). (Creative Commons) Recuperado el 23 de Febrero de 2021, de [https://biologia-geologia.com/BG3/915_el_oido_la_audicion_y_el_equilibrio.html#:~:text=El%20oído%20se%20encuentra%20alojado,la%20audición%20y%20el%20equilibrio.&text=El%20oído%20externo%20formado%20por,oreja\)%20y%20el%20conducto%20auditivo](https://biologia-geologia.com/BG3/915_el_oido_la_audicion_y_el_equilibrio.html#:~:text=El%20oído%20se%20encuentra%20alojado,la%20audición%20y%20el%20equilibrio.&text=El%20oído%20externo%20formado%20por,oreja)%20y%20el%20conducto%20auditivo)
- Collazo Lorduy, T., Gorzón Pereira, T., & de Vergas Gutiérrez, J. J. (s.f.). *SEORL*. Recuperado el 23 de Febrero de 2021, de <https://seorl.net/PDF/Otologia/032%20-%20EVALUACIÓN%20DEL%20PACIENTE%20CON%20HIPOACUSIA.pdf>
- Cruz Aldrete, M. (2009). *Cultura Sorda*. Obtenido de Cultura Sorda: <https://cultura-sorda.org/la-educacion-del-sordo-en-mexico-siglos-xix-y-xx-la-escuela-nacional-de-sordomudos/>
- Deb, S. (24 de Junio de 2020). *Edukera*. Obtenido de Brain4ce Education Solutions Pvt. Ltd. : <https://www.edureka.co/blog/keras-vs-tensorflow-vs-pytorch/>
- Díaz, C., Goycoolea, M., & Cardemil, F. (Noviembre de 2016). *Science Direct*. Recuperado el 2 de Marzo de 2021, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864016301055#:~:text=Se%20considera%20hipoacusi a%20cuando%20el,en%20distintos%20niveles%20de%20severidad>
- Fernández Viader, M. d., & Moreno Vite, I. (16 de Agosto de 2017). *Investigación y Desarrollo*. Obtenido de INVDES: [https://invdes.com.mx/los-investigadores/primer-estudio-la-situacion-educativa-laboral-sordos/#:~:text=El%2086%25%20de%20los%20sordos,educación%20\(INEGI%2C%202014](https://invdes.com.mx/los-investigadores/primer-estudio-la-situacion-educativa-laboral-sordos/#:~:text=El%2086%25%20de%20los%20sordos,educación%20(INEGI%2C%202014)
- Gaes Junior*. (Febrero de 2011). (GAES) Obtenido de <https://www.gaesjunior.com/actualidad-junior/como-influye-una-perdida-auditiva-en-el-desarrollo-escolar-de-su-hijo/#:~:text=Los%20niños%20con%20pérdida%20de,la%20adquisición%20de%20la%20lectoescritura>
- INEGI. (28 de Abril de 2020). *INEGI*. Recuperado el 23 de Febrero de 2021, de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2020/EAP_Nino.pdf
- López, M. M. (18 de Septiembre de 2020). *OpenWebinars*. Obtenido de OpenWebinars S.L.: <https://openwebinars.net/blog/extreme-programming-que-es-y-como-aplicarlo/>
- MedlinePlus. (8 de Febrero de 2021). *MedlinePlus*. (A.D.A.M Inc.) Recuperado el 23 de Febrero de 2021, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003044.htm>
- OMS. (15 de Marzo de 2019). *Centro de Prensa: Organización Mundial de la Salud*. (Organización Mundial de la Salud) Recuperado el 23 de Febrero de 2021, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>
- Órgano de Difusión del Gobierno de la Ciudad de México. (31 de Enero de 2019). *SIDESO*. Recuperado el 23 de Febrero de 2021, de http://www.sideso.cdmx.gob.mx/documentos/2019/secretarias/sedesa/100secretariadesalud_programadeaparatosauditivosgratuitosescuchacdmx.pdf
- Secretaría de Salud. (28 de Noviembre de 2020). *Prensa: Secretaría de Salud*. (Gobierno de México) Recuperado el 23 de Febrero de 2021, de <https://www.gob.mx/salud/prensa/225-mexico-cuenta-con-programa-de-discapacidad-para-personas-sordas?idiom=es>
- Sinnaps*. (s.f.). Obtenido de Sinnaps : <https://www.coursera.org/learn/nlp-sequence-models?specialization=deep-learning>

8. Alumnos y directores

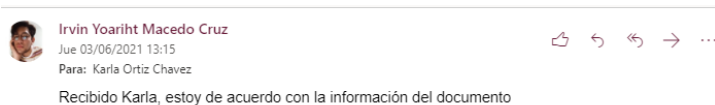
Ortiz Chávez Karla - Alumna de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en la Escuela Superior de Cómputo ESCOM, Boleta 2018630022, Tel. 5620709176, email: kortizc1700@alumno.ipn.mx

Firma:



Macedo Cruz Irvin Yoariht – Alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en la Escuela Superior de Cómputo ESCOM, Boleta 2017630961, Tel. 5516369353, email: imacedoc1600@alumno.ipn.mx

Firma:



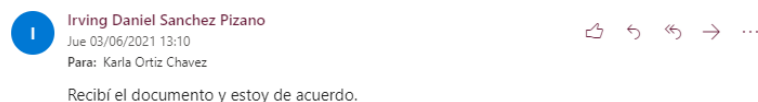
Piñón Caballero Ángel Ramón - Alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en la Escuela Superior de Cómputo ESCOM, Boleta 2015071088, Tel. 5578976488, email: apinonc1400@alumno.ipn.mx

Firma:



Sánchez Pizano Irving Daniel - Alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en la Escuela Superior de Cómputo ESCOM, Boleta 2017631461, Tel. 5610510559, e-mail: isanchezp1602@alumno.ipn.mx

Firma:



CARÁCTER: Confidencial
FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.
PARTES CONFIDENCIALES: Numero de boleta y teléfono.

Cruz Meza María Elena. - M. en C. de la Computación, por el Centro de Investigación y Computación (CIC) del IPN en 2006. Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas en 1998. Áreas de interés: Inteligencia Artificial, Reconocimiento de Patrones, Aprendizaje de Máquina, Ciencia de Datos, Algoritmos Genéticos. Tel. 5521716717, email: macruz@ipn.mx.

Firma:



María Elena Cruz Meza

Jue 03/06/2021 20:34

Para: Karla Ortiz Chavez; Irvin Yoariht Macedo Cruz; Angel Ramon Pinon Caballero y 2 más



Acuso de recibido.

Saludos cordiales!

María Elena Cruz Meza
Profesora
Academia de Ing. de SW
Depto. de ISC.
Escom.IPN

Palacios Solano Rocío - Maestra en Ciencias en Administración de Negocios (IPN 2012), Licenciatura en Ciencias de la Informática (IPN, 2002) Profesora en ESCOM Depto. de Ingeniera en Sistemas Computacionales. Áreas de interés: Administración de Proyectos (PMI), Gobierno de TI, Seguridad de la Información, Desarrollo de aplicaciones, Académica. Teléfono:5516987930 email: rpalacios@ipn.mx.

Firma:



Rocio Palacios Solano

Jue 03/06/2021 16:54

Para: Karla Ortiz Chavez; Irvin Yoariht Macedo Cruz; Angel Ramon Pinon Caballero y 2 más



Buenas noches

Esperando se encuentren bien.

Por este medio, acuso recepción del protocolo LSM.

Sin más por el momento, aprovecho la ocasión para enviarles un cordial saludo.

M. en C. Rocío Palacios Solano
Docente
ESCOM