

# Aplicación para la enseñanza, práctica y evaluación con redes neuronales convolucionales de la lengua de señas mexicana

Trabajo terminal No. 2021-A004

Alumnos: Cuevas Naranjo Luis Alejandro, Elizarrarás Ortiz Carlos Alán, \*Gomez Ojeda Jorge Arturo, Juárez Monroy Raúl.

Directores: Pescador Rojas Miriam, Sosa Hernández Víctor Adrián

e-mail: \* [gomez.arturo121@gmail.com](mailto:gomez.arturo121@gmail.com)

**Resumen:** El propósito de este trabajo terminal es implementar una aplicación *stand-alone* educativa que permita al usuario aprender la lengua de señas mexicana mediante videotutoriales, evaluando los gestos utilizando una red neuronal convolucional. Nuestra aplicación permitirá realizar ejercicios prácticos de distintas señas, tanto estáticas como dinámicas, mismos que serán capturados por una cámara web para posteriormente ser validados y notificar al usuario si la seña fue hecha correctamente o no.

**Palabras clave:** Aprendizaje profundo en imágenes y video, enseñanza, lengua de señas mexicana.

## 1. Introducción

La comunicación es un elemento indispensable en el desarrollo social del ser humano y una de las formas de comunicación más común es el habla, cuando ésta se ve impedida, la imposibilidad de expresarse ante el entorno se reduce de manera importante. *"La dificultad de las personas sordas para comunicarse disminuye su capacidad de interacción social; en consecuencia, su desarrollo educativo, profesional y humano quedan restringidos seriamente, lo que limita las oportunidades de inclusión que todo ser humano merece, y esto representa un acto discriminatorio"* [1].

En México se registran 5.7 millones de personas que presentan alguna discapacidad, de las cuales, el 12.1% son sordos, es decir, 694 mil 451 padecen este problema, de acuerdo a cifras del INEGI [2]. Uno de los sectores más rezagados es el conformado por jóvenes de entre 15 y 29 años, en la actualidad, aproximadamente 130 mil mexicanos sordomudos pertenecen a dicho sector, del cual el 28%, cerca de 36,400 mexicanos, no reciben o han recibido algún tipo de educación [3].

La presidenta de la asociación civil Difusión, Inclusión y Educación del Sordo (DIES) comenta que es importante que la población oyente aprenda la Lengua de Señas Mexicano (LSM), de ahí la importancia de impulsar proyectos relacionados en universidades públicas [4].

Actualmente, la forma más común de aprender la lengua de señas mexicana (LSM) es asistir a organizaciones e instituciones no gubernamentales, sin embargo, con el problema sanitario que se presenta actualmente con la pandemia del COVID-19, no se puede asistir de forma presencial a tomar clases [5], además de que es evidente que el uso de la tecnología para motivos educativos va a seguir en incremento y terminará, eventualmente, desplazando a los cursos y clases presenciales. Es por ello que han surgido diversos métodos alternativos, como lo son aplicaciones móviles didácticas e incluso, existen algunos trabajos de investigación del Instituto Politécnico Nacional y otras instituciones de educación superior en México referentes al aprendizaje de la LSM mediante sistemas de cómputo desde casa ; a continuación, se exponen las características más relevantes de estos métodos en la tabla 1.

Nombre del proyecto	Herramientas que utiliza	Características	Desventajas
Herramienta de Soporte a Docentes para el aprendizaje de Lenguaje de Señas. TT ESCOM (2016).	*Equipo de cómputo. *Cámara web.	* Página web. * Obtiene de una imagen un vector de las características más significativas que permitan diferenciar la seña a comparar.	* Prototipo. * Solamente reconoce 5 señas distintas. * Requiere de una entidad externa enseñe la seña ya que el sistema solo se encarga de reconocer.

Kitsord. (2019).	Dispositivo móvil (android o iOS).	* Aprende lengua de señas a través de videos y fotografías. * Lecciones por niveles. * Modo para aprender la lengua de señas de otros países (Guatemala, Colombia, Estados Unidos).	* No evalúa el gesto hecho por el usuario. * Al ser estático no ofrece retroalimentación hacia el usuario.
App para aprender lenguaje de señas. Proyecto de Investigación ESIME Culhuacán. (2018).	Dispositivo móvil.	* Algoritmo de umbralización para diferenciar objetos, en este caso la mano de casi cualquier tipo de fondo.	* Primera versión con 71 señas.
Interpretación del lenguaje de señas utilizando redes neuronales. Tesis UNAM. (2017).	Dispositivo móvil.	* Herramienta capaz de capturar las imágenes correspondientes a algunos de los signos utilizados en el lenguaje de señas americano, analizarlas y generar como resultado a que letra o número corresponden,	* Uso de la Lengua de señas americana.
Aplicación para la enseñanza, práctica y evaluación con redes neuronales convolucionales del Sistema de Lengua de Señas Mexicana. TT ESCOM. (2021).	Equipo de cómputo. Cámara web.	* Aplicación de escritorio. * Catálogo de 100 señas de la LSM. * Evalúa la seña hecha por el usuario utilizando una red neuronal convolucional.	* Dirigida a jóvenes de 15 a 29 años (únicamente).

*Tabla 1. Comparación entre proyectos y aplicaciones relacionadas con la aplicación propuesta a realizar.*

La importancia de poder comunicarse con personas con discapacidades auditivas se percibe cada vez más importante debido a que la cifra de abandono escolar está incrementando preocupantemente. Dada la problemática anterior, en este trabajo terminal se propone crear un programa didáctico para aprender LSM apoyándose de algunos métodos de Inteligencia Artificial (IA) que permitan identificar de forma automática una seña mediante la detección de objetos.

El uso de la IA como parte de nuestra vida cotidiana ha tenido un avance exponencial durante la última década, y esto se da, precisamente, por la intención de conformar algoritmos que presenten las mismas capacidades de un ser humano [6].

Una de las ramas de IA es el *Machine Learning* (ML) o aprendizaje automático. Los algoritmos de ML emplean métodos de cálculo para “aprender” información directamente de los datos sin depender de una ecuación predeterminada como modelo [7].

*Machine Learning* emplea dos tipos de técnicas: el aprendizaje supervisado, que entrena un modelo con datos de entrada y salida conocidos para que pueda predecir salidas futuras, y el aprendizaje no supervisado, que encuentra patrones ocultos o estructuras intrínsecas en los datos de entrada [7].

En 2011, apareció una rama del *Machine Learning* conocida como aprendizaje profundo o *Deep Learning* (DL). La aparición de este subconjunto de ML implicó el uso de redes neuronales [8], modelos simplificados que emulan el modo en que el cerebro humano procesa la información [9]. Concebido como la nueva evolución del aprendizaje automático, el aprendizaje profundo va imitar la percepción humana inspirada en nuestro cerebro y la conexión entre neuronas [8].

## 2. Objetivo

Desarrollar una aplicación *stand-alone* que permita el aprendizaje de la lengua de señas mexicana a través de videotutoriales y que, además, evalúe las señas hechas por el usuario utilizando una red neuronal convolucional.

### Objetivos específicos:

- Recopilar, al menos, 80 señas del documento “Manos con voz; Diccionario de lengua de señas mexicana” [1] y categorizar por nivel de dificultad, por ejemplo: gestos estáticos y gestos dinámicos.
- Diseñar y desarrollar una interfaz gráfica para permitir al usuario visualizar videotutoriales para el aprendizaje de gestos de la lengua de señas mexicana.
- Generar una base de datos con imágenes por cada seña para entrenar y validar la red neuronal convolucional.
- Integrar el modelo de la red neuronal convolucional con un aplicación visual stand-alone, para evaluar los gestos hecho por el usuario.

### 3. Justificación

Actualmente, la enseñanza de la LSM se vio afectada debido a la pandemia provocada por el COVID-19, esto es una de las razones que nos llevaron a decidir implementar la aplicación *stand-alone*, pero también tomamos en consideración que cada persona aprende a su ritmo y de diferente forma, por eso es importante que el usuario tenga acceso a la aplicación en el momento que lo desee y durante el tiempo que él decida dedicarle, aunado al hecho de que estaría ahorrando tanto tiempo de traslado como dinero en algún curso de la lengua de señas mexicana.

Por otro lado se sabe que muy poca gente tiene el acceso o el interés por tomar cursos o clases especializadas de este tópico, de ahí que el uso de aplicaciones móviles sea el método más conveniente de acercarse al ámbito del lenguaje de señas. Otra de las problemáticas que surge, es que la lengua de señas mexicana se compone tanto de señas estáticas, que requieren hacer un gesto simple, como de señas dinámicas, donde se necesita hacer un gesto particular que implica un movimiento, cosa que no se puede aprender únicamente viendo imágenes de dichas señas.

En la tabla 2, se muestran las cualidades más relevantes de nuestra propuesta en comparación con los sistemas o aplicaciones mostradas anteriormente en la tabla 1.

Sistema	Características				
	Demostración de las señas.	Evaluación del gesto hecho por usuario.	Evaluación de al menos 80 señas distintas.	Uso de la Lengua de Señas Mexicana	Reconocimiento de señas dinámicas
Herramienta de Soporte a Docentes para el aprendizaje de Lenguaje de Señas. TT ESCOM (2016).		✓		✓	
Kitsord. (2019).	✓		✓	✓	
App para aprender lenguaje de señas. Proyecto de Investigación ESIME Culhuacán. (2018).		✓		✓	
Interpretación del lenguaje de señas utilizando redes neuronales. Tesis UNAM. (2017).	✓	✓			
Propuesta	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 2. Comparativa entre nuestra propuesta y sistemas o aplicaciones del estado del arte.

En un país como el nuestro, donde hay personas (alrededor del 30% de la población mayor a 6 años) que no tienen acceso a internet, resulta útil la implementación de una aplicación de escritorio a la cual los jóvenes tengan acceso en todo momento y puedan utilizarla cuando quieran practicar y mejorar su conocimiento sobre la LSM [10].

Para desarrollar dicha aplicación, hemos decidido utilizar una red neuronal convolucional como principal elemento del proyecto, ya que implica montar un sistema capaz de validar tanto señas estáticas como dinámicas. Para esto, se necesita entrenar una red neuronal convolucional para que sea capaz de detectar objetos, en este caso los gestos de un humano, y validarlo como una seña perteneciente a la LSM.

La complejidad del proyecto se presenta desde la recolección de al menos 80 señas del diccionario “Manos con voz” [1] pertenecientes a distintos grupos semánticos y la categorización de las mismas. Por otro lado, el hecho de que el entrenamiento de una red neuronal convolucional sólo se aplica sobre imágenes, nos obliga a “seccionar” cada una de las señas dinámicas en imágenes, donde cada una de esas secciones representará un momento distinto del gesto de dicha seña. Esto va a permitir a la red neuronal convolucional comparar su base de datos de imágenes con el video que capture del usuario, el cual resulta ser una colección de imágenes superpuestas.

#### 4. Productos o resultados esperados

1. **Aplicación que asista en la enseñanza de la lengua de señas mexicana**
  - a. Tutorial de uso
  - b. Reporte técnico
  - c. Código de la aplicación
2. **Modelo de red neuronal convolucional entrenada**
3. **Base de datos con las imágenes de las señas categorizadas**

En la figura 1 presentamos el diagrama general a bloques de la aplicación; en él contemplamos tres módulos principales para que la aplicación funcione adecuadamente y cumpla con el objetivo para la cual va a ser desarrollada. El primero de estos módulos es el de **aprendizaje**, en donde el usuario interactúa con la aplicación mediante una interfaz gráfica para observar tutoriales, vídeos de las señas y una opción para practicar las señas. El primer módulo se relaciona con el módulo de **lectura y evaluación de señas**; este segundo módulo se encarga de capturar el movimiento del usuario para que este sea evaluado por la red neuronal convolucional entrenada. Finalmente, el segundo módulo se relaciona directamente con un tercer módulo, el módulo de **progreso del aprendizaje del usuario y estadísticas**; este módulo cuenta con una interfaz gráfica donde el usuario puede observar su avance en cada una de las categorías de señas además de mostrar las estadísticas sobre la manera en que ha ido progresando dentro de cada categoría.

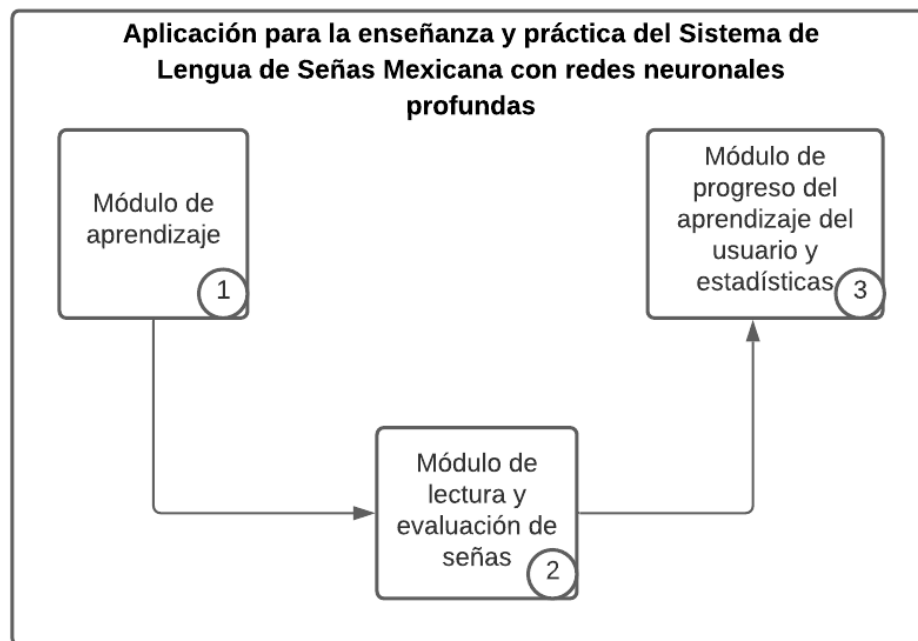


Figura 1. Diagrama general a bloques de la aplicación

#### 5. Metodología

Se decidió utilizar el marco de trabajo *Scrum* en conjunto con la metodología de prototipado evolutivo, ya que permitirá desarrollar de forma continua y progresiva el trabajo terminal por medio de prototipos que al integrarse conformaran la aplicación completa.

Al ser un marco de trabajo y una metodología ágil nos permite tener un desarrollo iterativo a través de los *sprints*, en el cual será más fácil de encontrar y solucionar posibles problemas que se nos presenten.

Rol	Descripción	Responsable
Product Owner.	Es el responsable revisar y aprobar que los <i>sprints</i> se cumplieron como se acordaron. Aprueban las características que se implementarán.	Directores.
Scrum Master.	Se encarga de ayudar a los integrantes del equipo, su labor es eliminar todo aquellos impedimentos que van surgiendo en el desarrollo el proyecto y que afectan la posibilidad de entregarlo correctamente.	Integrantes del equipo.
Equipo de desarrollo.	Se encargan de desarrollar el producto, mediante una organización y gestión que consideren pertinente para conseguir terminar el proyecto.	Integrantes del equipo.

Tabla 3. Roles y responsabilidades en la metodología Scrum [11].

Como complemento al marco de trabajo *Scrum* se utilizará la metodología de prototipado evolutivo, conformando una serie de 4 prototipos que se irán desarrollando a lo largo del período de TT-I y TT-II

El **primer prototipo** contará con la interfaz de inicio y de navegación de niveles al igual que los videotutoriales de las señas. A desarrollarse durante la primera mitad de TT-I.

El **segundo prototipo** tendrá implementada una red neuronal convolucional que sea capaz de reconocer señas estáticas y se le agregará estadísticas de aprendizaje por perfil de usuario. A desarrollarse durante la segunda mitad de TT-I.

El **tercer prototipo** será capaz de evaluar señas estáticas y dinámicas. A desarrollarse durante la primera mitad de TT-II.

El **cuarto prototipo** será la versión final que esté corregida de errores anteriores y se probará con usuarios finales. A desarrollarse durante la segunda mitad de TT-II.

## 6. Cronograma

### CRONOGRAMA Cuevas Naranjo Luis Alejandro

Aplicación para la enseñanza, práctica y evaluación con redes neuronales convolucionales del Sistema de Lengua de Señas Mexicana.

Actividad	2021					2022					
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Daily meeting											
Análisis y diseño											
Establecimiento de los requerimientos											
Elaboración de Documento técnico											
Selección y categorización de señas											
Grabar videos tutoriales de las señas											
Generar catálogo de imágenes para el entrenamiento de la red neuronal profunda											
Construir la interfaz de inicio e interacción con el usuario											
Pruebas de la interfaz											
Integración de interfaz de inicio con la interfaz de navegación de categorías/niveles (módulo de aprendizaje)											
Presentación del primer prototipo											
Comienzo del entrenamiento de la red neuronal profunda con señas estáticas											
Construcción del módulo de progreso del aprendizaje del usuario y estadísticas											
Pruebas de reconocimiento de señas estáticas											
Integración del módulo de lectura y evaluación de señas											
Incorporación de los 3 módulos principales de la aplicación											
Presentación del segundo prototipo											
Pruebas y refinamiento del segundo prototipo											
Evaluación de TT-I											
Comienzo del entrenamiento de la red neuronal profunda con señas dinámicas											
Pruebas de reconocimiento de señas dinámicas											
Refinamiento del módulo de lectura y evaluación de señas											
Reincorporación del módulo de lectura y evaluación de señas con la aplicación											
Presentación del tercer prototipo											
Pruebas y refinamiento del tercer prototipo											
Integración final de la aplicación											
Elaboración de manual de uso de aplicación											
Pruebas con usuarios finales											
Corrección de errores											
Presentación del cuarto y último prototipo											
Evaluación de TT-II											

Figura 2. Cronograma de actividades del alumno Cuevas Naranjo Luis Alejandro

# CRONOGRAMA Elizarrarás Ortiz Carlos

Aplicación para la enseñanza, práctica y evaluación con redes neuronales convolucionales del Sistema de Lengua de Señas Mexicana.

Actividad	2021						2022					
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
Daily meeting												
Especificación de los requerimientos funcionales												
Análisis y diseño												
Búsqueda y recolección de señas												
Elección de señas de de distintas categorías												
Realización de documento técnico												
Realización de grabaciones de los videos tutoriales para las señas correspondientes												
Crear biblioteca de imágenes para entrenar la red neuronal profunda												
Elaboración de la interfaz de inicio.												
Realización de pruebas de interfaz de inicio												
Pruebas de prototipo												
Presentación de prototipo 1												
Primeros entrenamiento de la red neuronal para señas sin movimiento												
Desarrollo del módulo de progreso de aprendizaje de usuario y estadísticas												
Pruebas de reconocimientos de señas sin movimientos												
Acoplamiento del módulo de lectura y evaluación												
Integración de los 3 módulos al sistema												
Presentación de prototipo 2												
Pruebas y correcciones del prototipo 2												
Evaluación de TT-1												
Primeros entrenamiento de la red neuronal para señas con movimiento												
Pruebas de reconocimientos de señas con movimientos												
Correcciones del módulo de lectura y evaluación												
Reacoplamiento al sistema del módulo de lectura y evaluación												
Presentación de prototipo 3												
Pruebas y correcciones del prototipo 3												
Incorporación final de la aplicación												
Redacción del manual de usuario												
Preubas finales con usuarios												
Modificación de últimos errores												
Presentación de prototipo 4												
Evaluación de TT-2												

Figura 3. Cronograma de actividades del alumno Elizarrarás Ortiz Carlos Alán

# CRONOGRAMA Juárez Monroy Raúl

Aplicación para la enseñanza, práctica y evaluación con redes neuronales convolucionales del Sistema de Lengua de Señas Mexicana.

Actividad	2021					2022					
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Daily meeting											
Recolección de los requerimientos no funcionales											
Análisis y diseño											
Investigación y selección de señas											
Desarrollo del Documento técnico											
Selección de señas de la categoría de 'Números'											
Grabar videos tutoriales de las señas de la categoría seleccionada											
Generar la base de datos de imágenes para el entrenamiento de la red neuronal profunda											
Desarrollar la interfaz de inicio											
Pruebas de la interfaz de inicio											
Pruebas del primer prototipo											
Construcción del módulo de lectura y evaluación de señas											
Entrenamiento de la red neuronal profunda con señas estáticas											
Desarrollo del módulo de progreso del aprendizaje del usuario y estadísticas											
Pruebas con señas estáticas											
Integración de los 3 módulos principales de la aplicación											
Pruebas del segundo prototipo											
Pruebas y refinamiento del segundo prototipo											
Evaluación de TT-I											
Entrenamiento de la red neuronal profunda con señas dinámicas											
Pruebas con señas dinámicas											
Mejorar la interfaz											
Reincorporación del módulo de lectura y evaluación con señas dinámicas											
Pruebas del tercer prototipo											
Pruebas y refinamiento del tercer prototipo											
Integración final de la aplicación											
Elaboración de manual de uso de aplicación											
Pruebas con usuarios finales											
Últimas correcciones a la aplicación											
Pruebas del prototipo 4											
Evaluación de TT-II											

Figura 4. Cronograma de actividades del alumno Juárez Monroy Raúl



# CRONOGRAMA Gomez Ojeda Jorge Arturo

Aplicación para la enseñanza, práctica y evaluación con redes neuronales convolucionales del Sistema de Lengua de Señas Mexicana.

Actividad	2021					2022					
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Daily meeting											
Análisis y diseño											
Recolección de los requerimientos no funcionales											
Investigación y selección de señas											
Elaboración de Documento técnico											
Selección de señas de la categoría de meses del año y días de la semana											
Grabar videos tutoriales de las señas											
Generar catálogo de imágenes para el entrenamiento de la red neuronal profunda											
Construir la interfaz de inicio e interacción con el usuario											
Integración de interfaz de inicio con la interfaz de navegación de categorías/niveles (módulo de aprendizaje)											
Presentación del primer prototipo											
Investigación y selección de modelo de red neuronal profunda											
Comienzo del entrenamiento de la red neuronal profunda con señas estáticas											
Construcción del módulo de progreso de usuario y estadísticas											
Pruebas de reconocimiento de señas estáticas											
Integración del módulo de lectura y evaluación de señas											
Incorporación de los 3 módulos principales de la aplicación											
Presentación del segundo prototipo											
Pruebas y refinamiento del segundo prototipo											
Evaluación de TT-I											
Comienzo del entrenamiento de la red neuronal profunda con señas dinámicas											
Pruebas de reconocimiento de señas dinámicas											
Refinamiento del módulo de lectura y evaluación de señas											
Presentación del tercer prototipo											
Pruebas y refinamiento del tercer prototipo											
Integración final de la aplicación											
Pruebas con usuarios finales											
Corrección de errores											
Presentación del cuarto y último prototipo											
Evaluación de TT-II											

Figura 5. Cronograma de actividades del alumno Gomez Ojeda Jorge Arturo

## 7. Referencias

- [1] M. Serafín y R. González, *Manos con voz. Diccionario de Lengua de Señas Mexicana*, 1ra ed. México, D.F. Libre Acceso, A.C., 2011.
- [2] Secretaría del medio Ambiente, 2019. *A través de la Lengua de Señas Mexicana conocen a las especies*. [online] Secretaría del Medio Ambiente. Disponible en <<https://www.sedema.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/traves-de-la-lengua-de-senas-mexicana-conocen-las-especies>> [Consultado el 11 de marzo, 2021].
- [3] Buendía, E., 2017. *Sordos en México: sin educación ni trabajo*. [online] El Universal. Disponible en: <<https://www.eluniversal.com.mx/articulo/periodismo-de-datos/2017/04/2/sordos-en-mexico-sin-educacion-ni-trabajo>> [Consultado el 13 de marzo, 2021].
- [4] UV, D., 2018. *Sordos enfrentan discriminación social e institucional: DIES – Universo – Sistema de noticias de la UV*. [online] Uv.mx. Disponible en: <<https://www.uv.mx/prensa/general/sordos-enfrentan-discriminacion-social-e-institucional-dies/>> [Consultado el 11 de marzo, 2021].
- [5] Milenio Digital. 2020. *Lengua de Señas Mexicana. Cómo y dónde aprender*. [online] Disponible en: <<https://www.milenio.com/cultura/dia-de-las-lenguas-de-senas-como-y-donde-aprender>> [Consultado el 12 de marzo, 2021].
- [6] Iberdrola. S.F. *¿Somos conscientes de los retos y principales aplicaciones de la Inteligencia Artificial?*. [online] Disponible en <<https://www.iberdrola.com/innovacion/que-es-inteligencia-artificial>> [Consultado el 12 de marzo, 2021].
- [7] The MathWorks, Inc., 2016. *Introducing Machine Learning*. [Archivo PDF]. Disponible en <<https://www.mathworks.com/>> [Consultado el 14 de marzo, 2021].
- [8] Nuria, E., 2020. *¿Cuál es la diferencia entre el machine learning y el deep learning?*. [online] Blog.bismart.com. Disponible en: <<https://blog.bismart.com/es/diferencia-machine-learning-deep-learning>> [Consultado el 14 de marzo, 2021].
- [9] IBM. S.F. *"El modelo de redes neuronales"*, *Ibm.com*. [Online]. Disponible en: [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SS3RA7\\_sub/modeler\\_mainhelp\\_client\\_ddita/components/neuralnet/neuralnet\\_model.html](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SS3RA7_sub/modeler_mainhelp_client_ddita/components/neuralnet/neuralnet_model.html). [Consultado el 14 de marzo, 2021].
- [10] INEGI. 2020. *"Estadísticas a propósito del día mundial del internet (17 de mayo). Datos nacionales"*. [Archivo PDF]. Disponible en: <[https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2020/eap\\_internet20.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2020/eap_internet20.pdf)> [Consultado el 15 de marzo, 2021].
- [11] J. Roche, "Scrum: roles y responsabilidades.", *Deloitte Spain*, 2021. [Online]. Disponible en: <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/roles-y-responsabilidades-scrum.html>. [Consultado el 18 de marzo, 2021].

## 8. Alumnos y directores

*Cuevas Naranjo Luis Alejandro* - Alumno de la carrera de Ing. En Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2018631711, Tel. 9331024598, email [lcuevasn1700@alumno.ipn.mx](mailto:lcuevasn1700@alumno.ipn.mx)

### ACUSE DE RECIBIDO

*Elizarrarás Ortiz Carlos Alán* - Alumno de la carrera de Ing. En Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2018630931, Tel. 5539129374, email [celizarraraso1700@alumno.ipn.mx](mailto:celizarraraso1700@alumno.ipn.mx)

### ACUSE DE RECIBIDO

*Gomez Ojeda Jorge Arturo* - Alumno de la carrera de Ing. En Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2018361301, Tel. 7421121201, email [gomez.arturo121@gmail.com](mailto:gomez.arturo121@gmail.com)

### ACUSE DE RECIBIDO

*Juárez Monroy Raúl* - Alumno de la carrera de Ing. En Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2015030678, Tel. 5541588379, email [rjuarezm1400@alumno.ipn.mx](mailto:rjuarezm1400@alumno.ipn.mx)

### ACUSE DE RECIBIDO

*Pescador Rojas Miriam*.- Dra. en Ciencias en Computación por el CINVESTAV-IPN en 2019, M. en C. en Computación por el CINVESTAV-IPN en 2010, Ing. en Sistemas Computacionales por la ESCOM-IPN en 2008, Profesora de carrera en ESCOM-IPN en el Depto. de Ciencias e Ingeniería de la Computación desde 2010 a la fecha, áreas de interés: Inteligencia Artificial, Cómputo Evolutivo, Aprendizaje Máquina, Ext. 52022, email [mpescadorr@ipn.mx](mailto:mpescadorr@ipn.mx)

### ACUSE DE RECIBIDO

*Sosa Hernández Víctor Adrián*.- Dr. en Ciencias en Computación por el CINVESTAV-IPN en 2017 (con Cédula Profesional 11268267), M. en C. en Computación por el CINVESTAV-IPN en 2013, Ing. en Sistemas Computacionales por la ESCOM-IPN en 2011, Profesor del Departamento de computación en la Escuela de Ingeniería y Ciencias del ITESM campus Edo. de México desde el 2017 a la fecha, áreas de interés Inteligencia Artificial, Cómputo Evolutivo, Aprendizaje Máquina, Cómputo en la nube, email [vsosa@tec.mx](mailto:vsosa@tec.mx)

### ACUSE DE RECIBIDO

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: Número de boleta y teléfono.

## Revisión Protocolo Final

Inbox x



**Jorge Arturo Gomez Ojeda**

Buenas tardes, le envío la última versión del protocolo del TT 2021-A004 para su revisión y aprobación, gracias.

Sat, Jun 11, 1:08 PM (1 day ago) ☆



**Miriam Pescador Rojas**

to me, Victor ▾

Sat, Jun 11, 2:31 PM (1 day ago) ☆ ↩ ⋮

Buenas tardes.

Confirmando que estoy de acuerdo con la versión final del protocolo del TT2021-A004 "Aplicación para la enseñanza, práctica y evaluación con redes neuronales convolucionales de la lengua de señas mexicanas"

Saludos cordiales

**De:** Jorge Arturo Gomez Ojeda <[gomez.arturo121@gmail.com](mailto:gomez.arturo121@gmail.com)>

**Enviado:** sábado, 11 de junio de 2022 13:08

**Para:** Miriam Pescador Rojas <[mpescadorr@ipn.mx](mailto:mpescadorr@ipn.mx)>; Víctor Adrián Sosa Hernández <[vsosa@tec.mx](mailto:vsosa@tec.mx)>

**Asunto:** [ADVERTENCIA, MENSAJE EXTERNO] Revisión Protocolo Final

## Revisión Protocolo Final

Inbox x



**Jorge Arturo Gomez Ojeda**

Buenas tardes, le envío la última versión del protocolo del TT 2021-A004 para su revisión y aprobación, gracias.

Sat, Jun 11, 1:08 PM (1 day ago) ☆



**Miriam Pescador Rojas**

Buenas tardes. Confirmando que estoy de acuerdo con la versión final del protocolo del TT2021-A004 "Aplicación para la enseñanza, práctica y evaluación con redes n

Sat, Jun 11, 2:31 PM (1 day ago) ☆



**Victor Adrian Sosa Hernandez**

to Miriam, me ▾

9:15 PM (5 minutes ago) ☆ ↩ ⋮

Buenas noches,

confirmando que estoy de acuerdo con la versión final del trabajo terminal TT2021-A004 "Aplicación para la enseñanza, práctica y evaluación con redes neuronales convolucionales de la lengua de señas mexicanas"

Saludos cordiales

\*\*\*

--

**Dr. en C. Víctor Adrián Sosa Hernández**

Profesor del Departamento de Computación

ITESM campus Estado de México.

Miembro Adherente de la Academia Mexicana de Computación