

Análisis de factores temporales presentes en el proceso de adquisición y comprensión del conocimiento en infantes con Trastorno del Espectro Autista grado uno mediante aprendizaje de máquina

Trabajo Terminal No. _____

Alumnos: Muñoz Primero Elías

Directores: Ávila Sánchez Cristhian Alejandro

email: elias160299@hotmail.com

Resumen – Existe poca atención cultural y tecnológica enfocada en personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA). Simultáneamente, el hecho de que algún especialista o terapeuta pueda analizar y especificar el progreso en el aprendizaje de individuos con este trastorno, requiere una cantidad de tiempo considerable; este sector de la población requiere terapias de interacción social, conductuales y de comunicación. Esto sólo es posible a través de centros especializados en la atención de personas con este trastorno, sin embargo, las técnicas y métodos empleados en dichos centros aún utilizan material didáctico tradicional. El actual proyecto consiste en el análisis de factores temporales presentes en el proceso de adquisición y comprensión del conocimiento que manifiesten infantes con TEA grado uno, a través de una aplicación móvil enfocada en mostrar los rasgos faciales de las emociones básicas, a fin de identificar patrones de aprendizaje por medio de técnicas de aprendizaje de máquina vía redes neuronales artificiales. El hecho de cuantificar el aprendizaje en los menores de edad diagnosticados con este trastorno es una ardua labor de vital importancia, porque, a partir de los resultados a los que llegue un especialista o terapeuta, se le asignan diversas terapias muy particulares a cada individuo. Si bien, existen pequeños con el mismo grado de TEA, sus respuestas sensoriales, motrices, auditivas, conductuales y sobre todo de aprendizaje son diferentes. Con la información recabada, se busca generar un reporte detallado para que algún especialista o terapeuta pueda realizar un diagnóstico más preciso y apoyar en el tratamiento del infante en cuestión.

Palabras Clave

Análisis de datos, Aprendizaje de máquina, Trastorno del Espectro Autista, Aplicación Móvil, Aprendizaje en infantes.

1. Introducción

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) se define como una desarmonía en las funciones cognitivas del individuo, es decir, alteraciones o fallas que se originan en el desarrollo de funciones mentales. Se caracteriza por generar problemas en tres áreas del desarrollo de una persona: la interacción social, la comunicación y la conducta [1, 2, 3, 4].

Se presenta en infantes con edad aproximada de 30 meses y no se debe a *enfermedades progresivas*¹, *trastornos epilépticos*², *déficit cognitivo*³ o *ausencia afectiva*⁴. Aunque hasta ahora en el TEA no se ha identificado un gen o conjunto de genes en específico que lo active, estudios han mostrado que tiene un alto grado hereditario [4, 5, 6].

El TEA cuenta con una gran variedad de *síntomas*⁵ a causa de que existen diversos niveles de afectación en las personas, es decir, aunque existan personas con el mismo nivel de gravedad de TEA, sus problemas y deficiencias que poseen no serán de la misma forma [4, 7, 8].

Los niveles de gravedad del TEA, así como su descripción clínica, se les clasifica con diagnóstico F84.0 en el *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition (DSM-V)*. Dicho documento es conocido en español como *Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales de la Asociación Americana de Psiquiatría*; éste contiene descripciones, síntomas y otros criterios para diagnosticar trastornos mentales, de entre ellos el TEA [4].

En general, el DSM en su quinta edición, es el sistema de clasificación de trastornos mentales con mayor aceptación, tanto para el diagnóstico clínico como para la investigación y la docencia. Dicho documento debe de ser utilizado por personas con experiencia profesional, ya que se usa como una guía que debe ser acompañada de un juicio clínico y criterios éticos necesarios [4].

La *tabla 1* muestra los niveles de gravedad que existen en el TEA, de los cuales, el presente proyecto estará enfocado únicamente en el nivel uno clasificado como “necesita ayuda” [4].

¹ Es una enfermedad que se vuelve más grave con el paso del tiempo.

² Cambio repentino en el comportamiento, debido a convulsiones llamadas crisis epilépticas.

³ Falta de capacidad mental por parte un individuo al momento de realizar cualquier actividad.

⁴ Falta de atención o apego que manifiesta un niño hacia una persona.

⁵ Fenómeno que revela la existencia de una enfermedad.

Nivel de gravedad	Comunicación social	Comportamiento restringido y repetitivo
Grado uno: “Necesita ayuda”	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad para iniciar una interacción social. • Respuestas atípicas hacia otras personas. • Poco interés en la interacción social. • Conversaciones amplías fallan. • Los intentos de hacer amigos fallan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad de alternar actividades. • Problemas de organización y planificación dificultan la autonomía.
Grado dos: “Necesita ayuda notable”	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiencia notable en comunicación verbal y no verbal. • Inicio limitado de interacción social. • Respuestas no normales hacia otras personas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Confusión al afrontar cambios. • Notable ansiedad. • Confusión al cambiar el foco de atención.
Grado tres: “Necesita ayuda muy notable”	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiencia grave en comunicación verbal y no verbal. • Inicio muy limitado de interacción social. • Respuesta mínima de la apertura social de otras personas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad de hacer frente a cambios. • Ansiedad intensa. • Dificultad para cambiar el foco de atención.

Tabla 1 - Niveles de gravedad en el TEA de acuerdo con el DSM-V

A continuación, se muestra una lista de trabajos de investigación relacionados al propuesto:

Aplicación o Artículo	Características
<p>Aplicación</p> <p>Terapia del Lenguaje y Cognitiva con MITA</p>	<p>Descripción: Ejercicios de juego adaptables para niños con Trastorno del Espectro Autista.</p> <p>Resultados: Seguimiento diario de ejercicios para infantes con TEA, la información de los usuarios que no son premium se recopila y publican en el siguiente enlace: https://www.mdpi.com/2227-9032/8/4/566</p> <p>Costo: Gratis. Con opción “premium” para desbloquear niveles adaptables y confidencialidad de la información por \$599.00 (MXN) pesos mexicanos.</p>
<p>Aplicación</p> <p>ABC Autismo</p>	<p>Descripción: Ejercicios basados en la metodología TEACCH, tiene 4 niveles de dificultad y 40 fases interactivas.</p> <p>Resultados: Usado por maestros, psicólogos y terapeutas para evaluar a niños autistas.</p> <p>Costo: Gratis.</p>

<p>Artículo</p> <p>‘Uso de aplicaciones móviles para la evaluación de la comprensión emocional en niños y niñas con dificultades del desarrollo’</p>	<p>Descripción: En el artículo presentado por C. Roqueta <i>et al.</i> [15] se muestra una aplicación móvil para evaluar la competencia emocional para niños y niñas con trastornos del desarrollo de edad escolar. La aplicación (app) tiene cinco niveles de dificultad basados en los hitos evolutivos del desarrollo emocional: reconocimiento de expresiones faciales; construcción de expresiones faciales; identificación de emociones a partir de situaciones comunes; reconocimiento de emociones basadas en experiencias cognitivas; reconocimiento de emociones ocultas. Ha sido probada en infantes con Trastorno del Espectro Autista (TEA), Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) y Dificultades de Aprendizaje (DA).</p>
<p>Artículo</p> <p>‘Diseño e implementación de una aplicación móvil en dispositivos Android para estimular la comunicación verbal en el centro autismo dificultades del comportamiento y aprendizaje’</p>	<p>Descripción: En el trabajo desarrollado por P. Guevara <i>et al.</i> [16] se presenta el desarrollo de una aplicación móvil basada en la terapia de imitación verbal, para niños con diagnóstico clínico F84.0, denominado autismo, entre 4 y 8 años de edad, aprovechando la usabilidad de los dispositivos Android. La terapia es establecida en cinco niveles a manera de juego, el niño no podrá pasar de nivel, si no supera la actividad del nivel actual. En la mayoría de las actividades, el juego consta de un sistema de reconocimiento de voz de usuario y se basa en la escucha y repetición de sonidos, como lo son: la emisión de sonidos de animales de la granja, los animales salvajes relacionados con las vocales y algunas consonantes, la casa donde hay mezclas de vocales y consonantes, entre otros.</p>
<p>Artículo</p> <p>‘Aplicación móvil para ayudar al aprendizaje de niños autistas’</p>	<p>Descripción: En el proyecto elaborado por J. Hernández <i>et al.</i> [17] se muestra una aplicación para Android, la cual genera un ambiente visual y auditivo sobre las actividades cotidianas de personas con TEA.</p>

Tabla 2 - Aplicaciones o artículos enfocados en el aprendizaje de infantes.

2. Objetivo General

Analizar factores temporales presentes en el proceso de adquisición y comprensión del conocimiento que manifiesten infantes con Trastorno del Espectro Autista (TEA) grado uno, a través de una aplicación móvil enfocada en mostrar los rasgos faciales de las emociones básicas; a fin de identificar patrones de comprensión por medio de aprendizaje de máquina vía redes neuronales artificiales y, con la información recabada, apoyar en el tratamiento del infante.

2.1 Objetivos Específicos

- Buscar apoyo especializado del área de ciencias de la salud, con el fin de obtener retroalimentación por parte de un profesional que tenga experiencia en personas con TEA.
- Desarrollar una aplicación móvil enfocada en mostrar los rasgos faciales de las emociones básicas para pequeños con TEA grado uno.
- Implementar una red neuronal artificial para analizar el aprendizaje en personas con TEA grado uno.
- Realizar una interfaz gráfica la cual genere un reporte detallado para que algún especialista o terapeuta pueda realizar un diagnóstico más preciso y apoyar en el tratamiento del individuo en cuestión.

3. Justificación

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) es un problema real que necesita propuestas que busquen mitigarlo; visto que, con base en los datos del Centro Estatal de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades (CEVECE) [2] a nivel mundial se calcula que 1 de cada 160 infantes tienen TEA. En el caso particular de México casi el 1% de todos los menores de edad, alrededor de 400000, sufren este trastorno; lo cual lo vuelve un problema grave y creciente, ya que existe poca atención tanto tecnológica como cultural en personas con este padecimiento. El presente proyecto estará enfocado únicamente en los individuos con este trastorno que figuren con un nivel de gravedad uno o “necesita ayuda”, es decir, aquellos con los que la interacción y comunicación no resulte tan difícil; esto con el fin de tener factibilidad tanto técnica y operativa del presente trabajo [4, 8, 9, 10].

De este modo, los infantes con TEA grado uno les resulta difícil expresar sus emociones e inclusive interpretar la de sus iguales. El hecho de que no puedan reconocer sus emociones conlleva un serio problema, a causa de que, si el pequeño estuviera en una situación de riesgo, podría ser víctima de ésta al no saber expresar lo que siente. Esta problemática es una oportunidad para realizar una herramienta tecnológica como primera fase, esto es, un software que ayude de manera auxiliar al individuo a reconocer los rasgos faciales de las emociones: feliz, enojado, triste, desagrado y temor [2, 11, 13].

Como segunda fase, es imprescindible brindar a los especialistas o terapeutas información de cómo los menores de edad están aprendiendo los rasgos faciales con el uso de la aplicación móvil. Siguiendo las recomendaciones realizadas por la Organización Mundial de la Salud, se menciona que las intervenciones psicosociales basadas en evidencias, como la terapia conductual y los programas de capacitación para padres, pueden reducir las dificultades de comunicación y comportamiento social, generando un impacto positivo en el bienestar y la calidad de vida de las personas con TEA [2].

A fin de lograr la segunda fase, se empleará una red neuronal artificial para buscar patrones de aprendizaje en infantes con TEA grado uno; analizando factores como el número de intentos, el tiempo de respuesta y el tiempo a largo plazo mientras la persona hace uso de la aplicación móvil mencionada en la primera fase. Este análisis permitirá generar reportes más detallados a los especialistas o terapeutas con el propósito final de mejorar su diagnóstico y precisar qué tipo de terapias y ejercicios le conviene más al individuo en cuestión [12, 14].

Conjuntamente, al aplicar aprendizaje de máquina vía redes neuronales artificiales, implementando el método de cálculo de “*backpropagation*” (o por su término en español “*propagación hacia atrás*”), se busca una factibilidad técnica. Este modelo de aprendizaje de máquina se caracteriza por aprender un comportamiento dada una entrada de información; en este caso el progreso del infante con TEA y con ello, detallar el caso clínico del individuo mientras hace uso de la aplicación móvil [19].

Por último, el hecho de introducirse en el campo del Trastorno del Espectro Autista mediante un software y un análisis de datos a través del aprendizaje de máquina vía redes neuronales artificiales, brinda una retroalimentación que puede ser utilizada para posteriores investigaciones en donde se analice el comportamiento y los patrones de aprendizaje de las personas con TEA. Conjuntamente se contribuye al desarrollo tecnológico con rostro humano y con ello colaborar con el objetivo de resolver un fenómeno aun mayor denominado brecha tecnológica [1, 2].

4. Producto o resultados esperados

Al final de esta investigación, se espera contar con lo siguiente:

- Aplicación móvil para mostrar rasgos de emociones básicas.
- Análisis del progreso de cada infante con aprendizaje de máquina vía redes neuronales artificiales.
- Generar reporte de aprendizaje del infante.
- Manual de Usuario.

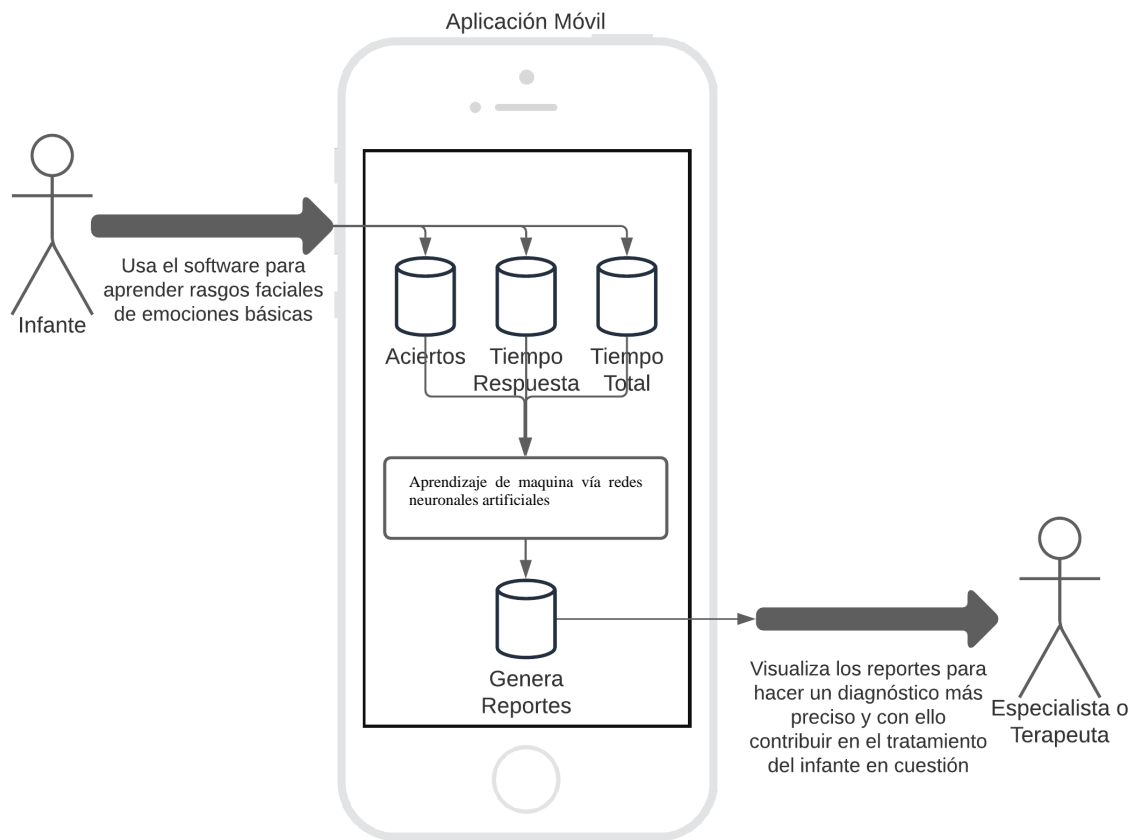


Ilustración 1 - Diagrama a bloques del análisis y proceso de monitoreo en infantes con TEA grado uno, mientras hacen uso de la aplicación móvil que muestra los rasgos fáciles de las emociones básicas.

5. Metodología

Para el acercamiento con los infantes diagnosticados con TEA grado uno se utilizará la metodología TEACCH.

Alrededor de los años 60, algunos estudios realizados por Bruno Bettelheim y otros psicoanalistas denominaban a este trastorno como "*esquizofrenia de la infancia*" y consideraban que los rasgos de estas personas eran producidos como consecuencia de sentimientos inconscientes; los cuales eran causados por el rechazo de parte las madres, a quienes, algunos estudios las denominaban como "*madres nevera*". Se consideraba que la forma de rehabilitar a estas personas era privándoles de estar con sus respectivas familias, lo que se conoce como *parentectomía*. Esto suponía un duro golpe para las familias, que se atribuían sentimientos de culpabilidad en la alteración que presentaban sus hijos. Sin embargo, años después el psicólogo alemán Eric Schopler, de la Universidad de Carolina del Norte, llevó a cabo un estudio en el que se pretendía corroborar si se obtenían efectos positivos en los niños con "*esquizofrenia infantil*" a través de la intervención basada en principios psicodinámicos. El resultado fue un aumento de los comportamientos inadecuados de las personas con TEA, por lo que se descubrió que lo que estos principios afirmaban no era una forma de intervención [10].

En el año 1966, Schopler, junto con Robert Reichler dirigió el proyecto de investigación denominado "*Child Research Project*", obteniendo como resultado que los padres de los niños con TEA no presentan en ningún caso anomalías patológicas, sino que pueden tener un papel primordial en la educación de sus hijos como coterapeutas. Esto dio lugar a un programa estatal fundado por el gobierno federal de Carolina del Norte al cual se denominó "*Treatment and Education of Autistic and related Communication-handicapped Children (TEACCH)*" [10].

El método TEACCH o "*tratamiento y educación de infantes con autismo y con problemas de la comunicación*" (por su significado en español), está enfocado en la atención de las personas con TEA y de sus familias. Su orientación aborda todos los aspectos de la vida de un individuo con TEA a través de una política de "rechazo cero", en donde cada integrante sea consciente de lo que se necesita hacer de manera puntual, escalable y que pueda ser replicable en cada esfera del desarrollo de una persona con este trastorno. La finalidad del TEACCH consiste en proporcionar asistencia y apoyo a las personas con TEA y a sus familias a lo largo de todas las etapas de su desarrollo y durante toda su vida. El principal objetivo que marca el programa es la mejora de cada uno de los individuos con TEA mediante dos aspectos; por un lado, el desarrollo para la mejora de sus habilidades y el logro de su adaptación; por el otro, la reestructuración del entorno con el fin de adaptarse a las características propias de las personas que tienen este trastorno, lo cual recibe el nombre de acomodación mutua [10].

Este método apuesta por un sistema de comunicación funcional y no por uno verbal. Su principal interés se basa en hacer funcionales las habilidades comunicativas de las personas y no se hace tanto hincapié en la forma del lenguaje que tengan los individuos con TEA. Esto quiere decir que, se pretende que estas habilidades les sean útiles para realizar cualquiera de las actividades de su vida diaria de manera autónoma y puedan relacionarse con el entorno que les rodea. La filosofía de este método se basa en el conocimiento del TEA en profundidad, centrándose en el estudio de cómo afecta a cada persona para, posteriormente, poder llevar a cabo una acción oportuna a las necesidades de cada una de ellas [10].

El pilar fundamental es una enseñanza estructurada en todos los ámbitos, es decir, adaptar el tiempo, el espacio y el sistema de trabajo. De tal forma que se debe considerar lo siguiente:

- El tiempo: organizar tareas cortas.
- El espacio: organizar el lugar, estructurar el espacio por zonas o rincones.
- El sistema de trabajo: adaptar material, organizarlo por niveles y áreas de trabajo.

Otros de los objetivos que se plantea este método son:

- Desarrollar procedimientos que potencien el disfrute del niño y la vida armoniosa en el hogar.
- Fomentar que las personas con TEA se desenvuelvan de manera adecuada y lo más autónomamente posible.
- Prestar servicios de calidad a las personas con TEA y a sus correspondientes familias.
- Aumentar la estimulación del niño y sus habilidades para la exploración y el aprendizaje.
- Mejorar las funciones intelectuales.
- Paliar los niveles de estrés que tienen las personas que se encuentran en continuo contacto con las personas con TEA, principalmente la familia.
- Mejorar las dificultades adaptativas de los niños en el entorno escolar y en cualquier otro contexto.

Para la organización del tiempo del presente trabajo, se utilizará la metodología ágil denominada “Kanban”.

Kanban es una palabra de origen japonesa formada por “Kan”, cuyo significado es “visual” y por la palabra “Ban” que significa “tarjeta”. Por lo tanto, Kanban hace referencia a las tarjetas visuales. Esta metodología es muy sencilla, se puede actualizar constantemente, con muy poca documentación y asumir responsabilidades sin problema. Al ser un método visual permite que a simple vista se conozca el estado de los proyectos y asignar nuevas tareas de manera muy efectiva. Para aplicarlo, es necesario un tablero de tareas con el objetivo de mejorar el trabajo y tener un ritmo sostenible [18].

La *tabla 3* muestra el esquema general de la metodología Kanban, la cual funciona como un tablero el cual será dividido en cinco columnas, de las cuales, dependiendo la tarea que se realice en la fecha o momento correspondiente, se asignará como lo indica su descripción en dicha columna. Se decidió trabajar con esta metodología debido a que este proyecto lo realizará solo una persona, por ello, se busca minimizar el estrés de planificación, utilizando un principio de fluidez, flexibilidad y mejora continua [18].

Tareas por hacer	En proceso			Realizadas
	Trabajando	En espera	Probando	

Tabla 3 - Kanban tablero

Las tareas o módulos (las tarjetas para el Kanban) que se plantean realizar son los siguientes:

- Analizar y diseñar el alcance del proyecto en términos técnicos (tecnologías).
- Diseñar un repositorio de datos donde se almacenen los avances de cada infante.
- Diseñar la interfaz para la aplicación móvil que usara cada infante.
- Desarrollar una aplicación móvil con la cual se muestren los rasgos de las emociones básicas.
- Conectar la aplicación móvil con el repositorio de datos.
- Implementar una técnica de aprendizaje de máquina vía redes neuronales artificiales para el análisis de los datos.
- Diseñar una interfaz gráfica con la cual los especialistas o terapeutas puedan visualizar los reportes.

6. Cronograma

CRONOGRAMA Nombre del alumno(a): Muñoz Primero Elías

Título del TT:

TT No.:

[illegible]

7. Referencias

- [1] M. A. Vázquez Ramírez, "La atención educativa de los alumnos con Trastorno del Espectro Autista", Aguascalientes, 2015.
- [2] E. Álvarez Alcántara, «Trastornos del espectro autista,» Revista Mexicana de Pediatría, vol. 74, n° 6, pp. 269-276, 2007.
- [3] C. Quijada, "Espectro Autista", Revista Chilena de Pediatría, pp. 86-91, 2008.
- [4] Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales DSM V, 5th ed. Barcelona: Masson, 2018, pp. 50-59.
- [5] F. A. Marín, Trastorno del espectro autista: Detección, diagnóstico e intervención temprana, Madrid: Ediciones Pirámide, 2013.
- [6] M. Gómez Villa, L. Díaz Carcelen y T. Rebollo Martínez, «studylib.es,» 2001. [En línea]. Available: <http://studylib.es/doc/4678487/comunicaci%C3%B3n-aumentativa-y-alternativa>. [Último acceso: 27 marzo 2021].
- [7] P. Maribí, «isep.es,» 28 febrero 2017. [En línea]. Available: <https://www.isep.es/actualidad-logopedia/los-sistemas-aumentativos-de-comunicacion-saac/>. [Último acceso: 27 marzo 2021].
- [8] S. M. Aja Pajón, «Autismo diario» 10 marzo 2018. [En línea]. Available: <https://autismodiario.org/2018/03/10/sistemas-alternativos-y-aumentativos-de-comunicacion-saac/>. [Último acceso: 28 marzo 2021].
- [9] F. Mulas, G. Ros-Cervera, M. Millá G., M. C. Etchepareborda, L. Abad y M. Téllez de Meneses, «Modelos de intervención en niños con autismo,» Revista de Neurología, vol. Supl 3, n° 50, pp. s77-s84, 2010.
- [10] F. Tortosa Nicolás y C. Guillén Medina, «TEACCH. Más que un programa para la educación» Murcia, 2013.
- [11] Mandal Anaya, «Historia de autismo» 16 febrero 2018. [En línea]. Available: [https://www.news-medical.net/health/Autism-History-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/health/Autism-History-(Spanish).aspx)
- [12] Centro Acadia, «Tratamientos del autismo: El programa TEACCH(ONLINE)» 9 febrero 2015. [En línea]. Available: <https://www.centroacadia.es/tratamiento-autismo-teacch/>
- [13] C. Gandara y B. Mesibov. Prevención en dificultades del desarrollo y del aprendizaje. [En línea]. Available https://books.google.com.mx/books?id=WISUBQAAQBAJ&pg=PT45&lpg=PT45&dq=carmen+gandara+rossi+y+mesibov+filosofia+y+servicios&source=bl&ots=sgqgqhj6mf&sig=Wsz17fnv_D3NRHiHuNDcObCXbow&hl=es
- [14] Garrabé, J., «El autismo. Historia y Clasificaciones» 11 Marzo 2018. [En línea]. Available: <http://www.inprf-cd.gob.mx/pdf/sm3503/sm3503257.pdf>
- [15] C. Roqueta, I. Benedito and E. Izquierdo, "Uso de aplicaciones móviles para la evaluación de la comprensión emocional en niños y niñas con dificultades del desarrollo", Revista de Psicología y Educación, vol. 12, no. 1, pp. 7-18, 2017. ISSN:1699-9517·e-ISSN:1989-9874
- [16] P. Guevara, B. Barrios and J. Arrieta, "Diseño e implementación de una aplicación móvil en dispositivos android para estimular la comunicación en la terapia de imitación verbal en el centro autismo dificultades del comportamiento y aprendizaje.", Licenciatura, Universidad de Córdoba UNICOR, 2021.
- [17] J. Hernández, C. Nava and B. Jiménez, "Aplicación móvil para ayudar al aprendizaje de niños autistas", Licenciatura, Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas, IPN, 2021.
- [18] "Qué es Kanban: Definición, Características y Ventajas", Kanban Software for Agile Project Management, 2021. [Online]. Available: <https://kanbanize.com/es/recursos-de-kanban/primeros-pasos/que-es-kanban>. [Accessed: 05- Apr- 2021].
- [19] Y. Abu-Mostafa, M. Magdon-Ismail and H. Lin, Learning from data. [Estados Unidos]: AMLBook, 2012.

8. Alumnos y directores

CARACTER: 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.

Muñoz Primero Elías. - Alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en ESCOM. Especialidad: Sistemas. Boleta: 2015090493. Tel. 5512308981, e-mail: elias160299@hotmail.com

Firma: _____



M. en C. Ávila Sánchez Cristhian Alejandro. - Maestría en Ciencias, Centro de Investigación de Computación del IPN (2005). Ingeniería en Sistemas Computacionales, Escuela Superior de Cómputo del IPN (2001). Profesor de la ESCOM - IPN, adscrito al Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación. Líneas de Investigación/Áreas de Interés: Computación e Información Cuánticas, Problemas NP-Complejos, Aprendizaje de Máquina, Cómputo Distribuido y Paralelo, Genómica Computacional, Cómputo Natural y Sistemas Complejos. Tel. 55 45653574, e-mail: aavila.scz@gmail.com

Firma: _____

