

# AVANCES SOBRE REFLEXIONES, APLICACIONES Y TECNOLOGÍAS INCLUSIVAS



ISBN: 978-607-97086-4-1

Francisco Javier Álvarez Rodríguez  
Mónica Adriana Carreño León  
Jesús Andrés Sandoval Bringas

## **Avances sobre reflexiones, aplicaciones y tecnologías inclusivas**

**Editado por**



## **Avances sobre reflexiones, aplicaciones y tecnologías inclusivas.**

Francisco Javier Álvarez Rodríguez  
Mónica Adriana Carreño León  
Jesús Andrés Sandoval Bringas

### **Diseño editorial**

Francisco Javier Colunga Gallegos

### **Diseño de portada**

Título de la fotografía de la portada: Oblation Fractal  
Autor: Roger Johnston Fractal Art Classics  
[www.fractalsinmotion.com](http://www.fractalsinmotion.com)

### **D.R. ® Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación A.C.**

Calle Porfirio Díaz No. 140 Poniente,  
Colonia Nochebuena,  
Delegación Benito Juárez.  
Ciudad de México, México.  
C.P. 03720  
Teléfono: 01 (55) 5615 – 7489

**Obra con derechos reservados, prohibida su reproducción total o parcial sin permiso escrito de los editores.**

Editado en Ciudad de México, México. Made in México City, México. Junio de 2019.

**ISBN: 978-607-97086-4-1**

## CONTENIDO

Prólogo.....	6
Comité Editorial.....	7
Datos Estadísticos.....	9
TriviaBlind: Sistema de software interactivo enfocado en la experiencia del usuario de personas ciegas como juego serio para el aprendizaje de cultura general.....	10 - 14
<i>Teresita de Jesús Álvarez Robles, Luis Alberto Molina Orozco, José Luis Partida Mariscal, Francisco Javier Álvarez Rodríguez, Edgard Benítez-Guerrero</i>	
Diseño y construcción de una herramienta de tecnología inclusiva para el apoyo a la enseñanza del lenguaje braille en niños con discapacidad visual.....	16 - 20
<i>Israel Duran Encinas, Mónica A. Carreño León, J. Andrés Sandoval Bringas, Arturo I. de Casso Verdugo, Jonathan G. Soto Muñoz</i>	
Hacia el desarrollo de un sistema de software interactivo (SSI) enfocado en el aprendizaje de matemáticas básicas para personas con discapacidad visual.....	22 - 26
<i>José Dennis Nikembe Gutiérrez Padilla, Teresita de Jesús Álvarez Robles, Francisco Javier Álvarez Rodríguez</i>	
Aplicación móvil de comunicación adaptable para personas con parálisis cerebral.....	28 - 32
<i>Ricardo L. Ignacio Sánchez, Jesús A. Zúñiga Arce, Juan C. Uribe Lucero, Mónica A. Carreño León, J. Andrés Sandoval Bringas</i>	
Interacción con avatar 3D para la creación y edición de poses corporales y faciales en la lengua de señas costarricense LESCO.....	34 - 40
<i>Jostin Chaves-Sánchez, Carlos Ramírez-Trejos, Mario Chacón-Rivas</i>	
Uso de Team Software Process: Desarrollo de Aplicaciones móviles para niños con Síndrome de Down.....	42 - 46
<i>Alma Laura Esparza Maldonado, Francisco Álvarez Rodríguez, Edgard I. Benítez Guerrero, Teresita de Jesús Álvarez Robles</i>	
Desarrollo de una Aplicación Móvil para el Fortalecimiento de la Memoria en Personas con Discapacidad Visual.....	48 - 54
<i>Perla Aguilar Navarrete, Fca. Yolanda Camacho González, Nephtali Abisai Hernández Olvera, Alberto Montoya Bironche</i>	

Proceso de medición de aprendizaje explícito (área lógica-matemática) aplicado en usuarios ciegos...	<b>57 - 61</b>
<i>Ana Guadalupe Rosales Zúñiga, Kevin Borja Díaz, Marbely Olivia German Beltrán, Eduardo Emmanuel Rodríguez López, Francisco Javier Álvarez Rodríguez, Teresita de Jesús Álvarez Robles</i>	
Sistema Web WPIII para determinar el nivel de adquisición de vocabulario mediante la aplicación de test Peabody III en alumnos de Educación Básica.....	<b>64 - 67</b>
<i>Carlos Sandoval, Arturo De Casso, Mónica A. Carreño, J. Andrés Sandoval, Israel Durán</i>	
Consideraciones para el diseño de interfaces de usuario en aplicaciones para niños con autismo.....	<b>70 - 74</b>
<i>Maray Carreño León, Amado Leyva Carrillo, Mónica A. Carreño León, J. Andrés Sandoval Bringas</i>	
Experiencia en la utilización de herramientas tecnológicas para la comunicación y organización de las actividades de clase como apoyo en la integración de alumnos con discapacidad en el habla.....	<b>77 - 80</b>
<i>Jonathan G. Soto Muñoz, Mónica A. Carreño León, J. Andrés Sandoval Bringas, Israel Durán Encinas, Aída Sánchez Paz Rubio</i>	
Aproximación a la Gramática de la Lengua de Señas_Costarricense a través de un Avatar.....	<b>83 - 87</b>
<i>Sofía Flores-Solórzano, Mario Chacón-Rivas</i>	
Un software educativo para la recuperación de la lengua KICHWA.....	<b>90 - 95</b>
<i>Silvia Anaconda, Alejandra Parra, Luis Vejarano, Freddy Muñoz</i>	
Explorando los Mecanismos de Apoyo Académico para los Estudiantes con Discapacidad.....	<b>98 - 101</b>
<i>Raudel López Espinoza, Rubén Paul Benítez Cortés, Eligardo Cruz Sánchez, Perla Aguilar Navarrete</i>	

## PRÓLOGO

El presente libro es una publicación que reúne investigaciones y aplicaciones con relación a avances en tecnologías inclusivas aplicadas a la educación promovido a través de la Red Iberoamericana de Tecnologías Inclusivas y Educación (RITIE). El libro se divide en dos secciones.

- a) Herramientas y aplicaciones desarrolladas para atención a diferentes discapacidades.
- b) Métodos y casos de estudio

La presentación de estos trabajos es dar a conocer y acercar las tecnologías inclusivas a las personas que tengan interés en temas innovadores, y de cómo estas tecnologías pueden ser un medio transformador en la vida de quienes padezcan alguna discapacidad.

Esta publicación se presenta en formato digital, estructurada por la calidad de cada capítulo y aportación intelectual de cada uno de los investigadores y académicos que han llevado a cabo investigaciones a lo largo de un año, con relación a propuestas de tecnologías inclusivas y de educación para atender ciertos problemas sobre debilidad visual, sordos o pérdida auditiva, mudos, problemas del habla, autismo, síndrome de Down, parálisis cerebral y plataformas educativas para el rescate de lengua indígena entre otros.

Por otro lado y, acorde al avance de la tecnología, el tema de discapacidad también ha experimentado avances en la integración en la vida social. En este sentido, los diferentes temas de investigación y aplicación se trabajan a través de los diferentes grupos académicos que componen la RITIE reflejándose en las aportaciones académicas en cada capítulo, conformando un grupo interdisciplinario de colaboración científica.

Cada uno de los capítulos de *Avances sobre reflexiones, aplicaciones y tecnologías inclusivas* incluyen introducción, planteamientos, desarrollo, resultados, conclusiones y referencias. El libro está conformado por doce capítulos en temáticas actuales ya indicadas.

En la Ciudad de México, México., a 7 de julio de 2019.

Francisco Javier Álvarez Rodríguez

Mónica Adriana Carreño León

Jesús Andrés Sandoval Bringas

**Red Iberoamericana de Tecnologías Inclusivas y Educación**

**RITIE**

## **COMITÉ EDITORIAL**

### **COSTA RICA**

**Instituto Tecnológico de Costa Rica**

Mario Roberto Chacón Rivas

### **ESPAÑA**

**Universidad Castilla La Mancha - Albacete**

María Dolores Lozano Pérez

### **MÉXICO**

**Universidad Autónoma de Aguascalientes**

Francisco Javier Álvarez Rodríguez

**Universidad Autónoma de Baja California Sur**

Mónica Adriana Carreño León

Jesús Andrés Sandoval Bringas

**Universidad Autónoma de Nayarit**

Rubén Paul Benítez Cortés

María Francisca Yolanda Camacho González

**Universidad Autónoma de Nuevo León**

María de Jesús Ochoa Oliva

Álvaro Reyes Martínez

**Universidad Veracruzana**

José Rafael Rojano Cáceres

Teresita de Jesús Álvarez Robles

## **COMITÉ REVISOR**

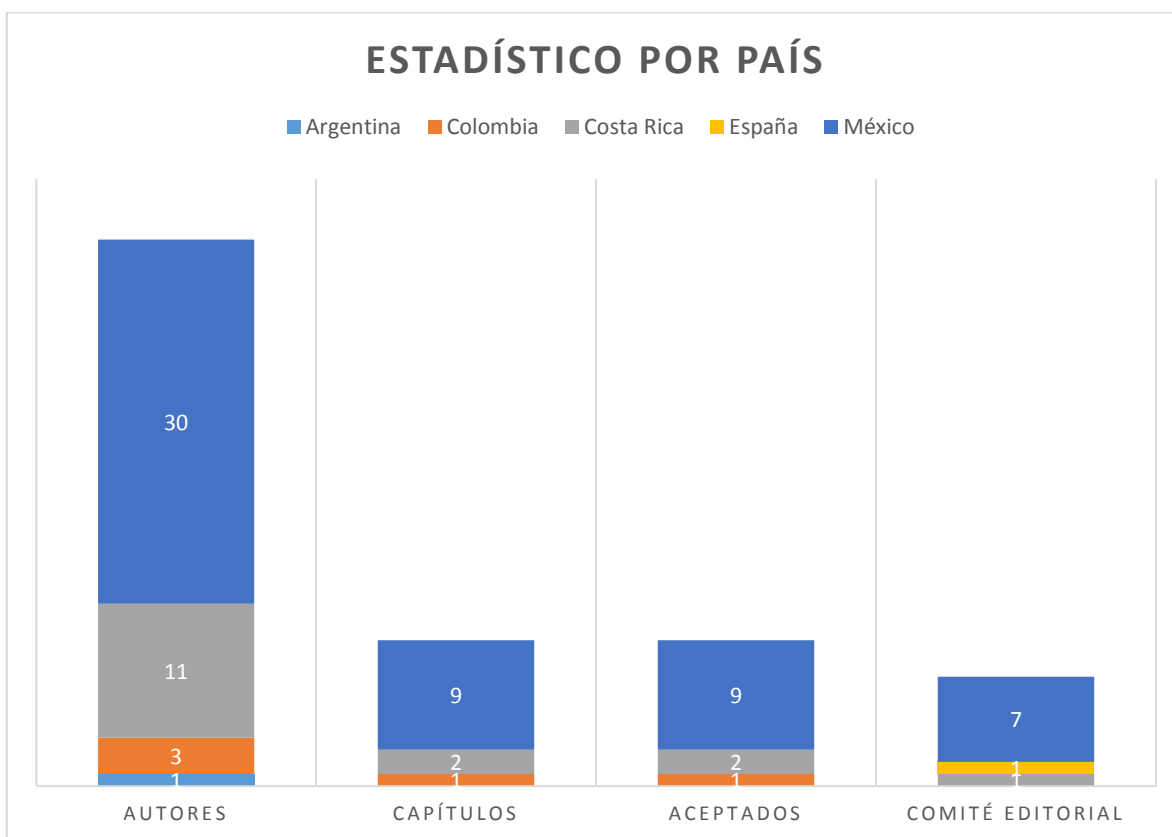
Alma Laura Esparza Maldonado - Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Amado Alejandro Leyva Carrillo - Universidad Autónoma de Baja California Sur  
César Eduardo Velázquez Amador - Universidad Autónoma de Aguascalientes  
César Orlando Garita Rodríguez - Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Ignacio Trejos Zelaya - Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Israel Durán Encinas - Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Italia Estrada Cota - Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Jaime Muñoz Arteaga - Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Jesús Andrés Sandoval Bringas - Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Julio César Ponce Gallegos - Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Juan Francisco Villa Medina - Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Luis Carlos Naranjo Zeledón - Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Magda Dinorah Valdez Ceseña - Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Manuel Salvador Romero Navarro - Benemérita Escuela Normal Urbana  
Margarito Martínez Solís - Universidad Pedagógica Nacional  
Mario Chacón Rivas - Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Miriam Maray Carreño León - Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Mónica Adriana Carreño León - Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Perla Aguilar Navarrete - Universidad Autónoma de Nayarit  
Rubén Paúl Benítez Cortés - Universidad Autónoma de Nayarit  
Sofía Flores Solórzano - Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Teresita de Jesús Álvarez Robles - Universidad Veracruzana

## DATOS ESTADÍSTICOS

Estadística general de la obra publicada.

**Tabla 1.** Capítulos enviados, aceptados y rechazados. Comité organizador

País	Autores	Capítulos	Aceptados	Comité editorial
Argentina	1			
Colombia	3	1	1	
Costa Rica	11	2	2	1
España				1
México	30	9	9	7



**Gráfica 1.** Países participantes.

# TriviaBlind: Sistema de software interactivo enfocado en la experiencia del usuario de personas ciegas como juego serio para el aprendizaje de cultura general

Teresita de Jesús Álvarez Robles<sup>1</sup>, Luis Alberto Molina Orozco<sup>2</sup>, José Luis Partida Mariscal<sup>2</sup>,  
Francisco Javier Álvarez Rodríguez<sup>3</sup>, Edgard Benítez-Guerrero<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Estadística e Informática, Universidad Veracruzana

<sup>2</sup> Departamento de Ingenierías, Universidad de Guadalajara

<sup>3</sup> Depto. de Ciencias de la Computación, Universidad Autónoma de Aguascalientes

**Resumen:** En este trabajo se describirá de desarrollo de un sistema de *software* interactivo (SSI) centrado en personas haciendo uso de métodos de evaluación de la usabilidad y la experiencia del usuario (UX) modificados para ser aplicados a estos usuarios. Lo que nos llevó a realizar este trabajo es que con base en los trabajos relacionados no se encuentran SSI que especifiquen de qué manera fueron evaluados y en el caso donde se involucra al usuario ciego, el sistema sigue teniendo detalles en aspectos de usabilidad y UX. En este trabajo participaron 15 usuarios ciegos para realizar las pruebas, entre los 21 y 60 años, de ambos sexos y con ceguera congénita o adquirida. Las pruebas que se realizaron fueron: análisis de prototipo a bajo nivel, Card Sorting, Thinking Aloud, HED/UT Scale y PANAS. Como resultado, se observa que al hacer uso de estos métodos se logra cumplir con la mayoría de los factores a los que hace referencia la UX. De esta manera, se puede concluir que las personas ciegas son capaces de realizar diversas pruebas para evaluar sistemas, logrando así que sean más accesibles, útiles, usables y valiosos.

**Palabras Clave:** Métodos de Evaluación, Experiencia de Usuario, Diseño Centrado en el Usuario, Usuarios Ciegos.

## 1 Introducción

En la actualidad los sistemas de software interactivos (SSI) enfocados en personas con discapacidad visual han ido en aumento, [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Sin embargo, aún son varios los problemas a los que se enfrentan los desarrolladores al realizar las pruebas de evaluación. Esto se debe a que, al hacer uso de métodos tradicionales, los trabajos no llegan a cubrir las expectativas necesarias del usuario con discapacidad visual, específicamente la de los usuarios ciegos.

Dentro de los trabajos relacionados se observa que el incremento de SSI en dispositivos móviles cada vez es más, sin embargo, la mayoría de estos sistemas no realizan pruebas con el usuario final y en los casos específicos donde participan, al hacerlo sólo en la fase de pruebas los desarrolladores se enfrentan a diversos problemas: (1) saturación de información, (2) mal colocación de los elementos, (3) no hay lectura al usar servicios como TalkBack, (4) el usuario tiene problemas al hacer uso del dispositivo móvil, entre otros [7].

En el caso específico de SSI para personas con discapacidad visual que se enfocan en la educación, los trabajos que existen son nulos. Es importante remarcar que sí existen SSI móviles que se enfocan en la educación, pero estos no están pensados para ser utilizados con usuarios ciegos y, al querer implementar estos con TalkBack la mayoría de las herramientas si no es que todas en algunos de sus elementos resultan “difíciles” de leer para el servicio de TalkBack. Debido a esto se pensó en un SSI para personas ciegas que los apoye en diversas áreas de cultura general haciendo uso de una metodología centrada en el usuario y de métodos modificados para la elaboración de SSI que cumplan con los diversos factores de la experiencia del usuario ciego, con el propósito de lograr que éste sea usable, accesible, útil, entre otros.

Una ventaja de realizar SSI haciendo uso de métodos modificados para usuarios ciegos y de una metodología centrada en el usuario, es que el usuario ciego se involucra desde el inicio, de esta manera se garantiza que el SSI cumpla con las expectativas del usuario y a su vez se cubran los factores de la UX, haciendo que, al momento de que el usuario ciego activa el servicio de TalkBack [8], el SSI funcione correctamente leyendo cada uno de los componentes del mismo.

En respuesta a las limitaciones impuestas por la incompatibilidad de los SSI educativos actuales con el servicio de TalkBack (lo que provoca que el usuario ciego obtenga respuestas insatisfactorias), se tomó la

decisión de realizar TriviaBlind, un SSI accesible, usable y útil, entre otros, pensado en cubrir las características del usuario ciego. TriviaBlind es un SSI pensado en usuarios ciegos, donde el usuario ciego es retroalimentado por información relevante para el uso del mismo desde que éste inicia.

En TriviaBlind, se hace uso de diversos gestos de interacción con el dispositivo móvil, entre ellos, (1) el desplazamiento con un solo dedo para moverse entre las listas y (2) doble Touch para activar un elemento.

En este trabajo, se describen el análisis, diseño, desarrollo, pruebas e implementación de TriviaBlind con los usuarios con discapacidad visual. Se presenta el proceso del diseño centrado en el usuario (DCU) y las diversas pruebas realizadas como Card Sorting, Thinking Aloud, PANAS y HED/UT Scale, las cuales fueron realizadas por un grupo de usuarios ciegos.

## 2 Metodología utilizada para TriviaBlind

En este apartado se describen las fases y pruebas de evaluación de la usabilidad y UX que se llevaron a cabo durante el proceso de TriviaBlind en conjunto con la participación constante de los usuarios con discapacidad visual.

### 2.1 Análisis y Desarrollo de TriviaBlind

A manera de obtener e identificar las características necesarias de usabilidad y accesibilidad con los dispositivos móviles y las pantallas táctiles, se realizaron diversas pruebas de bajo nivel, así como el análisis de un pre-test con el usuario final, en este caso, con el apoyo de quince personas ciegas (ver Tabla 1).

El prototipo a bajo nivel, fue la primera prueba que se llevó a cabo con los usuarios ciegos la cual consistía en entregar al usuario ciego seis tarjetas (ver Figura 1), con las cuales se trataba de simular la apariencia que, como desarrolladores se creía que podría tener el SSI. A través de esta prueba y con base en los comentarios de los usuarios se observó de qué manera prefieren que esté acomodada la información en la interfaz y así saber cómo van a estar distribuidos los botones de la misma; para ello se apoyó a los usuarios ciegos guiándoles sobre cada una de las tarjetas para que pudieran sentir el “contorno del dispositivo móvil” o la ubicación de un “botón” a través del relieve formado haciendo uso de silicón sobre las tarjetas.

**Tabla 1.** Usuarios ciegos que participaron en las pruebas.

Usuario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Edad	41	40	38	40	36	61	52	54	27	22	17	18	18	17	43
Sexo <sup>1</sup>	M	F	M	M	M	M	M	F	F	F	F	M	M	M	F
Tipo de ceguera <sup>2</sup>	C	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	C	A	C	A



**Fig. 1.** Propuesta de la interfaz de TriviaBlind realizada a bajo nivel. Utilizando como prueba con los usuarios ciegos.

<sup>1</sup> F= Femenino, M= Masculino

<sup>2</sup> C= Congénito, A= Adquirido

Una vez definido el diseño de la interfaz del SSI se realizó la prueba de Card Sorting modificada para ciegos con la cual se logró obtener el diseño/arquitectura de la información que se le proporcionaría al usuario final, cabe mencionar que para realizar la modificación se realizaron diversas pruebas [9] con base en el método original [10, 11, 12, 13]. En este caso se realizaron tarjetas escritas en Braille (ver Figura 2), en donde al usuario se le describieron las categorías y ellos a su vez tendrían que acomodarlas de acuerdo a lo que creen correcto ya que en esta prueba se trata de analizar los resultados y acomodar la información con base en las características del usuario.



**Fig. 2.** Tarjetas escritas en Braille para la prueba de Card Sorting y participante realizando la prueba.

En este caso el usuario ciego tuvo que ordenar 19 tarjetas, al finalizar las pruebas y por el tipo de Card Sorting utilizado (semi-cerrado) se obtuvo una variante de 5 a 8 categorías, esta prueba cabe señalar que también se realizó con la participación de los quince usuarios ciegos para obtener un 90% de confiabilidad en los resultados, donde el tiempo varió de 2 a 26 minutos y el promedio de usuarios realizaba la prueba en 7 minutos aproximadamente. A través de diversos diagramas realizados con ésta prueba se obtuvo como resultado el menú final para el SSI TriviaBlind, en la Figura 3 se muestran algunas pantallas del SSI.



**Fig. 3.** Pantallas de la interfaz final de TriviaBlind con base en las pruebas a bajo nivel y Card Sorting.

## 2.2 Desarrollo y pruebas finales

Para el desarrollo de este SSI se necesitó de un dispositivo móvil que tuviera como sistema operativo (SO) Android, cabe señalar que TriviaBlind funciona en dispositivos con SO Android desde la versión 4.0.1 hasta la actual, otro punto importante es que, a pesar de retroalimentar al usuario a través de audio, es necesario que éste tenga activo el servicio de TalkBack para su correcto funcionamiento.

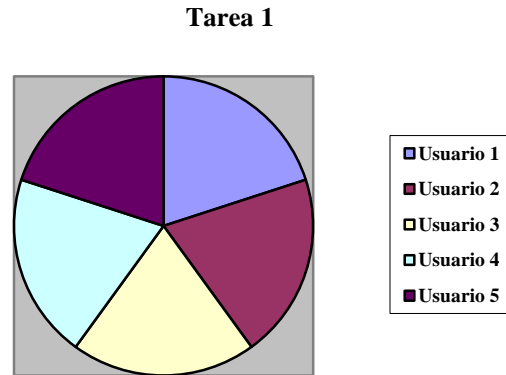
En esta fase de desarrollo, al tener una propuesta preliminar de TriviaBlind, se llevó a cabo la prueba de Thinking Aloud (también conocida como Pensando en voz alta), a través de esta prueba se pudieron observar pequeños errores en cuanto a las palabras utilizadas en el SSI y que saturaban al usuario de información o no eran comprensibles.

En esta prueba también se realizó un pre-test para tener conocimiento de si el usuario ciego ya había utilizado anteriormente TalkBack o una aplicación similar, a través de este conocimiento se dispuso a realizar tres tareas con los usuarios ciegos haciendo uso de Thinking Aloud, la primera tarea consistió en que el

usuario hiciera una navegación por la pantalla de inicio de TriviaBlind, la segunda tarea consistió en que identificaran un nivel y una modalidad de juego y la tercera tarea en realizar una práctica de “ronda de preguntas”.

Cabe señalar que esta prueba en particular se realizó con cinco usuarios ciegos para así obtener un buen grado de usabilidad con base en Nielsen [14] [15], de acuerdo a los resultados se observa que, en las tres tareas cada uno de los usuarios logró cumplir con su objetivo (ver Figura 4).

Cada espacio de la Figura 4 representa el 20% de cada usuario al realizar la Tarea 1. Dicho porcentaje representa el cumplimiento completo de dicha tarea (tomando en cuenta que este puede ir del 0% - 20%), de manera adecuada y sin apoyo por parte del evaluador, procurando como resultado un 100% por todos los usuarios involucrados, dando como resultado un SSI accesible, útil y usable para las personas ciegas.



**Fig.4.** Resultados por cada uno de los usuarios al realizar la primera tarea de Thinking Aloud.

A su vez y después de haber finalizado el desarrollo del SSI se realizaron dos pruebas más de evaluación de la UX donde principalmente nos enfocamos en medir si el sistema era placentero y positivo para el usuario con discapacidad visual, de lo contrario se tendrían que hacer los cambios necesarios para mejorar el SSI y cubrir las características necesarias para cumplir con estos puntos indispensables de la UX.

Para medir el nivel placentero y utilitario de TriviaBlind se llevó a cabo la prueba de Hedonic/Utility Scale (HED/UT Scale), la cual se basa en calificar 18 puntos del SSI que se está evaluando con la premisa de saber si es útil y placentero, esta evaluación se lleva a cabo con tarjetas escritas en Braille o de manera verbal según lo prefiera el usuario con discapacidad visual, tomando como base una escala del 1 al 5 donde 1 es igual a pésimo y 5 es igual a excelente. Es importante señalar que existen casos donde el ítem puede no aplicar dependiendo la característica del SSI y en ese caso en particular se debe especificar en el formato de evaluación.

Con base en los resultados obtenidos a través de la aplicación de esta prueba a cinco usuarios ciegos se sabe que la aplicación cumple en un 94.64% cada uno de los dos factores evaluados de la UX (utilidad y placer), por lo tanto, TriviaBlind se considera un SSI placentero y útil para personas ciegas.

La escala que se utilizó para evaluar de manera general los resultados de cada usuario se muestran en la Tabla 2 y los resultados finales en la Tabla 3, donde, CFH= Calificación Final Hedónica, CFU= Calificación Final Utilitaria y CGP= Calificación General del Producto.

**Tabla 2.** Escala de Calificación de HED/UT Scale

Calificación	Descripción
0 – 0.99	Pésimo
1 – 1.99	Malo
2 – 2.99	Regular
3 – 3.99	Bueno
4 – 5	Excelente

**Tabla 3.** Resultados generales y finales de cada usuario con base en la prueba de HED/UT Scale

	U1	U2	U3	U4	U5
<b>CFH</b>	4.9	4.8	5	4.9	4.64
<b>CFU</b>	4.8	4.35	5	4.9	4.04
<b>CGP</b>	4.85	4.57	5	4.9	4.34

Una vez finalizada la evaluación de TriviaBlind con el método de evaluación de la UX modificada para ciegos HED/UT Scale, procedemos a realizar la evaluación con el método Positive and Negative Affect Scale (PANAS) que de igual manera ha sido modificado para poder implementarse con los usuarios ciegos de manera similar al método anterior.

Este método consiste en evaluar veinte ítems los cuales permiten saber a través del resultado si el SSI tiene una buena aceptación por parte del usuario con discapacidad visual, la escala para realizar la evaluación es similar a la del método HED/UT Scale, por lo cual se puede observar en la Tabla 2.

De esta manera y realizando las operaciones necesarias se obtiene como resultado final la interpretación de que el SSI tiene un afecto positivo en los usuarios ciegos.

Esto se da debido a la escala de los afectos donde si el resultado es mayor o igual a 29.7 (SD 7.9) el SSI tiene un afecto positivo sobre el usuario, en caso contrario, si es menor o igual a 14.8 (SD 5.4) el afecto del SSI será negativo, si el resultado se encontrará en un término medio significa que se puede mejorar el mismo con base en comentarios del usuario final; los resultados generales obtenidos de hacer esta prueba con los usuarios ciegos se muestran en la Tabla 4, donde en términos de desviación estándar (SD) el SSI TriviaBlind muestra un afecto positivo óptimo.

**Tabla 4.** Resultados finales generales de la aplicación del método de evaluación de la UX, PANAS.

<b>Promedio de Puntaje Positivo</b>	<b>24.3</b>
<b>Promedio de Puntaje Negativo</b>	<b>5.3</b>

### 3 Conclusiones y trabajos futuros

A través de las pruebas que se realizaron siguiendo la metodología centrada en el usuario y la utilización de los métodos modificados para poder evaluar el SSI TriviaBlind se puede garantizar que la misma cubre las características básicas necesarias para hacer funcional un sistema enfocado a personas ciegas.

En el caso particular de este trabajo se lograron cubrir cinco de los siete factores que se deben cumplir para alcanzar un buen grado de UX, estos son: (1) utilidad, ya que a través de este sistema los usuarios ciegos podrán adquirir conocimientos de cultura general, lo cual es de su interés, más en el caso de usuarios que no han tenido la oportunidad de estudiar ya que les permite adquirir conocimiento a través de un juego serio, (2) usabilidad, este factor se cubre al hacer las diferentes pruebas de evaluación en el análisis, ya que en esta parte es donde se analiza cómo va a estar estructurada la información y cómo se va a retroalimentar al usuario, (3) accesible, en este caso, la accesibilidad se cubre al no saturar de información al usuario ciego, lo cual va ligado con el aspecto de usabilidad, (4) deseable y (5) valioso, estos factores se obtienen al realizar las pruebas de HED/UT Scale y PANAS, ya que estos métodos nos permiten visualizar si el usuario no se siente cómodo al hacer uso del SSI, si se estresa, le causa enojo, entre otros.

Como trabajos futuros se espera poder cumplir con las características necesarias para que el mismo sea (6) encontrable y (7) creíble.

Podemos concluir que, a través del uso de los métodos de evaluación de la UX en la realización del SSI, se logra cumplir con los objetivos establecidos. Principalmente al enfocarnos en que el sistema fuera accesible y de importancia para el usuario con discapacidad visual, con el propósito de que su experiencia de uso se cubra en todos sus factores.

**Agradecimientos.** La primera autora con número de becario 559142 y estudiante del Doctorado Interinstitucional en Ciencias de la Computación en la Universidad Veracruzana (UV), agradece el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), a su vez se agradece al programa de verano científico Delfín y a los usuarios ciegos que participaron en la realización de las pruebas.

### Referencias

- [1] S. B. L. Ferreira, R. R. Nunes y D. S. da Silveira, «Aligning usability requirements with the accessibility guidelines focusing on the visually-impaired,» *Procedia Computer Science*, vol. 14, pp. 263-273, 2012.
- [2] E. P. Capra, S. B. L. Ferreira, D. S. da Silveira y A. O. Ferreira, «Evaluation of Web accessibility: an approach related to functional illiteracy,» *Procedia Computer Science*, vol. 14, pp. 36-46, 2012.
- [3] N. Kaklanis, K. Votis y D. Tzovaras, «Open Touch/Sound Maps: A system to convey street data through haptic and auditory feedback,» *Computers & geosciences*, vol. 57, pp. 59-67, 2013.
- [4] N. Takagi y J. Chen, «Development of a computer-aided system for automating production of tactile maps and its usability evaluation,» de *World Automation Congress (WAC)*, Waikoloa, HI, IEEE, 2014, pp. 213-218.
- [5] M. Alnfai y S. Sampalli, «SingleTapBraille: Developing a text entry method based on braille patterns using a single tap,» *Procedia Computer Science*, pp. 248-255, 2016.
- [6] S. Mascetti, L. Picinali, A. Gerino, D. Ahmetovic y C. Bernareggi, «Sonification of guidance data during road crossing for people with visual impairments or blindness,» *International Journal of Human-Computer Studies*, pp. 16-26, 2016.
- [7] T. Álvarez, C. Rusu, F. Álvarez, E. Benítez-Guerrero y A. Esparza, «Applying usability evaluation methods with blind users: a systematic mapping study,» de *Proceedings of the XVIII International Conference on Human Computer Interaction*, Cancún, 2017.
- [8] Google, «Comienza a usar Android con TalkBack,» Ayuda de Android Accessibility, 2017. [En línea]. Available: <https://support.google.com/accessibility/android/answer/6283677?hl=es-419>. [Último acceso: 10 Febrero 2018].
- [9] T. Álvarez, F. Álvarez y E. Benítez-Guerrero, «Selección de un método de evaluación de la usabilidad de sistemas de software interactivo con usuarios ciegos,» de *Tecnología y Aprendizaje: Avances en el mundo académico hispano*, Mérida-Ciudad Real, CIATA, 2017, pp. 301-306.
- [10] J. Roberston, «Intranet Design Series: Information design using card sorting,» *Information & Design*, 2001.
- [11] K. Lewis y P. Hepburn, «Open card sorting and factor analysis: a usability case study,» *The electronic library*, vol. 28, n° 3, pp. 401-416, 2010.
- [12] B. S. Chaparro, V. D. Hinkle y S. K. Riley, «The usability of computerized card sorting: A comparison of three applications by researchers and end users,» *Journal of usability Studies*, vol. 4, n° 1, pp. 31-48, 2008.
- [13] J. Nielsen, «NNGroup,» Card Sorting: How many users to Test, 19 Julio 2004. [En línea]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/card-sorting-how-many-users-to-test/>. [Último acceso: 2017].
- [14] J. Nielsen, «NNGroup,» How Many Test Users in a Usability Study? , 4 Junio 2012. [En línea]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/how-many-test-users/>. [Último acceso: 2017].
- [15] J. Niesen, *Usability Engineering*, Elsevier, 1994.

# Diseño y construcción de una herramienta de tecnología inclusiva para el apoyo a la enseñanza del lenguaje braille en niños con discapacidad visual

Israel Duran Encinas<sup>1</sup>, Mónica A. Carreño León<sup>2</sup>, J. Andrés Sandoval Bringas<sup>3</sup>,  
Arturo I. de Casso Verdugo<sup>4</sup>, Jonathan G. Soto Muñoz, Institución<sup>5</sup>,

<sup>1</sup>Dpto. Académico de Sistemas Computacionales, Universidad Autónoma de Baja California Sur  
<sup>1</sup>{iduran, mcarreno, sandoval, decasso, jsoto }@uabcs.mx

**Resumen:** En este artículo se presenta el diseño y construcción de una herramienta de apoyo en el proceso de aprendizaje del lenguaje braille, enfocada a niños con ceguera o debilidad visual. El objetivo de la herramienta es fortalecer las habilidades de orientación espacial y el sentido del tacto, conocer el lenguaje braille y promover la inclusión educativa a través de las TIC, propiciando un entorno de aprendizaje que permita superar las limitaciones sensoriales.

**Palabras Clave:** Discapacidad visual, debilidad visual, braille, educación especial, tecnologías inclusivas.

## 1 Introducción

El sentido de la vista es uno de los más importantes para el ser humano, permite conocer el entorno, interactuar con otros individuos y realizar actividades básicas de la vida cotidiana. Gran parte de la información que procesa el cerebro proviene de dicho sentido, por lo tanto, la pérdida total o parcial de la vista tiene una relación directa a procesos cognitivos como: la percepción, la atención y el lenguaje, en consecuencia, la discapacidad visual puede afectar la calidad de vida de los individuos y limita su participación en la sociedad [1].

En México, aproximadamente el 6% de la población manifiesta alguna discapacidad en general, según datos de la Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica 2014(INEGI) 7.1 millones de personas presentan una limitación o dificultad al momento de realizar actividades como; caminar, ver, mover brazos y manos, aprender, escuchar, comunicarse, entre otras [2]. La ceguera es considerada por organismos nacionales e internacionales como la segunda causa de discapacidad en México, afectando a más de 467 mil personas [2][3].

El fenómeno de la discapacidad siempre ha acompañado a los seres humanos. Las personas con discapacidad “son aquellas que tienen una o más deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales y que al interactuar con distintos ambientes del entorno social pueden impedir su participación plena y efectiva en igualdad de condiciones a las demás”[4]. Existen varios tipos de discapacidad, como las que afectan: la audición, la vista, el movimiento, el razonamiento, la memoria, el aprendizaje, la comunicación, la salud mental y las relaciones sociales [4]. En las últimas décadas, la atención a las personas con discapacidad se ha incrementado considerablemente debido a la promoción de los derechos humanos de los grupos más vulnerables y al posible aumento en el mediano y largo plazo de la presencia de discapacidad entre la población, como consecuencia del envejecimiento demográfico y la transición epidemiológica en las que se encuentra inmerso gran parte del mundo.

La discapacidad visual es una condición que limita la agudeza visual de los ojos y obstaculiza de forma total o parcial la percepción de imágenes, también se le conoce como ceguera o baja visión. Existen diversos motivos que dan origen a este tipo de discapacidad, por ejemplo: un crecimiento inadecuado de los órganos visuales, problemas de desarrollo durante el periodo de gestación, accidentes y enfermedades.

Las personas que presentan problemas relacionados a la visión, por lo general se enfrentan a un entorno que no ha sido adaptado a sus necesidades, teniendo como consecuencia limitaciones que reducen la posibilidad de integrarse incluso en el ámbito educativo [5]. Durante los últimos años, los centros de educación especial han sido una alternativa a las necesidades básicas de aprendizaje de los niños y niñas que tienen alguna deficiencia visual, sin embargo, el sistema de educación en general no presenta las condiciones necesarias para garantizar la igualdad de oportunidades en el acceso a una educación de calidad [6].

En este contexto, el desarrollo de nuevas tecnologías enfocadas a apoyar los procesos de enseñanza de personas con discapacidad visual es de suma importancia para lograr una educación inclusiva. El uso de

dispositivos móviles, software y otros instrumentos son una clave fundamental para contribuir a un desarrollo escolar pleno. Los niños y niñas con discapacidad visual deben desarrollar sus habilidades y adquirir los conocimientos básicos acordes a su rango de edad, de tal forma que puedan ser personas independientes [7].

El lenguaje braille es un sistema de puntos en relieve que permite a personas ciegas leer y escribir utilizando el sentido del tacto, cada celda se compone por 6 puntos organizados en dos columnas de 3 puntos cada una, las unidades de medida de cada punto son de 5 mm de alto por 2,5 mm de ancho y la separación horizontal entre un punto y otro es de aproximadamente 6,30 milímetros, de tal manera que los 6 puntos pueden ser percibidos por la yema de los dedos.[8] En el sistema Braille cada letra, número o símbolo puede ser representado por una combinación de puntos en relieve y es posible generar 64 combinaciones, a causa de esta limitación el sistema permite que un mismo carácter tenga más de un significado dependiendo el contexto en el que se aplique o la celda antecesora [9].

El aprendizaje del lenguaje braille a temprana edad es el primer paso a la lectoescritura y la alfabetización, potenciando sus capacidades de aprendizaje e intelectuales [9]. En México el uso de tecnologías que apoyen este proceso es escaso a causa de sus elevados costos de producción, la falta de formación de los docentes y bajos presupuestos para equipamiento.



Fig. 1. Sistemas tradicionales para la enseñanza del lenguaje braille.

## 2 Metodología

B-Box es un dispositivo desarrollado bajo el ciclo de vida de un prototipo evolutivo, diseñado para apoyar el proceso de aprendizaje del sistema braille en niños que padezcan alguna discapacidad visual, además puede ser utilizado por sus familiares, tutores o compañeros de aula. Por medio de botones, puntos en relieve, sonidos, voz y fichas marcadas con código braille se podrá interactuar de manera sencilla y divertida.

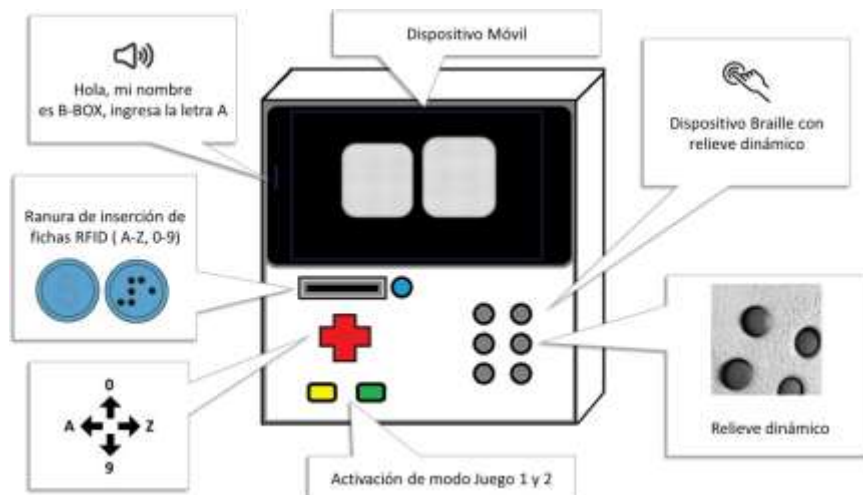
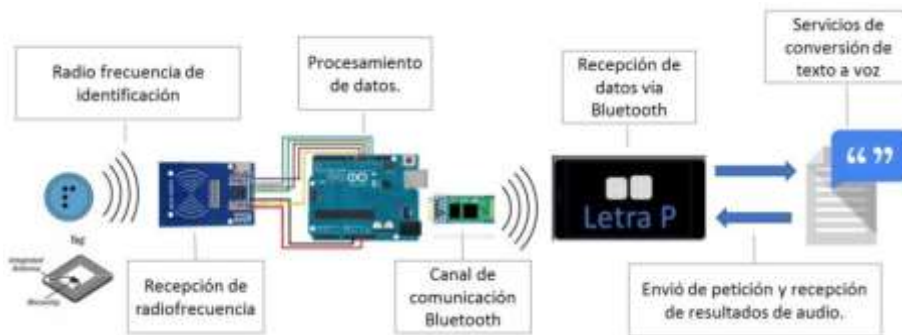


Fig. 2. Vista frontal del dispositivo B-Box.

La herramienta combina componentes de hardware y software, se conecta por medio de redes inalámbricas (Bluetooth) a un smartphone con una aplicación móvil con el objetivo de ampliar las capacidades de comunicación con el usuario, aprovechando elementos como: pantalla, altavoces, micrófono, cámara y conexión a internet. El dispositivo móvil se coloca en la parte frontal de B-Box simulando su cara.

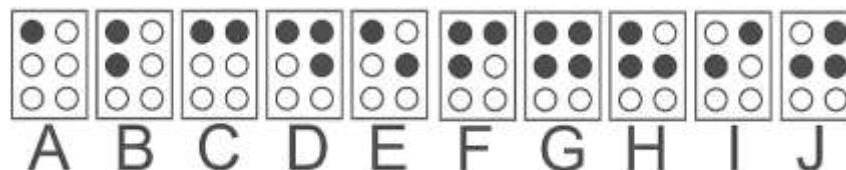


**Fig. 3.** Proceso de comunicación B-Box con dispositivo móvil.

Se desarrolló una aplicación móvil para dispositivos con sistema operativo Android. Considerando el lenguaje Java 8 y Kotlin 1.2 con el entorno de desarrollo JDK 10 y Android Studio 3.2, el software funciona como una extensión de la interfaz de comunicación de B-Box utilizando la pantalla, altavoces e internet.

Por medio de servomotores y membranas de plástico se activa un mecanismo de pistones que permite modificar el relieve de una superficie, simulando el lenguaje braille en una escala amplificada (Figura 2: Relieve dinámico). El dispositivo tiene la capacidad de interpretar cualquier letra, número o combinación de caracteres y se activa cuando el usuario presiona algún botón (Figura 2: Botón en forma de cruz). El control de dos ejes permite fortalecer las habilidades de orientación espacial, arriba y abajo recorren los números desde el 0 al 9 al mismo tiempo que se reproducen en voz y cambia el relieve dinámico, de manera similar las fechas atrás y adelante recorren el alfabeto desde la A a la Z, Esta estrategia permite establecer una relación entre la orientación espacial y la correcta posición de los 6 puntos braille y su correcta lectura.

El dispositivo contempla dos fases de entrenamiento (Modos de juego), la primera fase consiste en conocer el código braille y fortalecer el sentido del tacto a través del relieve dinámico, durante esta etapa B-Box utilizará los altavoces o el relieve para solicitar al usuario que identifique alguna letra o número (generado de manera aleatoria), esperando que ingrese o acerque al dispositivo la ficha marcada correspondiente, conservando un historial de aciertos y errores que servirá para dar un seguimiento personalizado posteriormente. La etapa 1 se encuentra dividida por bloques de 10 letras cada uno, al superar el bloque 1, se procede a incrementar las letras del siguiente bloque.

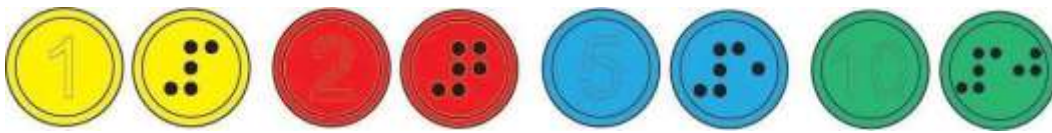


**Fig. 4.** Fase de entrenamiento del bloque 1 (10 caracteres).

La segunda fase se activa cuando el usuario domina la identificación de la mayoría de los caracteres, en este momento el nivel de complejidad aumenta al combinar más de un carácter, Por ejemplo, solicitar las letras (fichas) que componen una sílaba o palabra corta, conforme la cantidad de aciertos incrementa la dificultad de las palabras es mayor. El usuario podrá formar palabras nuevas acercando las fichas al dispositivo en un orden correcto, por ejemplo, B-Box podrá preguntar el nombre del usuario, esperar la

respuesta y guardar en memoria el orden en que fueron ingresadas las fichas con el fin de tener una experiencia personalizada. (B-Box podrá referirse al usuario por su nombre).

El dispositivo cuenta con una serie de fichas marcadas con letras, números (números 0-9 y letras A-Z) y su equivalente en con código braille en el lado opuesto, cada ficha cuenta con un identificador RFID 13.56MHz que permite detectar el carácter con sólo acercarlo al dispositivo o insertarlo en la ranura de lectura, en la siguiente figura se representa la acción.



**Fig. 5.** Ejemplo de fichas con identificador RFID 13.56 MHz.



**Fig. 6.** Ejemplo de lectura de la letra P.

A continuación, los principales componentes y sus características.

1 Arduino UNO. Se eligió considerando la facilidad que otorga dicha placa al momento de controlar componentes de hardware y software. El microcontrolador cumple con las necesidades del prototipo y tiene el número de puertos de entrada y salida son suficientes para el óptimo funcionamiento .e B-Box, además el producto distribuye bajo la Licencia Pública General de GNU (GPL) permitiendo que la manufactura y distribución pueda realizarse por cualquier individuo [3].

2 Lector RFID Modelo RC522. Para cumplir las necesidades del prototipo se implementó un lector de radio frecuencias de 13.56MHz. El módulo RC522 se comunica por el protocolo SPI (Serial Peripheral Interface), diseñado especialmente para trabajar con microcircuitos, por lo tanto, es compatible con la placa de Arduino.

3 Bluetooth: Para establecer comunicación entre Arduino y la aplicación móvil de Android, se eligió el modelo HC-05 que funciona bajo un enlace de radiofrecuencia de 2.4 GHz, y requiere una fuente de energía de 3.3 V. El modelo seleccionado permite enviar y recibir datos a un dispositivo móvil.

4 Etiquetas RFID. Para la identificación de fichas se emplearon etiquetas pasivas RFID, pues no requieren una fuente energía interna, se activan al acercarse al módulo RC522 a una distancia aproximada de 10 cm. La etiqueta RFID se incorporan dentro de la ficha de plástico sin ningún problema y previamente fueron registradas en el sistema para relacionar su número de identificación y su equivalente en código braille.

5 Servomotores. Para el funcionamiento del relieve dinámico se requirió el uso de 6 servomotores miniatura modelo SG90 con un ángulo de rotación de 180 grados (Permite controlar con gran precisión el nivel de presión sobre los pistones). El dispositivo es compatible con la placa Arduino Uno y su calidad es suficiente para activar el mecanismo de movimiento, y su tamaño es adecuado para la distribución del resto de los elementos de hardware.

6 Membranas. Para activar los 6 puntos del código braille fue necesario implementar un mecanismo de rebote basado en membranas de plástico (Similar al que utilizan los teclados mecánicos de computadora). La membrana mantiene un botón en una posición específica sobre la superficie del lector de código Braille (mismo nivel que el de la superficie), Cuando el servomotor gira 15 grados, ejerce presión por medio de una plancha de plástico hacia la membrana, de tal manera que empuja el botón hacia la superficie y puede ser percibido al tacto, cuando el servomotor recibe instrucciones para retroceder los grados que avanzó, elimina la presión que había sobre la membrana y esta regresa a su posición original gracias a sus propiedades elásticas, por lo tanto el botón retrocede llegando al mismo nivel de la superficie exterior del dispositivo y se oculta al sentido del tacto.

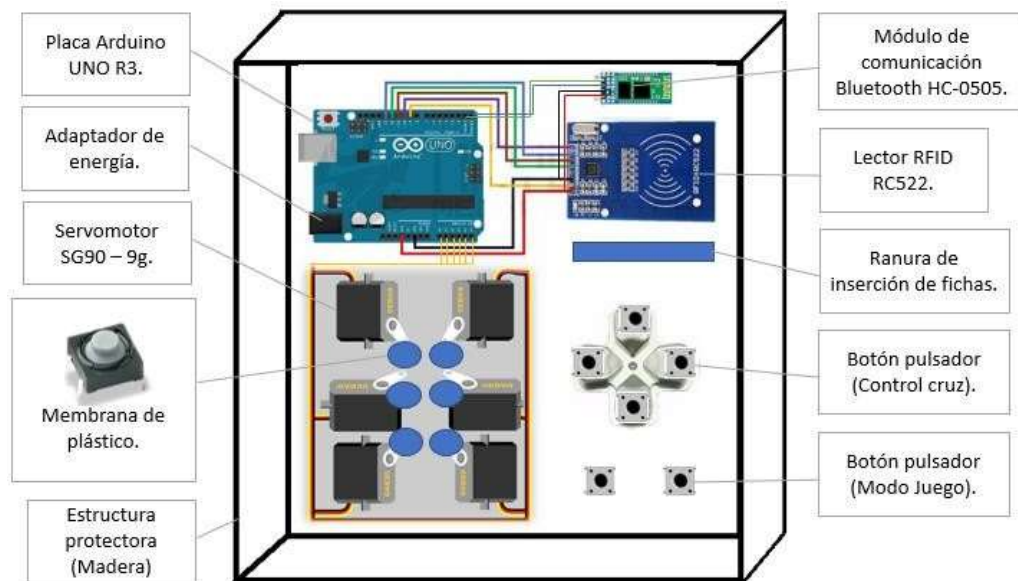


Fig. 7. Principales componentes de hardware de B-Box, vista interna.

### 3 Conclusiones y trabajos futuros

La investigación, desarrollo e implementación de tecnologías inclusivas en el sector educativo es de gran importancia para crear entornos que se adapten a las necesidades específicas de las personas con discapacidad, el uso de las TIC contribuye a generar nuevas estrategias y mecanismos que fortalezcan el acceso a una educación de calidad y con igualdad de oportunidades. [9]. B-Box es una propuesta alternativa a los sistemas tradicionales de aprendizaje del lenguaje braille, su diseño involucra componentes accesibles que facilitan su réplica y se pueden adaptar a las necesidades particulares de cada individuo, el prototipo podría ser un material de apoyo dentro del aula común, evitando la exclusión de los niños con discapacidad visual.

### **Futuras mejoras:**

- Reducción del relieve dinámico a medidas estándar.
- Ampliar las características de la aplicación móvil, implementación de reconocimiento de voz para una mayor interacción con el individuo y reconocimiento de imágenes por medio de la cámara.
- Generación de estructura de ensamble 100% impresa en 3D, actualmente la mayoría de la estructura es madera comprimida y plástico.
- Liberación de los planos para que otras instituciones puedan descargar el prototipo, ensamblarlo y adaptarlo a sus necesidades.
- Diseño de aplicación móvil para padres de familia/tutores que permite enviar documentos de texto a B-Box y puedan ser traducidos a Braille.

### **Referencias**

1. Organización Mundial de la Salud: <http://www.who.int/features/factfiles/blindness/es/>
2. Instituto nacional de estadística y geografía (INEGI), [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bviniegi/productos/nueva\\_estruc/702825090203.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bviniegi/productos/nueva_estruc/702825090203.pdf)
3. Organización Mundial de la Salud, <http://www.who.int/disabilities/technology/es/>
4. Centros para el control y la prevención de enfermedades (CDC), <http://www.cdc.gov/ncbddd/Spanish/disabilityandhealth/types.html>
5. Cruz, A. J. (2013). “La Educación como derecho humano: aportes de la reforma constitucional”. En R. Ramírez. La reforma constitucional en materia educativa: alcances y desafíos. México: Instituto Belisario Domínguez, Senado de la República, pp. 153-168.
6. [https://www.educacionespecial.sep.gob.mx/2016/pdf/discapacidad/Documentos/Atencion\\_educativa/Visual/1discapacidad\\_visual.pdf](https://www.educacionespecial.sep.gob.mx/2016/pdf/discapacidad/Documentos/Atencion_educativa/Visual/1discapacidad_visual.pdf)
7. Suárez Valero, A. (2006). “El nuevo concepto de educación especial”. Investigación y Educación.Revista Digital, núm. 27. Recuperado de: [http://www.csif.es/archivos\\_migracion\\_estructura/andalucia/modules/mod\\_sevilla/archivos/revistaense/n27/27010101.pdf](http://www.csif.es/archivos_migracion_estructura/andalucia/modules/mod_sevilla/archivos/revistaense/n27/27010101.pdf)
8. Palacios, A. y Barif, F. (2007). La discapacidad como una cuestión de derechos humanos. Una aproximación a la Convención Internacional de los Derechos de las Personas con Discapacidad, Madrid: Ediciones Cinca
9. Cabrero, J.; TICs para la igualdad: la brecha digital en la discapacidad. Anales de la Universidad Metropolitana 8(2), pp. 15-43 (2008)
10. Patton, B.L.: PIC Programming for the Impatient: The MikroBasic Edition, Publisher Robodyssey Systems, (2005).

# Hacia el desarrollo de un sistema de software interactivo (SSI) enfocado en el aprendizaje de matemáticas básicas para personas con discapacidad visual

José Dennis Nikembe Gutiérrez Padilla<sup>1</sup>, Teresita de Jesús Álvarez Robles<sup>2</sup>,  
Francisco Javier Álvarez Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Depto. De Ciencias Básicas de la Computación, Universidad Autónoma de Aguascalientes<sup>2</sup>

Facultad de Estadística e Informática, Universidad Veracruzana

<sup>1</sup>nikembegutierrez@gmail.com, <sup>2</sup>alvarez88.t@gmail.com, <sup>1</sup>fjalvar.uaa@gmail.com

**Resumen:** En este trabajo se describirá el proceso de desarrollo de un SSI centrado en personas ciegas, haciendo uso de una metodología enfocada en la evaluación de la experiencia del usuario en donde se sitúa al usuario en el centro del diseño de una aplicación. En este trabajo participarán de cinco a quince usuarios ciegos para realizar las pruebas. Los métodos que se realizarán son: análisis de proyectos semejantes, análisis de prototipo a bajo nivel, Card Sorting, entre otros. Se espera observar que, al hacer uso de estos métodos, se logrará cumplir con SSI que abarque sino todos, al menos la mayoría de los siete factores a los que hace referencia la experiencia del usuario (UX). De esta manera, con la investigación y realización de este SSI podremos concluir que las personas ciegas son capaces de realizar diversas pruebas con las que puede evaluar el diseño de un SSI que está enfocado en ellos, ya que están dirigidos por y hacia el usuario final. Los objetivos que pretenden satisfacer al realizar este SSI es que el mismo sea accesible, usable y donde la usabilidad del diseño es evaluada, logrando así que el diseño sea más accesible, útil, usable, entre otros.

**Palabras Clave:** sistema de software interactivo (SSI), ciego, discapacidad visual, matemáticas, experiencia de usuario (UX), diseño centrado en el usuario (DCU).

## 1 Introducción

En la actualidad existen carencias en los avances tecnológicos que permiten el óptimo aprovechamiento de la enseñanza de las matemáticas, a personas ciegas o con baja visión.

Las personas con dificultades ya sean ciegas o con debilidades, son las que más asisten a las escuelas (42%) entre la población con discapacidad en el rango de edades de los 3 a 29 años [1].

En México son pocos los profesores que tienen una preparación adecuada para poder transmitir el conocimiento a personas con algún tipo de discapacidad, e inclusive el apoyo que existe para hacerlo es insuficiente o nulo en algunas instituciones. Es importante mencionar que son muy pocas las escuelas que cuentan con el personal especializado de USAER para apoyar a personas con discapacidad [2]. Por otro lado, las instituciones educativas, en cuanto a su arquitectura no son amigables con los alumnos; simplemente para el caso de los educandos ciegos no hay placas de orientación en Braille, ni algún señalamiento para que se puedan desplazar fácilmente por los pasillos hasta las aulas [2].

En estos casos el papel de los padres es fundamental, quienes tienen el tiempo y la paciencia, se involucran directamente en el aprendizaje de sus hijos para incluso acompañarlos a clases y convertirse en “traductores” [2].

Tomando en cuenta lo anterior. En la actualidad, los alumnos con discapacidad visual que cuenta con educación básica son pocos; y aquellos que desean continuar o iniciar con sus estudios, no tiene el apoyo necesario o no cuentan con las herramientas necesarias para llevar a cabo su objetivo. A su vez, se sabe que si no cuentan con este apoyo el poco/nulo conocimiento que puedan tener sobre un tema se irá perdiendo con el tiempo, como podría ser el caso específico de las matemáticas, tema que es fundamental en la vida diaria de una persona.

Debido a esto y con base en los trabajos relacionados:

- Acciones a realizar para el proceso de enseñanza aprendizaje del inglés como lengua extranjera a personas con discapacidad visual [3].
- Integración del no vidente en la clase de matemáticas. La clasificación de ángulos un contenido para la inclusión [4].

- La aptitud lingüística en estudiantes ciegos [5].
- Inclusión de TIC en escuelas para alumnos con discapacidad visual [6].

Se observa que están enfocados para aplicarse en PC'S o en aulas, entonces solo las personas que tiene acceso a la educación básica y a este tipo de equipos, son los que pueden utilizarlo.

Por lo tanto, se espera con este conocimiento y aplicando una metodología enfocada a usuarios ciegos lograr obtener un SSI que cumpla con las características necesarias y básicas del usuario con discapacidad visual.

En el segundo apartado se expondrá los trabajos relacionado, en el tercer apartado se explicará la metodología y cómo se aplicará esta, en el cuarto apartado se darán las conclusiones y además los trabajos futuros.

## 2 Estado del arte

Con base en los puntos anteriores, se puede ver que existen trabajos relacionados los cuales, en su mayoría, están enfocados a aplicaciones de escritorio o aplicados a las aulas; sin embargo, son escasos los trabajos que se han orientado a aplicaciones móviles. Además, están centrados en usuarios con discapacidad visual (ver Tabla 1).

**Tabla 1** Trabajos relacionados.

<i>Proyecto</i>	<i>Descripción</i>
Acciones para realizar para el proceso de enseñanza aprendizaje del inglés como lengua extranjera a personas con discapacidad visual.	El objetivo de este proyecto es ofrecer respuestas o soluciones alternativas a dificultades presentadas en el proceso de enseñanza- aprendizaje del inglés, de persona con discapacidad visual incluida al aula regular. En este proyecto se evalúan y analizan algunas acciones efectuadas por el docente en ejercicios para el trabajo con personas con discapacidad visual. En este además se están almacenando las experiencias de docentes, estudiantes que han sido o están siendo incluidos al aula regular y la de la investigación que contribuye con proponer acciones alternativas de enseñanza- aprendizaje de inglés a personas con discapacidad visual. La práctica se llevó a cabo en un colegio que se localiza en Bogotá, donde hay estudiantes integrados que hacen parte de este proyecto de integración escolar a estudiantes con necesidades educativas especiales [3].
Integración del no vidente en la clase de matemática. La clasificación de ángulos, un contenido para la inclusión.	El objetivo de este proyecto es la integración en los colegios de alumnos con capacidades diferentes, en este caso particular, adolescentes ciegos, que pone de manifiesto la preocupación docente acerca de cómo incluirlos e integrarlos en las clases. El objetivo del presente proyecto es desarrollar una secuencia didáctica utilizando la metodología de resolución de problemas que favorecen la integración de un alumno ciego en las clases de matemáticas. Este proyecto se desarrolló durante 10 clases de geometría, el uso de material didáctico para la clasificación de ángulos sobre un alumno del 2do. año de secundaria, con el fin de analizar cómo éste va asumiendo propiedades

<p>La aptitud lingüística en estudiantes ciegos</p>	<p>angulares con formas individuales y colectivas [4].</p> <p>Esta tesis doctoral trata de la diferencia individual como responsable de las disparidades de éxito entre los invidentes que aprenden una segunda lengua. En concreto, se centra en el constructor de aptitud lingüística entendida como una habilidad específica para el aprendizaje de lenguas extranjeras. El objetivo fundamental era averiguar si las personas ciegas muestran una aptitud lingüística más alta que la población vidente, gracias a las habilidades cognitivas que desarrollan para compensar la falta de visión: desarrollo de una mayor capacidad memorística, entrenamiento auditivo por la dependencia en este canal para obtener la información, y reorganización cerebral que lleva a que el córtex visual se especialice en el procesamiento de material verbal, táctil y auditivo [5].</p>
<p>Inclusión de TIC en escuelas para alumnos con discapacidad visual.</p>	<p>En la actualidad, la tecnología brinda una importante fuente de recursos para el acceso a la información y la comunicación, pero en el caso de algunas discapacidades, su uso se dificulta. Para que la computadora no se convierta en una nueva barrera para el aprendizaje y la participación, es necesario establecer soluciones que permitan al acceso a cada persona, de modo que, dentro de lo posible, cada uno puede emplear los recursos y programas de manera autónoma. Es a partir de esta necesidad que se desarrolla el campo de las tecnologías de apoyo o tecnologías adaptativas. Por tanto, las tecnologías de apoyo son recursos para superar las barreras de acceso a las tecnologías digitales, que producen un impacto positivo en la mejora de la calidad de vida de las personas con discapacidad [6].</p>

A diferencia de estos proyectos este se podrá utilizar fuera de un aula y por cualquier persona ciega.

### 3 Metodología

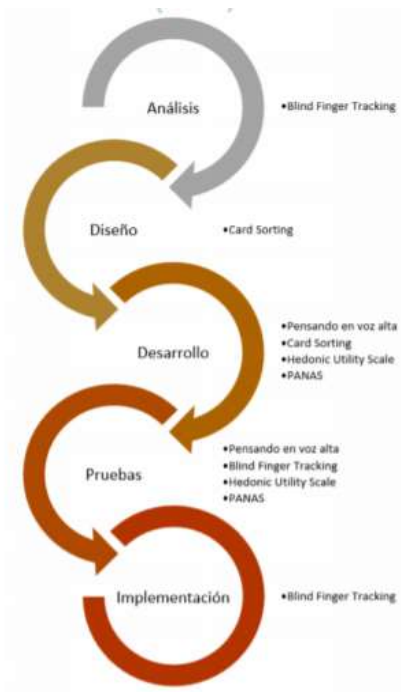
La metodología que se espera utilizar en el desarrollo de este SSI es una enfocada en la evaluación de la experiencia del usuario (UX). Se utilizará esta metodología ya que sitúa al usuario en el centro del diseño de una aplicación. En cada una de sus fases se describe el método que se deberá seguir para poder obtener comentarios por parte del usuario ciego.

A continuación, se despliega de manera general la metodología y los métodos que se llevarán a cabo:

- Análisis.
  - *Blind Finger Tracking.*
- Diseño.
  - *Card Sorting.*
- Desarrollo

- Pensando en voz alta.
- *Card Sorting*.
- *Hedonic Utility Scale*
- PANAS
- Pruebas
  - Pensando en voz alta.
  - *Blind Finger Tracking*.
  - *Hedonic Utility Scale*.
  - PANAS
- Implementación
  - *Blind Finger Tracking*

El propósito de seguir esta metodología es involucrar al usuario ciego desde un inicio y poder cumplir con los factores básicos de la UX (ver Figura 1).



**Fig. 1.** Metodología de evaluación de la experiencia del usuario con usuarios ciegos. Fuente: Tomada de “tesis doctoral” [7].

### 3.1 Análisis

En esta fase se analizarán las experiencias positivas como negativas de los proyectos ya existentes, así como la metodología que se implementara, además de probar algunas aplicaciones existentes para el aprendizaje de las matemáticas y como es su funcionalidad para las personas ciegas utilizando el servicio de TalkBack ya que es un lector de pantalla de Google incluido en dispositivos Android. Esta función emite comentarios por voz para que el usuario ciego pueda usar el dispositivo [8].

El análisis permite reflejar experiencias tanto positivas como negativas, que nos facilitan una mejor proyección hacia los objetivos trazados, dada la importancia que tiene el análisis en la realización de la investigación, ya que con ella se puede tener un mejor alcance de los objetivos, la eficiencia y eficacia del software a desarrollar.

Esto contribuirá a guiar el proceso de investigación y sustentar los principales resultados obtenidos de este proceso [9].

## 3.2 Diseño

Se implementará la ordenación de tarjetas también conocida como Card Sorting, que constituye un método utilizado como apoyo en el diseño de la arquitectura de la información de un SSI. En una sesión de ordenación de tarjetas, los participantes organizan algunas tarjetas, en categorías que tienen sentido para ellos. Para realizar una clasificación de tarjetas, puede usar tarjetas reales, pedazos de papel o una de varias herramientas de software de clasificación de tarjetas en línea [10].

Para el proyecto se utilizarán tarjetas de papel con escritura en Braille. Para saber que diseño utilizar y con base en los comentarios de los usuarios se utilizará un prototipo a bajo nivel realizado con tarjetas en las cuales se hará una representación de la interfaz en relieve haciendo uso de silicón con el propósito de que el usuario ciego cree una estructura mental de cómo va a estar conformada la información en el dispositivo móvil

Estas últimas se realizarán con base en el conocimiento y características del método Blind Finger Tracking a bajo nivel.

Después que nuestros usuarios realicen la clasificación, se deberá observar, analizar y además -si es necesario- realizar un cuestionario/entrevista pos-test para saber si el usuario desea hacer algún cambio.

Con esto podremos comprender como desarrolladores cuales son las expectativas de los usuarios, también nos permitirá saber a través de sus comentarios las ideas que tienen y con esto poder:

- Construir la estructura para la aplicación.
- Decidir qué poner en el inicio del SSI.
- Decidir cómo y qué irá en cada una de las ventanas.

Con base a lo anterior se podrá desarrollar un diseño basado en las expectativas de los usuarios.

## 3.3 Desarrollo y pruebas

Posteriormente al trabajo del diseño, se podrá llevar a cabo el proceso de desarrollo del SSI con base en los resultados de las dos pruebas anteriores.

Para este trabajo haremos uso de Android Studio, software que se podrá instalar en dispositivos móviles que cuenten con el sistema operativo (SO) de Android desde su versión 2.2 hasta la actual.

Dependiendo el método, las pruebas se llevarán a cabo con un promedio de 5 a 15 usuarios, con base en los resultados obtenidos y los comentarios de los usuarios ciegos se espera poder identificar qué aspectos son los que gustan, confunden o frustran. Así se podrá saber si el SSI es usable, útil accesible entre otros para el usuario con una discapacidad visual

Para poder obtener la información anterior se realizará un pequeño cuestionario de al menos 12 preguntas a cada usuario en donde se podrá ver los aspectos a cambiar y cómo se pueden cambiar para de esta forma poder quitar la confusión o frustración que existe en cada uno de los usuarios, además de saber si el funcionamiento es correcto, entre otros.

## 4 Conclusiones y trabajos futuros

En las etapas de análisis y diseño, así como en la realización del SSI, participarán de 5 a 15 usuarios ciegos, los cuales nos apoyarán en la realización de la evaluación de los diversos métodos y con esto podremos observar, analizar y desarrollar la estructura de la aplicación.

Se espera conseguir una mejor integración al momento de hacer la pantalla de inicio y las demás pantallas. Partiendo de esto se debe tener una mejor experiencia de usuario, además de poder solucionar las experiencias negativas encontradas en los proyectos y aplicaciones existentes.

Se obtendrá un diseño basado en la metodología UX el cual sitúa al usuario en el centro del diseño de la aplicación, además de apoyar a los usuarios ciegos en su aprendizaje y práctica de las matemáticas en el momento que ellos deseen.

Como trabajos futuros se desarrollará el SSI además de las diferentes pruebas con los métodos mencionados en la metodología.

## 5 Agradecimientos

La segunda autora con número de becario 559142 y estudiante del Doctorado Interinstitucional en Ciencias de la Computación en la Universidad Veracruzana (UV), agradece el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), además se agradece el apoyo a los usuarios ciegos que participarán en la realización de las pruebas.

## Referencias

- 1 Instituto nacional de estadística y geografía, «estadística a propósito del día internacional de las personas con discapacidad,» Aguascalientes, 2015.
- 2 B. G. Durand, «Los ciegos: olvidados en México,» sinemborgo.mx, pp. 1-3, 16 noviembre 2011.
- 3 D. C. CASTAÑEDA VELÁSQUEZ y L. RODRÍGUEZ TOVAR, ACCIONES A REALIZAR PARA EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL INGLÉS COMO LENGUA EXTRANJERA A PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL, Bogotá: Universidad libre, 2009.
- 4 P. G. D'Urzo, Integración del no vidente en la clase de matemática. La clasificación de ángulos, un contendio para la inclusión, Argentina: Universidad Nacional de La Plata, 2016.
- 5 M. E. Santa Rollán, La aptitud lingüística en estudiantes ciegos, Madrid: Universidad complutense de Madrid, 2013.
- 6 D. Zappalá, A. Köppel y K. Suchodolski, Inclusión de tic en escuelas para alumnos con discapacidad visual, Argentina: Printed in Argentina, 2011.
- 7 T. d. J. Álvarez Robles, J. Lomelí, F. J. Álvarez Rodríguez y E. Benítez Guerrero, Propuesta de una aplicación de asistencia, Aguascalientes, 2018.
- 8 «Ayuda de Android Accessibility,» [En línea]. Available: <https://support.google.com/accessibility/android/answer/6283677?hl=es-419>. [Último acceso: 8 10 2018].
- 9 X. Qian, Z. LI y Y. Zhou, «eumed.net,» de Modelo de formación y desarrollo a implementar en las universidades, China, pp. 7-8.
- 10 «usability.gob,» [En línea]. Available: <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/card-sorting.html>. [Último acceso: 12 octubre 2018].

# Aplicación móvil de comunicación adaptable para personas con parálisis cerebral

Ricardo Luis Ignacio Sánchez <sup>1</sup>, Jesús Antonio Zúñiga Arce <sup>2</sup>, Juan Carlos Uribe Lucero <sup>3</sup>,  
Mónica Adriana Carreño León <sup>4</sup>, Jesús Andrés Sandoval Bringas <sup>5</sup>

<sup>1</sup>Dpto. Académico de Sistemas Computacionales, Universidad Autónoma de Baja California Sur  
<sup>1</sup>{rignacio, jzuniga, juancarlosdev, mcarreno, sandoval}@uabcs.mx

**Resumen:** El presente artículo expone el desarrollo de una aplicación móvil como apoyo a personas con trastorno del lenguaje, principalmente con discapacidad causada por parálisis cerebral, permitiendo la comunicación mediante la selección de conceptos preestablecidos en la app, reproduciendo oraciones en el dispositivo móvil. La selección, navegación y reproducción de sonido se realizan utilizando el movimiento de la cabeza de la persona. Se utiliza una aplicación web para proporcionar los conceptos (imágenes y oraciones) a la app, siendo personalizables y adaptables a las necesidades del usuario

**Palabras Clave:** sistema de software interactivo (SSI), ciego, discapacidad visual, matemáticas, experiencia de usuario (UX), diseño centrado en el usuario (DCU).

## 1 Introducción

Las investigaciones que se realizan diariamente están dando resultados positivos con la creación y desarrollo de nuevas herramientas tecnológicas (dispositivos o aplicaciones) que coadyuvan a brindar una mejor calidad de vida a personas que padecen alguna discapacidad.

La comunicación con personas que sufren una discapacidad relacionada con el trastorno del lenguaje suele tornarse compleja dependiendo del grado de la discapacidad presentada, por ello no puede expresarse libremente, lo cual lo lleva a depender de otras personas para interactuar con el medio.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la discapacidad es un fenómeno complejo que refleja una relación estrecha y al límite entre las características del ser humano y las características del entorno donde vive. [1]

Datos reportados por OMS en su 58 Asamblea Mundial por la Salud en 2005. Menciona que alrededor de 600 Millones de personas en el mundo (85 millones en Latinoamérica) presentan alguna discapacidad. Esto es aproximadamente el 10% de la población mundial, de las cuales el 80% viven en pobreza, mismas que no cuentan con servicios de rehabilitación. [2]

Existen diversas clasificaciones para las discapacidades, por eso durante la 54 Asamblea Mundial de la Salud de la OMS, se optó por cambiar el nombre de la segunda edición de la Clasificación Internacional de las Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (CIDDM-2) a Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF). [2]

Las discapacidades se pueden considerar pasajeras o permanentes: las discapacidades pasajeras son aquellas que se pueden corregir por medio de intervenciones quirúrgicas o alguna rehabilitación, mientras que las discapacidades permanentes son aquellas que no permiten realizar ciertas acciones o labores cotidianas, como lo es la parálisis cerebral, y muchas otras discapacidades son de por vida. [2]

## 2 Marco Teórico

La Parálisis Cerebral (PC) es un trastorno que consiste en un desorden permanente y no inmutable de la postura y el movimiento de las extremidades del cuerpo, debido a una lesión no progresiva en el cerebro antes del desarrollo y crecimiento. Esto sucede durante la gestación, el parto o los primeros años de vida; la parálisis cerebral (PC) se debe a diversos factores como infecciones intrauterinas, malformaciones cerebrales, nacimientos prematuros o problemas en el parto. [3]

Actualmente la PC se encuentra catalogada dentro del grupo de trastornos del desarrollo de movimiento y postura, las cuales son causantes de limitaciones de actividades diarias. Con frecuencia es acompañada de trastornos sensoriales, cognitivos de comunicación, perceptivos y/o de conducta, se estima que se encuentra entre 2 y 3 casos por cada 1000 nacimientos. [4]

Según estudios de Confederación ASPACE en 2018, el rendimiento cognitivo se encuentra entre un 50 a 70% en los casos con retraso mental (RM) severo, mayormente entre niños con tetraplejia. Los problemas de comunicación y del lenguaje son los más frecuentes en la PC discínética. Por ello en el proceso se encuentran distintas necesidades con dificultades, sanitarias, educativas, sociales, laborales, de comunicación y lenguaje. [4]

La gravedad del trastorno de lenguaje en las personas con PC es variable; algunos logran un habla funcional e inteligible a edades tempranas, otros podrían lograrlo tarde e incluso hay personas que no podrán desarrollarla, los que no tengan posibilidad de expresarse oralmente recurren a un sistema aumentativo y alternativo de comunicación. [4]

Los sistemas aumentativos de comunicación son aquellos que complementan el lenguaje oral cuando no este no es suficiente para interactuar con otras personas, mientras que los sistemas alternativos de comunicación sustituyen el lenguaje cuando no la persona no puede entablar una conversación por si sola. [5]

Las aplicaciones móviles (APPs) son programas informáticos creados para facilitar o extender tareas o servicios, en esencia son programas, siendo creados con un fin específicos, aunque no todos los programas son aplicaciones, un claro ejemplo son los sistemas operativos (SO) estos están dentro de la categoría de programas mas no de una APP. Las APPs son diseñadas para usarse sobre uno o más sistemas operativos, existen aplicaciones exclusivas que se adaptan de forma nativa al SO para el cual fueron creados. Existen diversos tipos de SO los más comunes son Android y IOS. Los mercados de APPs han adquirido gran importancia. [6]

Según Sergio Luján Mora una aplicación web se define como: “un tipo especial de aplicación cliente/servidor, donde tanto el cliente (el navegador, explorador o visualizador) como el servidor (el servidor web) y el protocolo mediante el cual se comunican (HTTP) están estandarizados y no han de ser creados por el programador de la aplicación”. [7]

Un servicio web es un sistema de software diseñado para soportar interoperabilidad máquina a máquina sobre una red. Este tiene una interfaz descrita en un formato procesable por una máquina (específicamente WSDL). Otros sistemas interactúan con el servicio web en una manera prescrita por su descripción usando mensajes SOAP, típicamente enviados usando HTTP con una serialización XML en relación con otros estándares relacionados con la web. [8]

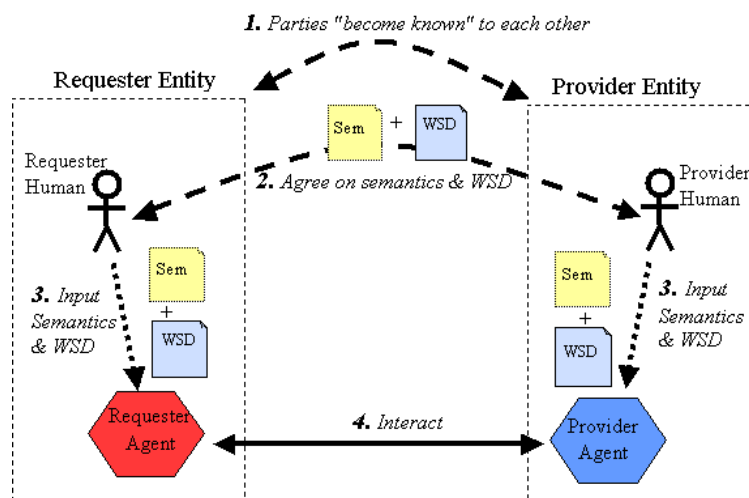


Fig. 1. Proceso general de un servicio web. [8]

### 3 Desarrollo

Para el desarrollo de la aplicación móvil y web de comunicación adaptable se optó por ciclo de vida prototipado evolutivo [10]. Se determinaron los siguientes requerimientos técnicos:

1. Aplicación móvil: se desarrolló utilizando el lenguaje de programación JAVA 7, Android SDK API level 27, IDE Android Studio en su versión 3.1, JDK 8 y librería OpenCV.
2. Aplicación web: fue construida una SPA con HTML5, CSS3, JavaScript y el framework Vue 2.5.17.
3. Servicio web: fue creado utilizando el lenguaje de programación PHP 7.2 en conjunto con el framework Laravel 5.6 y el sistema manejador de base de datos MySQL 5.7.20. El servicio web fue hospedado en un servidor con Ubuntu 16.04
4. Dispositivo móvil con sistema operativo Android.

#### 3.1 Aplicación móvil

La funcionalidad principal de la aplicación móvil es ser el medio de comunicación para que una persona con parálisis cerebral que padece trastorno del lenguaje pueda comunicarse con su entorno mediante la reproducción de oraciones las cuales se configuraron previamente en la aplicación web. Al iniciar la aplicación la cámara frontal del dispositivo móvil analiza los movimientos del cuello de la persona, los cuales son analizados por la librería OpenCV y al detectar algún movimiento válido del cuello (izquierda, derecha, abajo) realiza la interacción dentro de la aplicación. En la Fig. 2 se aprecia la forma de operar de la aplicación móvil:

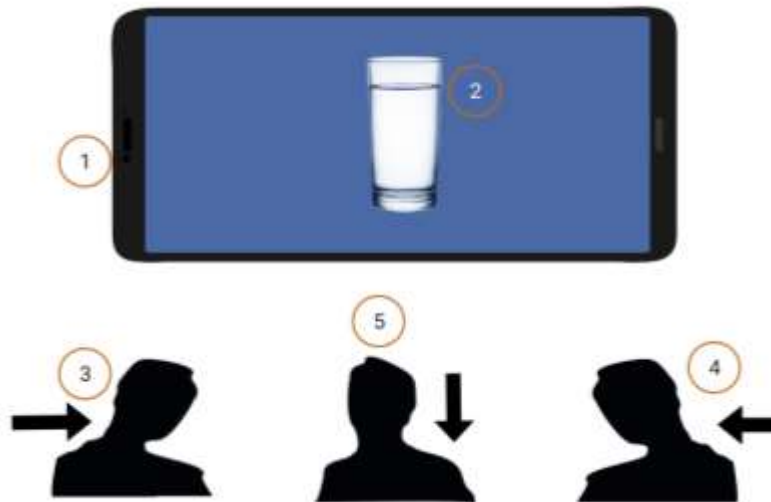


Fig. 2. Funcionalidad de la aplicación móvil

1. La cámara frontal es la encargada de leer los movimientos del cuello de la persona.
2. Objeto que actualmente se encuentra seleccionado.
3. Movimiento del cuello a la izquierda: permite navegar en los objetos que se encuentran hacia la izquierda.
4. Movimiento del cuello a la derecha: permite navegar en los objetos que se encuentran hacia la derecha.
5. Movimiento del cuello hacia abajo: permite reproducir la opción que actualmente se encuentra en pantalla.

### 3.2 Aplicación web

La función de la aplicación web es alimentar de información a la aplicación móvil, la cual es administrada por el tutor de la persona con discapacidad, como se muestra en la Fig. 3.



Fig. 3. Pantalla principal de la aplicación web

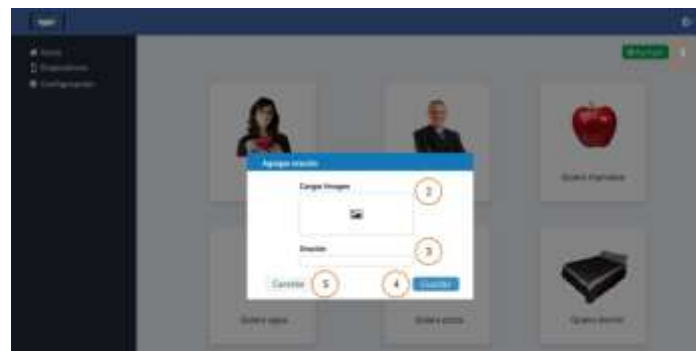


Fig. 4. Pantalla para agregar una nueva oración

1. Botón para agregar una nueva oración.
2. Permite seleccionar la imagen relacionada con la oración.
3. Campo de texto en el cual se introduce la oración que será expresada mediante audio en la aplicación móvil.
4. Botón para guardar la nueva oración
5. Botón para descartar los cambios.

### 3.3 Servicio web

El servicio web es la tecnología que permite la comunicación de entre la aplicación móvil y la aplicación web, como se muestra en la Fig. 5.

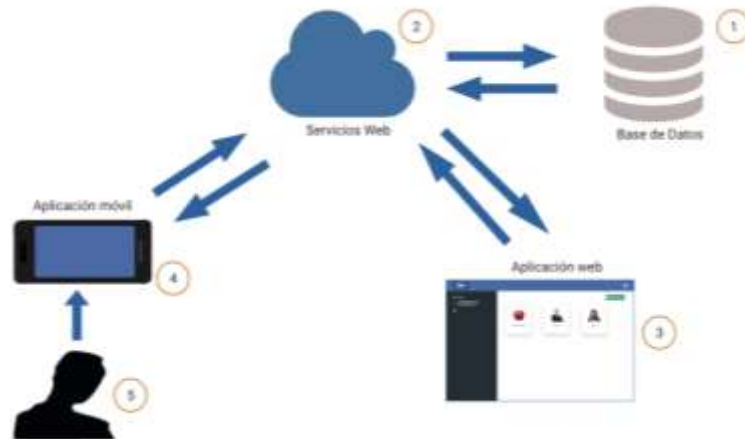


Fig. 5. Arquitectura tecnológica

1. Base de datos: es el lugar donde se concentra la información que será consultada por el servicio web.
2. Servicio web: Es una aplicación que sirve como puente entre la aplicación móvil y la aplicación web.
3. Aplicación web.
4. Aplicación móvil.
5. Usuario (persona que interactúa directamente con la aplicación móvil).

#### 4 Conclusiones y trabajos futuros

El desarrollo de esta aplicación móvil de comunicación adaptable para personas con parálisis cerebral, se caracteriza por su fácil manejo y adaptabilidad para los usuarios con PC. La aplicación no tendrá ningún costo, lo que tendría un costo es el smartphone, en caso de no contar con uno con Sistema Operativo Android, de los cuales existen en la actualidad una amplia variedad a costos muy accesibles. En cuanto funcionamiento de la aplicación se espera sea el óptimo y facilite la comunicación a la persona con PC.

Esta aplicación, fue desarrollada con muy poco capital, lo que la hace de bajo costo y por consiguiente accesible para personas de escasos recursos.

Como futura mejora se contempla, que la aplicación móvil se manipule mediante el movimiento de los ojos, con el objetivo de que sea utilizada por individuos con un grado más severo de PC, así como personas que presenten trastorno del lenguaje y un movimiento limitado tanto en las extremidades como en el cuello.

#### Referencias

1. Tipos de discapacidad que existen y clasificación <https://disiswork.com/blog/tipos-de-discapacidad/>. Accedido el 14 de octubre de 2018.
2. Andrea Padilla-Muñoz, Discapacidad: contexto, concepto y modelos, 16 International Law, Revista Colombiana de Derecho Internacional, 381-414 (2010).
3. Confederación ASPACE. (2018). Descubriendo la parálisis cerebral. General Zabala, 29. 28002 Madrid: Confederación ASPACE.
4. López J.; Figeras J.; Fernandes B.: 36. Parálisis cerebral. Protocolos de la EAP: *Protocolos de neurología*. Protocolos de la EAP, pag.271. (2008).
5. Abadín, D.; Delgado C.; Vígara A.: Comunicación Aumentativa y Alternativa. 4-7 (2010).
6. IBM; *El desarrollo de aplicaciones móviles, nativas, web o híbridas*; IBM Corporation 2012
7. Luján Mora, M.: *Programación de aplicaciones web: historia, principios básicos y clientes web*. Club Universitario, p.48 (2002)

8. W3C Consortium.: Web Services Architecture [Arquitectura de Servicios Web]. W3C. <https://www.w3.org/TR/2004/NOTE-ws-arch-20040211/#whatis>. Accedido el 14 de octubre de 2018
9. Kendall K. E.; Kendall J. E.: *Análisis y diseño de sistemas*. Prentice Hall. (2006)

# Interacción con avatar 3D para la creación y edición de poses corporales y faciales en la lengua de señas costarricense LESCO

Justin Chaves-Sánchez<sup>1</sup>, Carlos Ramírez-Trejos<sup>2</sup>, Mario Chacón-Rivas<sup>3</sup>  
Inclutec, Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica  
<sup>1</sup>jochaves@itcr.ac.cr, <sup>2</sup>carlos.ramirez@itcr.ac.cr, <sup>3</sup>machacon@tec.ac.cr

**Resumen:** Se presenta una innovadora prueba de concepto que consiste en una aplicación que le brinda a un usuario la capacidad de manipular las partes corporales y faciales de un avatar 3D, directamente, de manera intuitiva y rápida para crear poses en una lengua de señas. Esto lo hará a través de ayudas visuales que indiquen las partes que serán movidas para la edición de la pose. Según los resultados de las validaciones hechas a la comunidad sorda, la creación y edición de una pose tiene un alto grado de dificultad. Esta propuesta reducirá este grado de dificultad y hará la interacción más natural.

**Palabras Clave:** Lengua de Señas LESCO, Avatar 3D, FACS, Animación en tiempo real, Living Lab.

## 1 Introducción

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) a nivel mundial existen más de 1000 millones de personas con alguna condición de discapacidad, de estos casi 93 millones son niños. Citando literalmente datos de la UNESCO, se conoce que "... estas personas suelen verse marginadas a causa de los prejuicios sociales acerca de las diversas modalidades de discapacidad y la limitada flexibilidad de los agentes sociales para atender a sus necesidades..." Además, establece que esta población tiene "...múltiples desigualdades y disponen de menos oportunidades para acceder a la educación de calidad que se imparte en contextos integradores..." [1].

En Costa Rica, el estudio generado a partir del Censo Nacional de Población 2011, sobre resultados relevantes de discapacidad [2], refleja que el 10,53% de la población costarricense enfrenta una situación de discapacidad, es decir, de 4.301.712 de habitantes censados, 452.849 son personas con discapacidad. Particularizando los datos de interés para este proyecto, cabe mencionar que debido a la pregunta utilizada en el Censo Nacional solo es posible contabilizar las personas que presentaban limitaciones para oír, las cuales alcanzan las 70.709 personas, para un 1,64% de la población.

La LESCO es la lengua oficial de la comunidad sorda de Costa Rica, la cual es un conjunto determinado de gestos corporales (manos, cara y torso). Esta lengua [3], surge a partir del año 1970 aproximadamente, sin embargo, su gramática básica se oficializa en el año 2013, como resultado de un estudio realizado por el Centro Nacional de Recursos para la Educación Inclusiva (CENAREC) [4], en colaboración con expertos externos y el Departamento de Educación Especial del Ministerio de Educación Pública (MEP). Actualmente, este estudio es parte de la formación de esta lengua ideovisual.

El Doctor en filología, Alejandro Oviedo fue el director general del proyecto correspondiente a la Descripción Gramatical de la Lengua de Señas Costarricense LESCO y en su trabajo se puede señalar las siguientes particularidades [4]:

- Deletreo: Tiene el modo manual para representar palabras no definidas aun o de otros idiomas, siglas y similares. Usa el abecedario que tiene un signo por letra.
- Artículos y conjunciones: Se omiten.
- Pronombres: Tienen diferentes señas dependiendo de la primera y segunda persona. En el caso de la tercera, se usa una única seña que señala a quien se menciona.
- Números: Subconjunto de glosas especial, parecido al deletreo con el alfabeto.
- Tono de discusión: Se denota por gestos no manuales (uso de expresiones faciales o torso, ejemplo: agresivo, triste, feliz).
- Plural: Se sabe por contexto o a veces se indica el número.
- Verbos intransitivos: Funcionan como verbos y como sustantivos.
- Conceptos compuestos: Secuencia rápida de otras dos (o más) señas.

La LESCO, así como otras lenguas de señas, es una lengua natural, no es derivada de las lenguas orales, pero tiene sus propias reglas gramaticales y léxicas [5]. Además, en la mayoría de los casos, es la primera lengua de las personas sordas.

Las lenguas de señas poseen al menos cuatro elementos básicos que se conocen como parámetros de la mano: forma de la mano, locación (o ubicación), movimiento y orientación. La combinación de estos parámetros se emplea para definir la mayoría de las señas [4], [5]. Los parámetros no manuales generalmente son definidos por los gestos faciales, movimientos de la cabeza y movimientos del torso (llamados también en forma más general como componentes no manuales).

Partiendo de esta realidad, se identifica el problema de la existencia de una brecha de comunicación entre personas sordas y oyentes, la cual se da día con día. Las barreras se presentan sobre todo cuando se requiere un servicio, limitando los derechos de las personas que presentan esta condición de discapacidad, incurriendo en un acto de discriminación.

Inclutec como grupo de interés del Tecnológico de Costa Rica plantea una propuesta en el abordaje de la comunicación y difusión de la LESCO, la cual consiste en ofrecer servicios de innovación social basados en herramientas tecnológicas que apoyen a organizaciones y personas físicas a comunicarse de una manera efectiva e inclusiva [5].

El proceso de la creación del editor de señas, denominada Plataforma Internacional de Edición de Lengua de Señas (PIELS), inició investigando la estructura fonológica, sintáctica, semántica y pragmática que componen la LESCO. Fue necesario comprender la complejidad que representa este tipo de comunicación en cuanto a las características manuales y no manuales de la lengua. Una vez identificados estos componentes gramaticales, sus interrelaciones e importancia cultural, se procedió a diseñar los componentes tecnológicos que conformaría la herramienta tecnológica.

La representación de señas es una habilidad que requiere conocimiento de la gramática, semántica y congruencia al momento de manifestar los movimientos [6]. A diferencia de otros proyectos en los que está envuelto un avatar 3D para lengua de señas, esta herramienta permite crear cualquier tipo de seña mediante la manipulación de parámetros gramaticales correspondientes a la LESCO.

En el proceso de desarrollo se logró la constante interacción con la comunidad sorda con la implementación de un living lab, por el impacto que puede generar en esta población una herramienta tecnológica de esta naturaleza. Esto permitió fortalecer una relación con esta comunidad y también reconocer lo significativo que es este vínculo debido a que son los usuarios finales que se planea lleguen a utilizar la tecnología.

## **2 Trabajos relacionados**

Se han realizado diversas investigaciones en el campo de la traducción automática de texto a la lengua de señas mediante el uso de avatares digitales. En EE. UU., la traducción de inglés a la Lengua de Señas Americana (ASL), incluyen los sistemas desarrollados por Zhao y col. [7], Grieve-Smith [8] los cuales están siendo continuados por Huenerfauth [9] en el Instituto Tecnológico de Rochester. En Francia, Delorme y col. [10] han trabajado en la generación de dos sistemas para la generación automática de señas para la Lengua de Señas Francesa: uno que permite animaciones pre calculadas para ser reproducidas, concatenadas y co-articuladas (OCTOPUS) y otro sistema denominado GeneALS, el cual construye señas aisladas a partir de descripciones simbólicas. Gibet y col. [11] están usando animación basada en datos para la comunicación entre humanos y avatares. En Alemania, Kipp y col. [12] están trabajando sobre agentes encarnados inteligentes y síntesis de lengua de señas. En Italia, Lesmo et al. [13] y Lombardo y col. [14] han presentado avances en el proyecto ATLAS (Traducción Automática la Lengua de Señas) cuyo objetivo es la traducción del italiano a la lengua italiana de señas representada por un avatar animado, el cual todavía se encuentra en desarrollo.

El avatar toma como entrada una representación simbólica de una oración en lengua de señas y produce las animaciones correspondientes; el proyecto está actualmente dirigido a las noticias meteorológicas. El proyecto ViSiCAST [15], continuado por eSIGN [16], proporciona traducción animada de texto a señas a en el Reino Unido. En Brasil, la empresa HandTalk desarrolló una aplicación móvil en el 2012 que traduce texto a la lengua de señas brasileña (LIBRAS), esta aplicación ha sido descargada más de un millón de veces.

### 3 Métodos

#### 3.1 Editor LESCO (PIELS)

El editor cuenta con una representación humanoide que es capaz de generar señas a partir de la configuración de los siguientes parámetros: locación, orientación, forma de la mano y marcadores no manuales [4], [5].

Un avatar es un medio utilizado para representar el modelo del cuerpo humano en 3D y en este caso para articular la lengua de señas. Este personaje virtual permite reproducir las señas, las cuales facilitan el proceso de comunicación con personas en condición de discapacidad auditiva.

#### 3.2 Interfaz del Editor de lengua de señas (PIELS)

La interfaz del editor está compuesta básicamente por elementos de interacción web como menús desplegables y deslizadores para ajustes de los parámetros correspondientes a la gramática propuesta por Oviedo [20]. Existen 3 pestañas que corresponden a las configuraciones de la mano, el torso y la cabeza.

Esto principalmente por que la interfaz de la herramienta fue pensada para que mantuviese fidelidad con la terminología lingüística de CENAREC [20] y por tanto la manipulación del avatar 3D se basa en parámetros de configuración que corresponden a términos lingüísticos.

A continuación, en la Figura 1 se muestra una sección del editor con la terminología correspondiente a los parámetros gramaticales tomados de la gramática de Oviedo:



Fig. 1. Sección del editor PIELS de la configuración de la rotación del antebrazo. Tomado de: Elaboración propia

#### 3.3 Instrumentos de validación de la herramienta PIELS

Para evaluar la usabilidad de la herramienta se contó con la participación de miembros de la comunidad sorda en un evento en el que se les pedía crear señas a partir de videos mediante el PIELS. En el evento participaron un total de 60 participantes de rangos de edad desde los 18 hasta los 50 años. Se diseñó un instrumento, con preguntas que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Instrumento de validación sobre usabilidad de PIELS

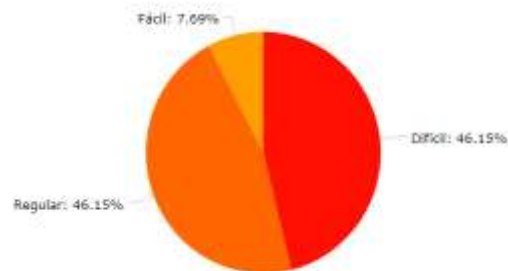
---

Este formulario persigue el objetivo de recolectar información relacionada con la experiencia del uso de la herramienta

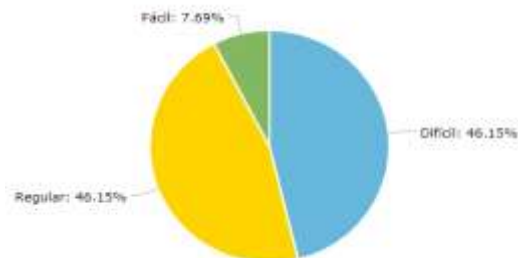
---

- 1 ¿La experiencia de crear una seña fue?
  - 2 ¿Cambiar la forma de la mano fue?
  - 3 ¿Los gestos que hace el avatar son?
- 

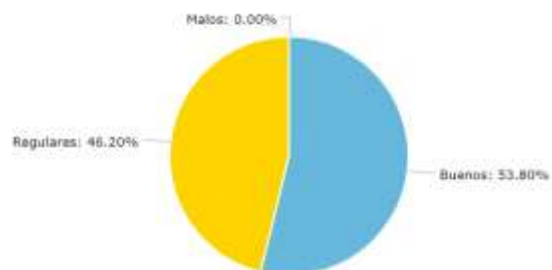
Se decidió usar una escala Likert de tres puntos. La prueba fue aplicada a para responder las preguntas mostradas en la Tabla 1 los participantes contaron con tres opciones (fácil, regular y difícil); los porcentajes de los resultados de las entrevistas se muestran de la Figura 2 a la Figura 4.



**Fig. 2.** Percepción sobre la experiencia de crear una seña. Tomado de: Elaboración propia



**Fig. 3.** Percepción sobre la experiencia de editar mano. Tomado de: Elaboración propia



**Fig. 4.** Percepción sobre la satisfacción de gestos faciales del avatar. Tomado de: Elaboración propia

Otras recomendaciones recolectadas por parte de los usuarios fueron:

- Implementar una interfaz donde se puedan manipular directamente las extremidades del avatar.
- Incluir más expresiones faciales y exagerarlas más.
- Crear controles para la mirada, hombros, pestañeos y en general más controles para el cuerpo.
- La interfaz debería de ser mucho más visual, sin tantos nombres o parámetros técnicos.

### 3.4 Propuesta

Los resultados del instrumento de validación hace falta una implementación de mejora en cuanto a la interacción del usuario con los parámetros de creación de poses mediante el avatar.

Se propone una interacción con estos parámetros más intuitiva donde el usuario no tenga que lidiar con la terminología lingüística sino más bien manipular directamente las características corporales y faciales del avatar. Para lograr esto se crean elementos gráficos correspondientes a las partes del cuerpo para la libre manipulación de las partes, donde se podrá establecer la locación corporal, los vectores, la distancia, la rotación del codo y del antebrazo y la flexión e inclinación de la muñeca. Esto utilizando el concepto de “títere”, o en inglés “puppeteering”, donde mediante ayudas visuales al usuario moverá en el espacio puntos o elementos que le permitan manipular los atributos del avatar.

Es importante recalcar que no se estarán eliminando los términos lingüísticos de la gramática de CENAREC [20]. Estos estarán siempre internamente anotados por medio de “etiquetas flotantes”.

En la Figura 5 se muestra el avatar y la interfaz gráfica que consiste de 2 joysticks virtuales, el izquierdo controla la órbita de la cámara con respecto al avatar y el derecho controla el desplazamiento axial del elemento en edición según la rotación de la cámara. Además, se muestra un ejemplo de la “etiqueta flotante”.

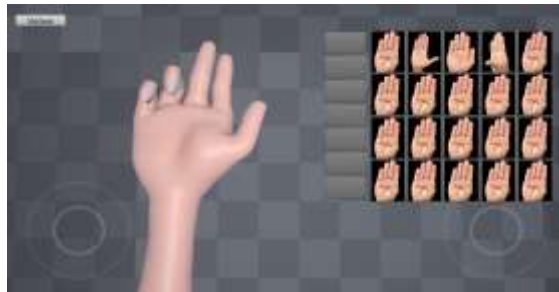


**Fig. 5.** Manipulación de extremidades superiores. Tomado de: Elaboración propia

### 3.4.1 Instrumentos de validación de la herramienta PIELS

PIELS cuenta con una configuración de los dedos según los parámetros de CENAREC [20], donde se muestra un menú con los nombres y ajustes correspondientes a las posiciones de los dedos. Dentro de ellos podemos citar los nombres de aplanado, abierto, cerrado, separación, etc. Esto es importante para la descripción de la posición de los dedos en una determinada pose, sin embargo, para crear y editar una pose en términos de interacción se considera que esto es muy complejo para el usuario. Por esto se propone utilizar un inventario de las configuraciones manuales más frecuentes en el Corpus de la LESCO. Esto corresponde a un inventario de 61 formas distribuidas en 7 grupos propuesta en la gramática, le llama a esto las proformas.

Debido a la complejidad y a la cantidad de combinaciones posibles, se provee de un inventario que sirve como base para la configuración de los dedos. Al seleccionar cualquiera de las manos se cambia de vista y se activa en la interfaz cada una de estas proformas seleccionables en una cuadrícula para su fácil acceso como se muestra en la Figura 6.



**Fig. 6.** Propuesta de interfaz para la configuración de la mano del avatar. Tomado de: Elaboración propia

Si el usuario necesita cambiar alguna proforma, se le dará la posibilidad de acceder el modo de ajuste manual.

### 3.4.2 Configurar expresiones faciales

En LESCO como en la mayoría de las lenguas de señas los articuladores no manuales o secundarios se producen de manera simultánea a la articulación manual [4] [5]. Pero no por eso deben interpretarse como menos importantes, pues su correcta utilización tiene importantes implicaciones lingüísticas y comunicativas, pues muchas veces sin esos “gestos” o “expresiones faciales” el acto comunicativo no se lleva a cabo en su totalidad.

Para poder clasificar los rasgos no manuales correspondientes a las expresiones faciales se utilizó el Sistema de Codificación Facial de Paul Ekman [19] Facial Action Coding System (FACS), como modelo para obtener las posibles configuraciones faciales humanas. El FACS es una herramienta para clasificar los movimientos faciales observables desde un punto de vista anatómico. A estos movimientos aislados se les denomina “unidades”, las cuales combinadas entre sí conforman elementos expresivos faciales. Tener una lista con 8 expresiones básicas tal como lo propone Ekman, se hace muy limitado considerando el repertorio de posibles configuraciones faciales que implica la comunicación en la lengua de señas. Por tanto, se propone la implementación de la “rueda de las emociones” usando la teoría propuesta por el psicólogo estadounidense Robert Plutchik [18] donde divide las emociones en 8 categorías básicas y 8 categorías avanzadas.

En la Figura 7 se aprecia la representación gráfica de la distribución de estas emociones y diferentes combinaciones derivadas, así como sus grados de intensidad.

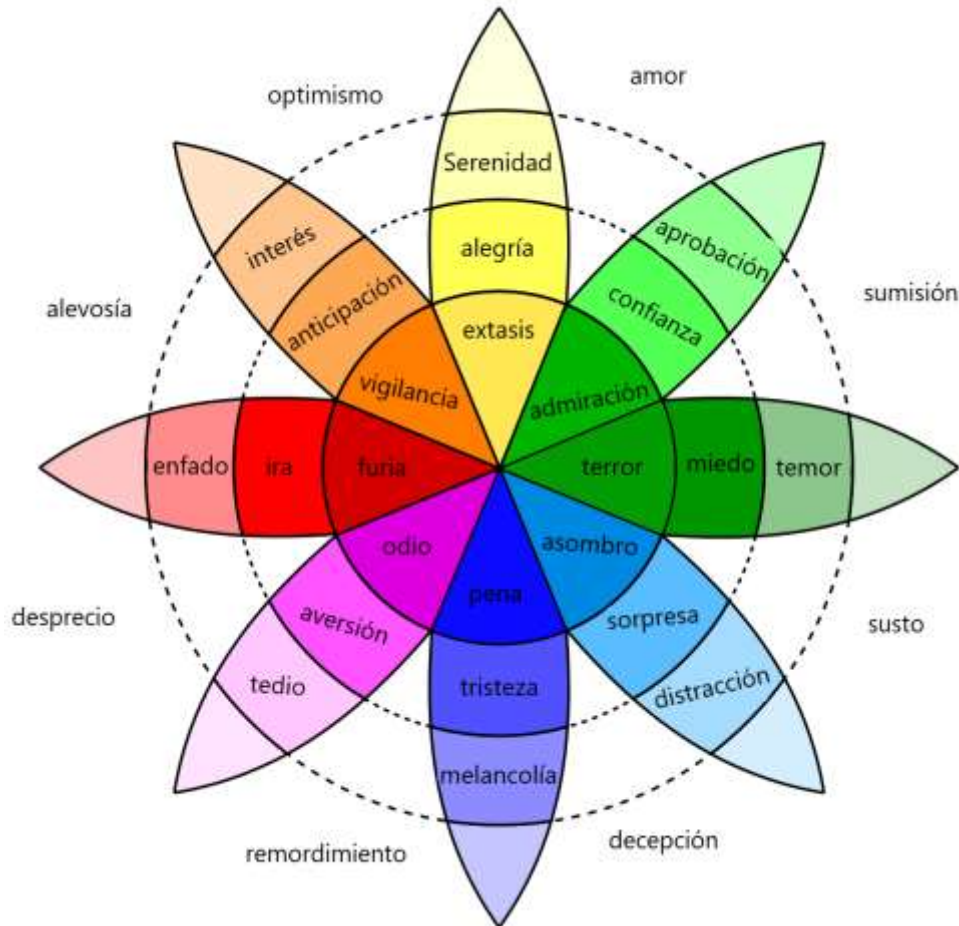
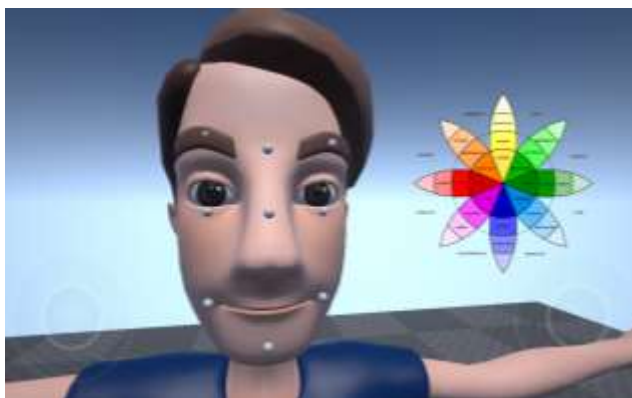


Fig. 7. Rueda de las emociones de Plutchik. Tomado de: Elaboración propia.

En la propuesta habrá que identificar e implementar los estados de ánimo de Plutchik a una combinación de FACS en específico. Al seleccionar el rostro se activará la interfaz con la rueda de Plutchik, donde el usuario podrá escoger el estado de ánimo deseado. Además, podrá modificar puntos faciales que se desplegarán ya sea seleccionando de esta rueda o punto facial. En la Figura 8 se muestra la posible interfaz para modificar la

expresión facial del avatar con la rueda de emociones y con puntos faciales modificables:



**Fig. 8.** Edición de expresiones faciales. (Fuente: elaboración propia)

#### **4 Conclusiones y trabajos futuros**

Como proyecto de investigación en proceso, PIELS, se está desarrollando como una herramienta que permite a los usuarios de la LESCO definir la expresividad del avatar de manera visual y sencilla sin tener conocimiento de términos lingüísticos previos, se considera que el manipular elementos visuales del avatar haría más intuitiva y natural la creación de una pose específica para las señas así como su posterior animación, tanto en el ámbito corporal como el facial y se prevé trabajar en conjunto con lingüistas para mapear todos los rasgos manuales de CENAREC[20] con la rueda de Plutchik, agregar controles para los gestos faciales como movimiento de ojos, pestañeo, movimiento de hombros, mejorar la sensibilidad de los controles y la precisión. Además, se pretende aplicar el mismo instrumento de validación nuevamente a un grupo de 25 personas entre ellas oyentes y sordas utilizando la interfaz propuesta aquí y obtener la respectiva retroalimentación.

#### **Agradecimientos**

Los autores agradecen a la comunidad sorda de Costa Rica la disposición de trabajar en conjunto los proyectos de Inlutec. Al equipo de editores de señas de Inlutec y a todo el equipo involucrado en este proyecto.

#### **Referencias**

1. UNESCO, [http://www.unesco.org/new/es/education/themes/strengthening\\_education\\_systems/inclusiveeducation/peoplewithdisabilitie/](http://www.unesco.org/new/es/education/themes/strengthening_education_systems/inclusiveeducation/peoplewithdisabilitie/), Title =Personas con Discapacidad — Educacion — Organizacion de las Naciones Unidas para la Educacion, la Ciencia y la Cultura, note = Online; Accedido el 5 de Octubre de 2018.
2. A. Perez Noguera, Resultados relevantes de Discapacidad: CENSO 2011., cnree, Heredia, costa rica ed. CNREE, 2013.
3. P. Retana, “Aproximación a la lengua de señas costarricense (lesco).” Revista de Filología y Lingüística de la Universidad de Costa Rica, vol. 37, no. 2, 2011.
4. Centro Nacional de Recursos para la Educación Inclusiva - CENAREC-, “Proyecto lesco cenarec,” <http://cenareclesco.org/index.php/proyect/proyecto./>, online; Accedido el 5 de octubre de 2018.
5. R. P. A. Baker, B. van den Bogaerde and E. T. Schermer, The Linguistics of Sign Languages: An introduction. John Benjamins Publishing Company, 2016.
6. H. W. S. David Gerber, Sign Language interpretation., springer science business media ed. Addison-Wesley, 2013.

7. Zhao L, Kipper K, Schuler W, Vogler C, Badler N, Palmer M. A Machine Translation System from English to American Sign Language. In: AMTA Conference; 2000.
8. [4] Grieve-Smith A. SignSynth: A Sign Language Synthesis Application Using Web3D and Perl. Wachsmuth I , Sowa T (eds.). *Gesture and Sign Language in Human-Computer Interaction*, Lecture Notes in Computer Science. 2002; 2298: p.134-145.
9. [5] Huenerfauth M. A Multi-path Architecture for Machine Translation of English Text into American Sign Language Animation. In: Student Workshop at the Human Language Technology Conference/North American Chapter of the Association for Computational Linguistics (HLTNAACL); 2004.
10. Delorme M, Braffort A, Filhol M. Automatic Generation of French Sign Language. In: Proc. of SLTAT 2011; University of Dundee, UK; 2011.
11. Gibet S, Courty N, Duarte K. Signing Avatars: Linguistic and Computer Animation Challenges. In: Proc. of SLTAT 2011; University of Dundee, UK; 2011.
12. Kipp M, Heloir A, Nguyen Q. A Feasibility Study on Signing Avatars. In: Proc. of SLTAT 2011; University of Dundee, UK; 2011.
13. Lesmo L, Mazzei A, Radicioni D. Linguistic Processing in the ATLAS Project. In: Proc. of SLTAT 2011; University of Dundee, UK; 2011.
14. Lombardo V, Nunnari F, Damiano R. The ATLAS Interpreter of the Italian Sign Language. In: Proc. of SLTAT 2011; University of Dundee, UK; 2011.
15. [10] Elliott R, Glauert JRW, Kennaway JR, Marshall I. The Development of Language Processing Support for the ViSiCAST Project. In: Proc. of ASSETS 2000; 2000. P.101-108.
16. eSIGN; 2003. Disponible en: <http://www.sign-lang.uni-hamburg.de/esign/>.
17. Centro Nacional de Recursos para la Educación Inclusiva - CENAREC, "Equipo de Investigación - Proyecto - LESCO - CENAREC" 2013. [Online]. Available: <http://cenarec-lesco.org/index.php/proyect/personal>
18. R. Plutchik. *Emotions: A Psychoevolutionary Synthesis*. Harper & Row, New York, 1980.
19. P. Ekman and W. Wallace. The repertoire of nonverbal behavior: Categories, origins, usage, and coding. *Semiotica*, 1:49–98,1969.
20. Centro Nacional de Recursos para la Educación Inclusiva - CENAREC-, "Proyecto lesco cenarec," <http://cenarec-lesco.org/index.php/gramar>, online; Accedido el 10 de octubre de 2018.

# Uso de Team Software Process: Desarrollo de Aplicaciones móviles para niños con Síndrome de Down

Alma-Laura Esparza-Maldonado<sup>1</sup>, Francisco Álvarez-Rodríguez<sup>2</sup>,  
Edgard I. Benítez-Guerrero, Teresita de Jesús Álvarez Robles.

<sup>1, 3 y 4</sup> Facultad de Estadística y Economía, Universidad Veracruzana

<sup>2</sup> Depto. de Ciencias de la Computación, Universidad Autónoma de Aguascalientes

<sup>1</sup>alma2\_laura5@hotmail.com, <sup>2</sup>fjalvar@correo.uaa.mx, <sup>3</sup>edbenitez@uv.edu.mx <sup>4</sup>alvarez88.t@gmail.com

**Resumen:** La inclusión de las personas con discapacidad en la sociedad ha ido en incremento, con mayor razón se debe prestar mayor atención a la inclusión de este tipo de usuarios a la tecnología. Para que esto se pueda llevar a cabo es necesario desarrollar software específico que apoye en el crecimiento del individuo. Para la creación de este tipo de software se ha llevado a cabo un experimento en el cual se construyó una aplicación para niños con síndrome de Down entre edades de 4 y 8 años de edad cognitiva, siguiendo el proceso Team Software Process.

**Palabras Clave:** Inclusión a la Tecnología, Aplicaciones para Personas con Discapacidad, Team Software Process.

## 1 Introducción

La inclusión es la forma de llevar a cabo la integración de las personas a la sociedad, para que puedan participar y contribuir, y así mismo beneficiarse en este proceso. El objetivo de la inclusión es el que todos los individuos, sobre todo aquellos que se encuentran en condiciones de marginación o segregación. Existen diferentes términos de inclusión [1].

Existen diferentes áreas en las que se está llevando a cabo la inclusión como lo son: educativa, social, tecnológica, etc. La inclusión tecnológica según la UNESCO ha ido en aumento desde la década de los 70 y desde los 80 con el uso progresivo de las tecnologías. Sin embargo, en el nuevo milenio los avances en las tecnologías son considerables y esto está haciendo que la educación vaya cambiando a la modernización. Este tipo de inclusión no solo se enfoca a la educativa sino también a las personas con discapacidad.

Las personas con discapacidad de acuerdo con la clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud, “son aquellas que tienen una o más deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales y que al interactuar con distintos ambientes del entorno social pueden impedir su participación plena y efectiva en igualdad de condiciones a las demás” [2].

En México se estima según estadísticas de INEGI alrededor de 7.4 millones de personas que presentan algún tipo de discapacidad, ya sea adquirida o de nacimiento [3]. Por esto la necesidad de generar diferentes tipos de aplicaciones, ya sea de entretenimiento, educativo, médico, diseño, etc. [4], es necesario que cumplan con ciertos requisitos necesarios como lo son: magnificador, alto contraste, lector de pantallas, lectura de textos, reconocimiento de habla, avisos sonoros, visuales y hápticos, teclas grandes, entre otros.

Para lograr que esto se cumpla es necesario el seguir un proceso de desarrollo de software desde el inicio de la construcción de la aplicación. Para este caso se toma como proceso de desarrollo el Team Software Process (TSP) ya que es un proceso enfocado al trabajo en equipo [5]. El TSP guía a los equipos en el direccionamiento de las necesidades del trabajo para obtener un mejor costo, administración del proyecto, administrar calidad del producto y reducir el tiempo en el ciclo de desarrollo. Este además, define un proceso personalizable para la construcción del producto e introduce una estrategia para la conformación del equipo de trabajo [6].

El TSP puede ser utilizado ya sea desde el inicio del desarrollo del software o cualquiera de sus etapas, como por ejemplo, análisis de requerimientos, diseño, implementación, pruebas, etc. [7].

Para este caso de estudio llevó a cabo el uso de un equipo el cual constaba de 5 integrantes del área de ingeniería de software, para el desarrollo de una aplicación enfocada al desarrollo de habilidad para seguir instrucciones enfocada a niños con Síndrome de Down entre edades de 4 a 8 años cognitivos.

Este documento presenta las secciones de Desarrollo, Resultados y conclusiones, en la primera se habla del desarrollo y uso del TSP por parte del equipo presentando los productos representativos de cada etapa, en el segundo de los resultados generales tanto del equipo como del producto generado y por último en las conclusiones se habla del análisis y el trabajo a futuro.

## 2 Desarrollo

El equipo consta de cinco miembros el cual se dividen en los siguientes roles:

Líder de equipo, Administrador de Soporte, Administrador de Planeación, Administrador de Calidad y Administrador de Desarrollo. El equipo fue conformado por alumnos de diferentes universidades (Universidad de Acapulco, Universidad Tecnológico de Piedras Negras y Universidad de Guadalajara), todos de áreas a fines de ingeniería de software.

El equipo llevo a cabo el primer ciclo del proceso TSP el cual consta de las etapas de Inicio, Estrategia, Plan, Requerimientos, Desarrollo, Implementación, Pruebas y Postmortem. Con el desarrollo de estas etapas se construyó el primer prototipo de la aplicación.

### 2.1 Inicio

En esta etapa se inicia el proceso del TSP en el cual se definen los objetivos del equipo, la asignación de roles en el equipo, se describe las necesidades del cliente y se establecen metas individuales y del equipo.

Los productos relevantes de esta etapa son al construir al equipo se les asigno un formato en el cual ellos ponían sus preferencias sobre el rol que querían desempeñar en el desarrollo de la aplicación en su primera iteración, así mismo se les preguntaba de sus experiencias pasadas participando en este rol así mismo si se tenían actividades a la semana y los horarios de estas (Formato de TSPi con nombre INFO), un ejemplo de la aplicación se puede consultar en la Fig. 1. Como nota se ha eliminado el nombre de la persona por privacidad



Fig. 1. Gráfica que representa una distribución probabilística

En la Fig. 1 se puede observar que la persona prefirió ser líder de equipo por lo que se le asignó este rol debido a que, además de seleccionar este rol, ha desempeñado papeles similares en trabajos pasados con otros equipos. Y los requerimientos del producto lo cual se definió que va a ser una aplicación para niños con síndrome de Down enfocada al desarrollo de atención. Una vez definido estos roles se llevó a cabo la planificación del producto el cual se presenta en la siguiente etapa.

## 2.2 Planeación

En esta etapa se llevó a cabo la planeación del trabajo realizado por el equipo, tiempos, fechas y actividades llevadas a cabo. Planeando el proceso de TSP (ver Fig. 2).

	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	15	17	19	2
1	✓	Lanzamiento	5 días	lun 18/06/18	vie 22/06/18					
7	✓	Planificación	4 días	lun 25/06/18	jue 28/06/18	1				
18		Diseño	3 días	vie 29/06/18	mar 03/07/18	7				
27		Desarrollo	10 días	mié 04/07/18	mar 17/07/18	18				
30		Integración Y Pruebas	5 días	mié 18/07/18	mar 24/07/18	27				
34		Postmortem	3 días	mié 25/07/18	vie 27/07/18	30				

Fig. 2. Planeación del equipo para llevar a cabo la construcción del prototipo.

## 2.3 Requerimientos

Se definen los requerimientos del sistema tanto funcionales como no funcionales, estos fueron detectados por el equipo de desarrollo, los cuales consta de: Captar la atención de los niños, animaciones, audios, dibujos agradables a la vista. Además, dentro de este se definen los factores y criterios a ser considerados como lo son: Efectividad, eficiencia, satisfacción, atractividad y debe tener las acciones mínimas.

Por otro lado, los criterios a considerar son atractividad y acciones mínimas, las métricas definidas fue concordancia de tareas, coherencia visual, uniformidad del diseño. Estos requerimientos y especificaciones del sistema fue mediante la investigación de las necesidades de niños con síndrome de Down y la usabilidad que debe de tener este sistema, debido a que uno de los aspectos importantes es el asegurar cierta calidad del producto, por ejemplo usabilidad, funcionalidad, confiabilidad, etc. [8].

## 2.4 Diseño

En esta fase es donde se lleva a cabo el diseño de la aplicación. El diseño constó de realizar una aplicación en la cual se escuchara un audio y en este se mencione el animal y las características que tiene ese animal u objeto para que el usuario seleccione la opción correcta, lo que trata es que el usuario siga instrucciones para seleccionar la opción (ver Fig. 3).



Fig. 3. Interfaz gráfica del prototipo.

## 2.5 Implementación

En esta fase se realizan las actividades de construcción e implementación del sistema, en esta participan diferentes roles los cuales son enfocados al desarrollo, a la implementación y al control de la calidad. Los productos generados son el código (ver Fig. 4), el primer prototipo del sistema al cual llamaron Cuin (ver Fig. 5) y alguna de las implementaciones (ver Fig. 6).

```
jirafa.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {  
    @Override  
    public void onClick(View v) {  
  
        yaya.setOnCompletionListener(new MediaPlayer.OnCompletionListener() {  
            @Override  
            public void onCompletion(MediaPlayer mp) {  
                parte2.start();  
            }  
        });  
        parte2.setOnCompletionListener(new MediaPlayer.OnCompletionListener() {  
            @Override  
            public void onCompletion(MediaPlayer mp) {  
                tortugaArmadillo();  
            }  
        });  
    }  
});
```

Fig. 4. Código fuente de una de las funciones principales del prototipo.



Fig. 5. Prototipo de la aplicación.



Fig. 6. Implementación del producto

## 2.6 Pruebas

Las pruebas se llevaron a cabo directamente con el usuario como se puede observar en la Fig. 6 y en el sistema directamente. Para estas pruebas se tomaron en cuenta algunos aspectos de calidad como lo es la usabilidad, debido a que los niños no pueden contestar estas preguntas fueron realizadas a los padres de estos niños con Síndrome de Down.

En la Fig. 7 se puede ver la implementación de las pruebas a uno de los padres de familia, y las respuestas de éste.



Fig. 7. Respuesta de la prueba realizada al prototipo.

## 2.7 Postmortem

En esta etapa se lleva a cabo el análisis de los resultados obtenidos del prototipo, de las evaluaciones del equipo y el estado final del producto. Por lo que se puede ver en la Fig. 8.



Fig. 8. Evaluación de un rol en su desempeño durante el proyecto.

## 3 Resultados

En el desarrollo de este producto se pudo observar el comportamiento del equipo con respecto a llevar a cabo las diversas actividades, para generar un prototipo. El prototipo a pesar de que cuenta con evaluación buena genera ciertas deficiencias que al analizarlos con un experto mencionaba que se debe de realizar historias muy cortas para que el niño con esta discapacidad sea capaz de mantener la atención sobre la aplicación. Y con respecto al equipo al inicio se tuvo problemas al entender el desarrollo del TSP sin embargo una vez realizado el desarrollo el equipo comento que es necesario tener buena comunicación ya que esta es la que falla al inicio de cada proyecto.

## 4 Conclusiones y trabajos futuros

Como conclusiones el equipo llevó a cabo las actividades para la construcción de una aplicación y por medio de este se generó una respuesta satisfactoria por parte de los usuarios y padres de familia sin embargo falta mejorar la calidad de este, incluyendo a un experto para el desarrollo de la aplicación y disminuir los errores en las próximas iteraciones del desarrollo del Producto. Por otro lado se puede disminuir la falta de comunicación por parte del equipo para que este no tenga problemas en el desarrollo de la aplicación y seguimiento del TSP.

## Referencias

1. Significados.com.: "Inclusión," Significados.com, Web: <https://www.significados.com/inclusion/> (2017). Accedido el 10 Oct 2018].
2. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.: "Discapacidad en México," INEGI, Web: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx?tema=P> (2010). Accedido el 12 Oct 2018.
3. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.: "Discapacidad," in *La discapacidad en México, datos al 2014*, Mexico, INEGI, p. 358, (2014).
4. Google Sites.: "Mundo informático," Web: <https://sites.google.com/site/mundoinformatico0/home/software/1--clasificacion-segun-su-funcion> (2018). Accedido el 12 Oct 2018.
5. Ministerios Secretaria General de la Presidencia de Reforma y Modernización del Estado.: "Guía de accesibilidad para discapacitados en sitios web.," Web: [http://www.guiadigital.gob.cl/sites/default/files/guia\\_accesibilidad\\_2006.pdf](http://www.guiadigital.gob.cl/sites/default/files/guia_accesibilidad_2006.pdf). (2006). Accedido 11 Oct 2018.
6. Esparza Maldonado, A. L.; Margain Fuentes, L.; Álvarez Rodríguez, F. J.; Benítez Guerrero, E. I.: "Desarrollo y evaluación de un sistema interactivo para personas con discapacidad visual," *Tecnológicas*, vol. 21, no. 41, pp. 149-157, 2018.
7. Humphrey, W. S.: Introduction to the team software process, Addison-Wesley Professional, 2000.
8. Zeiss, B.; Vega, D. Applying the ISO 9126 quality model to test specifications, *Software Engineering*, vol. 105, pp. 231-244, 2007.

# Desarrollo de una Aplicación Móvil para el Fortalecimiento de la Memoria en Personas con Discapacidad Visual

Perla Aguilar Navarrete<sup>1</sup>, Fca. Yolanda Camacho González<sup>2</sup>,  
Nephtali Abisai Hernández Olvera<sup>3</sup>, Alberto Montoya Bironche<sup>4</sup>  
Universidad Autónoma de Nayarit <sup>1,2,3,4</sup>  
<sup>1</sup>paguilar@uan.edu.mx, <sup>2</sup>yolanda.camacho@uan.edu.mx,  
<sup>3</sup>sistemas.naho13@gmail.com, <sup>4</sup>bironche53@gmail.com

**Resumen:** El presente trabajo, describe las estrategias y diseño de interfaces necesarias para lograr el desarrollo e implementación de una aplicación móvil que ayude al fortalecimiento de la memoria, que además de ser entretenido para el usuario, sea educativo. La aplicación está diseñada para un grupo específico de personas, se eligió a las personas con discapacidad visual debido a que existe una gran falta de aplicaciones para este colectivo, en el área de entretenimiento. Una vez desarrollada la aplicación, se llevó a cabo la implementación de la misma con un grupo pequeño de invidentes, los cuales manifestaron las ventajas de su uso.

**Palabras Clave:** Juegos Móviles, Discapacidad Visual, Memorización, Videojuego.

## 1 Introducción

Las tecnologías hoy en día con las ventajas que nos ofrecen, es primordial darles un buen uso y aprovechar aquello que nos ofrecen, pero no siempre se le da el uso idóneo o se aprovecha de una manera adecuada, tomando en cuenta la aplicación en áreas que estén descuidadas y necesiten de herramientas que las renueve. Por ejemplo, la educación especial necesita de aplicaciones nuevas que permitan enseñar de una manera innovadora ayudando a mejorar la educación de sus estudiantes según sus necesidades específicas, por ello se eligió desarrollar de una aplicación dirigidas a personas con discapacidad visual que han perdido totalmente su visión. Existen aplicaciones que ya están diseñadas para personas ciegas, pero en su mayoría solo son lectores de documentos, sin embargo, no se ha encontrado en la revisión de literatura aplicaciones móviles para el entretenimiento de este grupo de personas.

El tipo de usuario destinado para la aplicación desarrollada, es para niños con una edad a partir de los 6 años que tuvieran una discapacidad visual en cualquier grado (moderada o grave), ya que con ayuda de un padre o tutor o bien, la dependencia donde se le esté brindando apoyo, de ser necesario pueda instruir al usuario interactuar con dicha aplicación. La aplicación, si bien hace referencia a un sector en específico, que es para personas con ceguera, no limita el uso al usuario normo-visual.

Al respecto, existe una necesidad real de contar con sistemas para que personas con discapacidad visual mejoren las habilidades de movilidad y orientación [1], por ello se desarrolló una aplicación que permite al usuario además de tener una forma de distracción, agilizar su habilidad de retención de la información, esto le permitirá al usuario tener una mayor facilidad de memorización en su vida diaria, ponerla en práctica y divertirse mientras lo hacen, permitiéndole tener una identificación mayor de su entorno.

## 2 Justificación

Debido a que las personas tienden a depender bastante de las cosas que aprenden, por ejemplo, aprenderse las rutas por las cuales suelen caminar y tener una seguridad de no perder la dirección, apoyo para identificar los objetos que les resulten difíciles de distinguir, como un envase de yogurt, en general todos tienen forma similar, lo que varía es el etiquetado de la marca. Las personas ciegas suelen llevar un orden en las cosas de su vida diaria, esto debido a la fácil localización que esto les generará, por ejemplo “el tercer objeto a la izquierda”, por ello el recordar es de suma importancia para poder crearse una imagen mental de la escena. Una característica importante en cualquier aplicación adaptada para personas con discapacidad visual

es la que se menciona en la tabla 1, debido a que las personas con esta discapacidad son más dependientes de los sonidos e instrucciones dictadas.

**Tabla 1:** Característica principal del Memorama.

Característica	Definición
Gestión de síntesis de voz propia	La capacidad de proveer la lectura de los textos que son mostrados en el juego beneficiaría a personas ciegas y con problemas de baja visión.

### 3 Antecedentes

Desafortunadamente son pocas las innovaciones que se orientan a facilitar la vida de las personas con discapacidad visual, esto es evidente por el bajo número de patentes registrados y la escasa oferta de productos y soluciones para este colectivo que ofrecen los diferentes desarrolladores de software [2].

En cuanto a los términos que se utilizan para denominar el deterioro visual ubicado entre la visión normal y la ceguera, existen varios, tales como visión parcial, visión defectuosa, debilidad visual, visión subnormal y baja visión, este último término le fue asignado en el año de 1972, por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Respecto al desarrollo de aplicaciones que puedan utilizar las personas mencionadas, se asegura que les ayuda a no sentirse ignoradas o rechazadas dentro de la sociedad en la que viven, dichas aplicaciones pueden ayudarles a encontrar alguna ubicación, lectura de textos, formas de comunicación con otras personas ayudan a sentirse incluidos además de facilitarle actividades cotidianas. Uno de los principales objetivos para las personas que tienen una carencia de visión, es el acceso a la cultura y la participación [3].

Los autores Zappalá, Köppel, y Suchocolski [4] con respecto a las tecnologías en la educación especial comentan que pueden facilitar una mejora cualitativa de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, desarrollar capacidades y competencias, atender a la singularidad y a las necesidades individuales de cada alumno y potenciar motivaciones que den un carácter significativo a los aprendizajes. Por ello tomando en cuenta las necesidades que tienen las personas con discapacidad visual, se desarrolló el diseño de un juego para que sea fácil de usar y entendible, pero al mismo tiempo el usuario al momento de jugar desarrolle poco a poco más su capacidad de retención de la información, lo cual es algo que las personas en esta condición necesitan desarrollar bastante para poder tener una mayor agilidad de memorización del mundo que les rodea.

#### 3.1 Accesibilidad de Android para usuarios ciegos

Hasta la aparición de Android 4.0 (también conocido como Ice Cream Sandwich), el nivel de accesibilidad del sistema operativo iOS superaba al de Android. Esto ha convertido a iPhone en la plataforma de Smartphone de referencia para usuarios ciegos [13], algunas de las características que más usan los usuarios con discapacidad visual con los dispositivos son los que se encuentran en la tabla 2.

**Tabla 2:** Características de Android.

Característica	Definición
TalkBack	Un lector de pantallas simple, construido sobre el sintetizador de voz configurado en el dispositivo móvil Android, que informa al usuario de su ubicación dentro de la interfaz gráfica y de los eventos que se producen de su interacción con la pantalla.
SoundBack	Se basa en sonidos para informar de los eventos.
KickBack.	Es análogo al anterior pero basado en estímulos apticos.

## 4 Metodologías

Se hizo uso de la metodología basada en un diseño que se centra en el usuario ciego. El usuario es el actor principal en el diseño y desarrollo de todas las tareas y actividades del entorno virtual. La idea es crear rápidamente prototipos sucesivos y así minimizar los errores y los resultados no deseados. En este contexto se debe tener en cuenta que, para crear una aplicación para usuarios ciegos, no basta con cerrar los ojos y ponernos en el lugar del usuario. La mayoría de los elementos de interfaces e interacción que conocemos y utilizamos a diario son inútiles para los usuarios ciegos.

Este es sin duda el problema más relevante que estos usuarios tienen que lidiar con el uso de las nuevas tecnologías. Las interfaces no están diseñadas o pensadas para ellos por lo que no es suficiente darles acceso por medio de lectores de pantalla o de procesos.

Para el presente trabajo se tiene contemplado además estar en constante contacto con un usuario que tenga esta discapacidad como experto en el tema, como bien se ha mencionado son muy diferentes las perspectivas y experiencias que el usuario vidente ha mantenido como uno con discapacidad visual, con el fin de que dicha aplicación cumpla con todos los requisitos ya mencionados para el fortalecimiento de su memoria. [14]

El modelo mental es diferente para todos y cada ser humano, pero existen similitudes entre las personas con vivencias similares, las culturas y el conocimiento. Tanto los inmigrantes como los nativos digitales poseen un modelo mental sobre el uso de la tecnología de una forma intuitiva y acceso a la información sin mayores dificultades. Para los usuarios con discapacidad visual la manera de dar forma, solicitar y percibir el mundo son completamente diferentes a los usuarios videntes, lo que genera un modelo mental diferente. [15]

El desarrollo y el diseño del juego que se propone, es de tipo memorama el cual está dirigido para las personas con discapacidad visual en dispositivos móviles con Android, para poder lograr el objetivo de la aplicación, se implementó una metodología básica de desarrollo de software, siendo:

1. Análisis, con la finalidad de establecer la herramienta adecuada para cubrir las necesidades identificadas y establecer el público objetivo.
2. Diseño, donde se elaboraron las pantallas y características principales de la aplicación considerando el marco teórico revisado y el análisis de las herramientas ya existentes.
3. Desarrollo, en donde se establece el lenguaje en el que se programará la aplicación y se programa a partir de las especificaciones establecidas en el diseño.
4. Implementación (pruebas), la cual consistió en la aplicación de la propuesta al público establecido en la primera etapa.
5. Evaluación y retroalimentación, para recolectar los comentarios y recomendaciones por parte de las personas que utilizaron la herramienta y así, determinar los posibles cambios que se podrán realizar.

A continuación, se explican cada uno de los pasos mencionados dentro de la metodología y se muestran los resultados obtenidos dentro de cada punto.

### 4.1 Análisis

Después de realizar una investigación sobre juegos ya existentes adaptados para las personas ciegas, se decidió la implementación en dispositivos móviles con Android ya que en su mayoría las personas hacen uso de estos por su accesibilidad, de igual manera se conversó con personas integrantes a la dependencia del Desarrollo Integral de la Familia (DIF) de Aguascalientes las cuales contaban con baja visión y también personas con discapacidad visual, en su experiencia ellos hacen uso de dispositivos móviles que les ayudan a la localización con ayuda de Talk back.

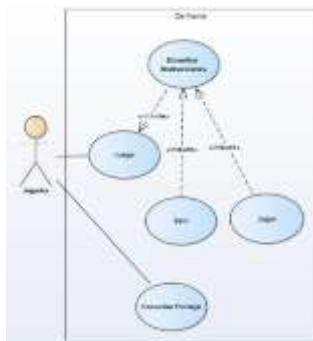
Con algunas de los juegos ya existentes para las personas ciegas, se pudo establecer que en su mayoría son juegos basados en audios y sin gráficos, esto provoca a los usuarios tener que desarrollar un poco más su audición y comprender la localización de los objetos que llegan a escuchar en la pantalla.

En ese sentido, la retención de información en las personas ciegas es de suma importancia debido a que al no contar con visión deben de aprenderse como son las cosas u objetos que lleguen a tocar, las rutas por las que suelen caminar entre algunas cosas más, esto les permite el no necesitar ayuda y ser más independientes.

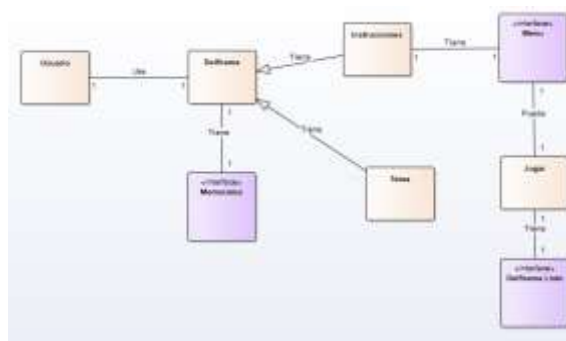
Por lo anterior se puede comentar que el entretenimiento es algo inusual en aplicaciones para personas ciegas, por ello, se optó por la elaboración de un juego que además de entretener les ayudará a las personas con deficiencia visual a comenzar a desarrollar cada vez poco más su agilidad de la memorización.

## 4.2 Diseño

Para iniciar con el diseño de la aplicación, se realizaron los diagramas de caso de uso y de entidad relación, para conocer acerca de cómo sería la comunicación e interacción del juego con el usuario (figura 1), y las entidades con las que contará el juego y su tipo de relación con cada una de las entidades, tal y como se aprecia en la figura 2.



**Figura 1:** Caso de uso.



**Figura 2:** Entidad relación.

Una vez terminados los diagramas se comenzó la elaboración de las interfaces, como base se realizó el diseño de la figura 3. En la primera pantalla se indica un espacio en donde se colocará el logo del juego seguido de instrucciones que se le dictaran automáticamente al usuario una vez que ingrese al juego, después se le indicará al usuario que cuenta con dos botones en la parte inferior del celular, en el lado izquierdo un botón para salir del juego y de lado derecho, si el usuario no tiene duda con las instrucciones puede ingresar al juego presionando el botón.

La segunda pantalla muestra cómo se vería una lista de opciones para que el usuario seleccione una dificultad, en la pantalla de inicio cuando el usuario selecciona jugar se le cambiará la interfaz donde se le dictará las dificultades existentes y el orden en el que están para su selección, y en la parte inferior un botón para salir de esa interfaz y regresar a la de inicio. Dichas dificultades serán diferenciadas por niveles de casillas con los ítems que se deseen elegir el cual para esta propuesta se pretenden utilizar niveles de casillas de 2 x 2, 4 x 4 y 6 x 6 respectivamente.

En la tercera pantalla se trata de dar una ejemplificación de cómo se vería el juego (4 x 4) una vez que el usuario seleccione el botón jugar de la pantalla de inicio y haya elegido una dificultad de la selección, después se le mostrarán las cartas ordenadas para comenzar a jugar cuando el usuario así lo llegue a requerir para comenzar y en la parte inferior de la pantalla el botón de atrás para volver a la pantalla de inicio.

Con el siguiente trabajo se pretende tener la base para la construcción de un software que se adecue a las necesidades ya antes mencionadas, que se apliquen a los requerimientos ya establecidos para un óptimo uso de la aplicación siguiendo las instrucciones o bases ya antes mencionadas en este trabajo.

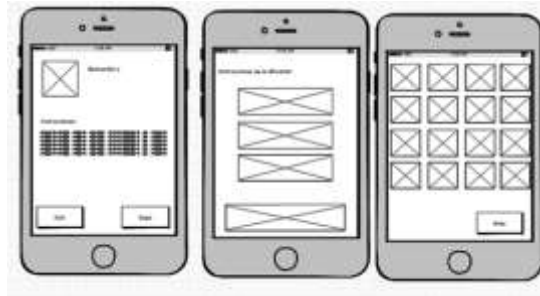


Figura 3: Interfaces base.

### 4.3 Desarrollo

Partiendo de las etapas anteriores, se decidió que la herramienta a utilizar para desarrollar la aplicación móvil sería Android Studio debido a que es el sistema más utilizado por el público objetivo en el lugar determinado. Con la parte del diseño terminada de los diferentes tipos de diagramas que se utilizarían, se inició la etapa de desarrollo, en la cual se implementó una metodología de desarrollo incremental, ya que conforme se tenían las pantallas programadas, se revisaban, se evaluaban y se realizaban mejoras que eran acordadas por parte del equipo de trabajo.

La figura 4, muestra un fragmento del código de la aplicación desarrollada en Android Studio utilizando como base el lenguaje de programación java, en la figura se puede observar la forma en cómo está programada el módulo de selección de niveles.

```

1 package kr3xsoft.memorium;
2
3 import ...
4
5 public class SubMenuPrincipal extends AppCompatActivity {
6     Button btnMenuPrincipal, btnJuego2x2;
7
8     @Override
9     protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
10        super.onCreate(savedInstanceState);
11        setContentView(R.layout.activity_sub_menu_principal);
12
13        btnMenuPrincipal = (Button)findViewById(R.id.btnMenuPrinc);
14        btnJuego2x2 = (Button)findViewById(R.id.btnPantallaJuego2x2);
15        btnMenuPrincipal.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
16
17            @Override
18            public void onClick(View view) {
19                Intent btnMenuPrincipalINT = new Intent(SubMenuPrincipal.this, MenuPrincipal.class);
20                finish();
21                startActivity(btnMenuPrincipalINT);
22            }
23        });
24
25        btnJuego2x2.setOnClickListener(new View.OnClickListener(){
26
27            @Override
28            public void onClick(View view) {
29                Intent btnPantallaJuego2x2INT = new Intent(SubMenuPrincipal.this, PantallaJuego2x2.class);
30                finish();
31                startActivity(btnPantallaJuego2x2INT);
32            }
33        });
34
35    }
36

```

Figura 4. Fragmento del código del módulo de selección de niveles

Después de realizar las correcciones establecidas por parte del equipo de trabajo, se concluyó la primera versión como se muestra en la figura 5, para posteriormente iniciar la etapa de evaluación aplicando las herramientas a personas con discapacidad visual y poder identificar posibles errores o sugerencias de cambio.

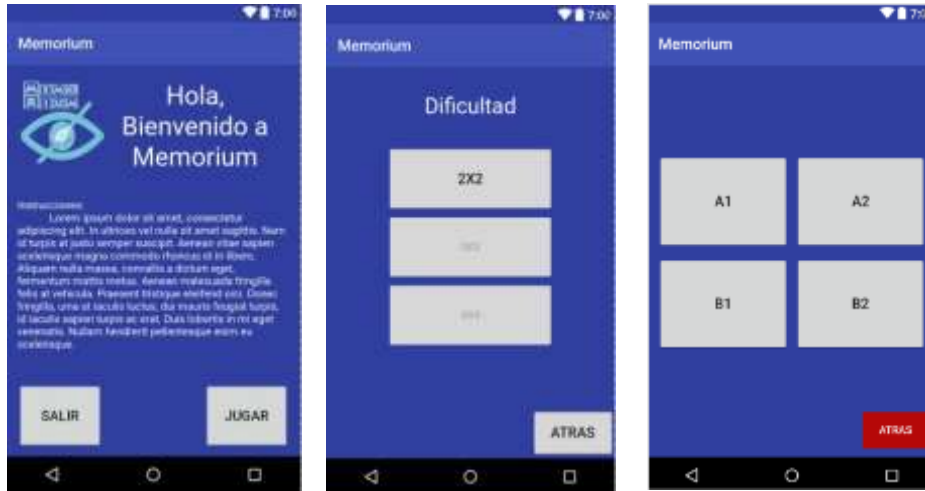


Figura 5. Vistas de la aplicación

#### 4.4 Implementación

Con la finalidad de realizar las pruebas como parte de la implementación de la primera versión, se presentó la aplicación a dos personas con discapacidad visual en el DIF de la Ciudad de Aguascalientes, donde uno de los usuarios tenía conocimiento en el uso de dispositivos móviles, y el otro, tenía poca experiencia en el uso del celular, sin embargo, fue de gran apoyo para la realización de la prueba.

La primera reacción de los usuarios fue de emoción, ya que comentaron no conocer una variedad de juegos dedicados a las personas con discapacidad visual, por lo tanto, al llevar a cabo la implementación de la aplicación mostraron interés por utilizarla, además del entusiasmo por saber que existían personas dedicadas a la investigación y desarrollo de herramientas de apoyo para personas con su tipo de discapacidad.



Imagen 1: Primer usuario

El usuario con conocimientos en el uso de dispositivos móviles (Imagen 1), utilizó la aplicación sin presentar algún problema, se inició con una explicación de cuál era la intención de la aplicación, más no de cómo utilizarla, ya que la misma herramienta por la forma en como está realizada, brinda la explicación de cómo se usa, a lo que el usuario prestó atención y pudo jugar con el memorama sin algún problema.

En el caso del usuario con conocimientos básicos en el uso de celular (Imagen 2), se pudo observar que le resultó fácil el manejo de la aplicación, ya que las instrucciones de la aplicación le fueron claras y entendibles, siendo



para el usuario, un juego agradable y fácil de utilizar. Todas estas observaciones fueron consideradas para futuras versiones que se estarán desarrollando implementando los cambios que se consideren necesarios por parte del equipo de trabajo a partir de comentarios, retroalimentaciones y mayor investigación.

Imagen 2: Segundo usuario

#### 4.5 Evaluación y retroalimentación

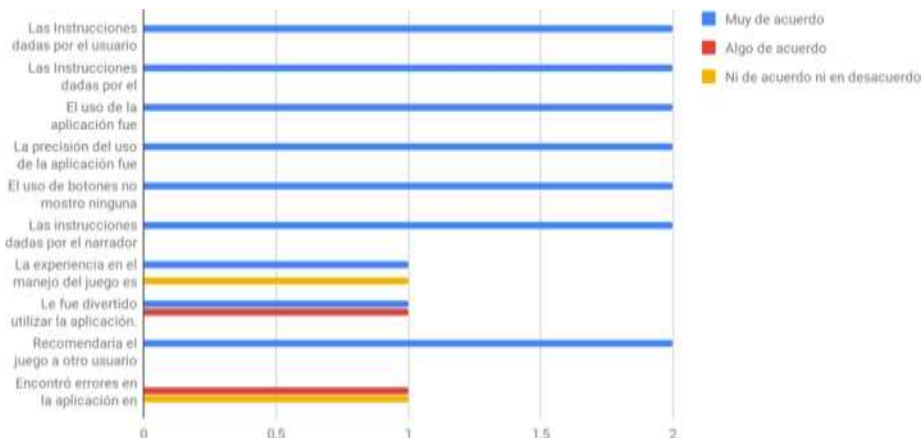
Con la finalidad de validar la viabilidad de la herramienta, a los usuarios se les realizó una serie de preguntas (ver figura 6) a partir de su experiencia al utilizar la aplicación, con la finalidad de recolectar sus comentarios y recomendaciones para ser evaluadas posteriormente por el equipo de trabajo, para establecer las mejoras que se pudieran implementar.

No.	Indicador	Muy de acuerdo	Algo de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Muy en desacuerdo
1	Las instrucciones dadas por el usuario en cuanto funcionamiento fueron claras y sencillas de entender.					
2	Las instrucciones dadas por el programa fueron claras y sencillas de entender.					
3	El uso de la aplicación fue sencillo de utilizar.					
4	La precisión del uso de la aplicación fue el adecuado.					
5	El uso de botones no mostro ninguna dificultad para el usuario.					
6	Las instrucciones dadas por el narrador son fácilmente entendibles.					
7	La experiencia en el manejo del juego es sencilla de utilizar.					
8	Le fue divertido utilizar la aplicación.					
9	Recomendaría el juego a otro usuario con discapacidad visual.					
10	Encontró errores en la aplicación en cuanto usabilidad.					
Comentarios por parte del usuario						

Figura 6. Formato de evaluación sobre la experiencia del cliente con el uso de la aplicación

Al analizar las dos evaluaciones aplicadas, en la Gráfica 1, se pudo identificar que los usuarios estuvieron muy de acuerdo en que las instrucciones que le brindaba la aplicación para poder utilizar la herramienta, eran claras y sencillas de entender, lo que provocó que el uso de la aplicación se les facilitara. Durante la aplicación, se pudo constatar que no se presentó alguna dificultad con el uso de los botones por parte de los usuarios, lo que brindó una experiencia agradable en el manejo de la misma.

Por último, los usuarios comentaron que están muy de acuerdo en recomendar la aplicación a otros usuarios con discapacidades visuales iguales a las suyas, solo uno de ellos estuvo indeciso en si había errores o no dentro de la aplicación, debido a que, por desconocimiento de otras herramientas, no se sentían con la claridad de evaluarlo como si estaba todo de forma correcta o le faltaba algo más.



Gráfica 1. Resultados de la aplicación del formato de evaluación sobre la experiencia del cliente con el uso de la aplicación.

Al final de la evaluación, en la parte de los comentarios, solo uno de los usuarios mencionó lo siguiente: “El memorama es muy buen juego para fortalecer la memoria y además divertido, me gustaría que existan más aplicaciones para personas con discapacidad visual”.

Estos resultados obtenidos fueron presentados en una reunión con el equipo de trabajo, se valoraron los cambios y se realizaron los registros de las evaluaciones aplicadas, todo esto con la finalidad de poder evaluar en un futuro la aplicación con más usuarios con diferentes discapacidades visuales y poder establecer si es necesario realizar una nueva versión o continuar sólo con la actualización de esta misma.

## 5 Conclusión

Con todas las herramientas tecnológicas que actualmente existen, se puede elaborar un producto de alta calidad y usabilidad para este sector de la población que se pretende integrar, al igual que las personas normo visuales tienen necesidad de entretenimiento y diversión, ya que como se ha mencionado con anterioridad pocos elementos de esta índole en la actualidad se enfocan a las personas con discapacidad visual.

Haciendo referencia a la sección de implementación y evaluación, se pretende que el funcionamiento sea el adecuado y óptimo para su salida lo cual será un trabajo tanto del experto que va a estar laborando con el equipo de trabajo para que mediante su percepción nos de sus correcciones de ser necesarias comprobando que en cuanto los tamaños, lectores y textos e instrucciones sean claras y precisas.

Con dicha propuesta además se pretende hacer una integración con las personas de discapacidad visual y el uso de las tecnologías sin necesidad de distinción e invitando a que su uso no es nada limitado o diferente y que en todo el caso contrario invitar a que hagan uso de los dispositivos para una inclusión en la sociedad.

Además, fortalecer el sentido de retención mediante memorización de los elementos y fomentar el aprendizaje mediante una aplicación entretenida y educativa que además será para uso con personas con baja visión o complementemente ciegas.

## Referencias

1. Sánchez, J., Flores, H., Sáenz, M., y Guerrero, L.: *Modelo de desarrollo de aplicaciones móviles basadas en videojuegos para la navegación de personas ciegas*. Actas XIV Taller Internacional de Software Educativo, TISE Vol. 9, pp. 177-187, 2009.
2. Villar, F. (2015). Propuesta metodológica para impulsar el desarrollo de nuevas aplicaciones para las personas ciegas o con visión reducida a través del análisis de la vigilancia tecnológica en el sector de la tiflotecnología, Tesis doctoral en la Universidad Politécnica de València Esp.
3. Grupo gesfomedia S.L. (2003). Juegos de Memoria infantiles para niños. Mundo Primaria, <https://www.mundoprimaria.com/juegos-de-memoria-infantiles/>
4. García, J. I., & Parra Cañadas, D.: *La formación de ciegos y discapacitados visuales*, visión histórica de un proceso de inclusión, Dialnet Vol.1, pp.453-462, 2009.
5. Zappalá, D., Köppel, A., y Suchocolski, M.: *Inclusión de TIC en escuelas para alumnos con discapacidad visual*, 1a ed., Buenos Aires, Ministerio de Educación de la Nación, 2011.
6. Organización Mundial de la Salud (OMS): *Ceguera y discapacidad visual*, 2014, Url: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>
7. Sanjurjo, L. (2009). *Los dispositivos para la formación en las prácticas profesionales*. Rosario, Argentina: Homo Sapiens.
8. Riaño, J. (2013). *Juegos serios*. Bilbao: Bizkai Lab. Recuperado de [http://www.bizkailab.deusto.es/wp-content/uploads/2013/05/estado\\_arte\\_SG4E.pdf](http://www.bizkailab.deusto.es/wp-content/uploads/2013/05/estado_arte_SG4E.pdf)
9. Marcano, B. (2008). *Juegos serios y entrenamiento en la sociedad digital*. Revista Electrónica Teoría de la Educación y Cultura en la Sociedad de la Información9 (3), 93-107.
10. TatosGames (2014) *Blind tales* (Versión 1.0.6) [Aplicación móvil], Consultado de: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Tatos.BlindTales&hl=es>

11. DOWINO (2016) A *Blind Legend* (Versión 1.2.3) [Aplicación móvil], Consultado de: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dowino.ABlindLegend&hl=es>
12. Brown, G. (2016) *Blindscape* (Versión 1.2) [Aplicación móvil] Consultado de: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gavinbrown.blindscape&hl=es>
13. Unobrain Neurotechnologies (2016) *Unobrain*(Versión 7.0.2) [Aplicación móvil] Consultado de: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.unobrain.gimnasio&hl=es>
14. Fernández, G. y Álvarez, F. (2012) *Juegos accesibles para juegos en plataformas móviles, Proyecto de sistemas Informáticos*, Facultad de Informática, Universidad Complutense de Madrid. Url: [http://eprints.ucm.es/16107/1/Memoria\\_BFG.pdf](http://eprints.ucm.es/16107/1/Memoria_BFG.pdf)
15. Sánchez, J. (2010) *Una metodología para desarrollar y evaluar la usabilidad de entornos virtuales basados en audio para el aprendizaje y la cognición de los usuarios*. Santiago, Chile.
16. Samaniego, P.: *Aproximación a la realidad de las personas con discapacidad en Latinoamérica*, Comité español de representantes de personas con discapacidad, 2006Url: [https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=P-L3\\_nRM\\_p8C&oi=fnd&pg=PA126&dq=estudios+sobre+personas+ciegas+&ots=rb5xkAywyX&sig=YZbC\\_IIP6782z-SNL\\_rS7Fo8nyo#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=P-L3_nRM_p8C&oi=fnd&pg=PA126&dq=estudios+sobre+personas+ciegas+&ots=rb5xkAywyX&sig=YZbC_IIP6782z-SNL_rS7Fo8nyo#v=onepage&q&f=false)

## Proceso de medición de aprendizaje explícito (área lógica-matemática) aplicado en usuarios ciegos

Ana Guadalupe Rosales Zúñiga<sup>1</sup>, Kevin Borja Díaz<sup>2</sup>, Marbely Olivia German Beltrán<sup>3</sup>, Eduardo Emmanuel Rodríguez López<sup>4</sup>, Francisco Javier Álvarez Rodríguez<sup>5</sup>, Teresita de Jesús Álvarez Robles<sup>6</sup>

<sup>1</sup> TECN/ITP – Ingeniería Industrial, maygu2427@gmail.com

Felipe Ángeles Km. 84.5, Venta Prieta, 42083 Pachuca de Soto, Hgo. México

<sup>2</sup> UABC – Bioingeniería, kevin.borja@uabc.edu.mx

Avenida Álvaro Obregón s/n, Segunda, 21100 Mexicali, B.C., México

<sup>3</sup> UABC – Bioingeniería, marbely.german@uabc.edu.mx

Avenida Álvaro Obregón s/n, Segunda, 21100 Mexicali, B.C., México

<sup>4</sup> UAA – Maestría en Ciencias con Opción a Computación, Matemáticas Aplicadas, edwral@hotmail.com

Av. Universidad #940, 20130 Aguascalientes, Ags. México

<sup>5</sup> UAA – Profesor Investigador, Departamento de Ciencias de la Computación, fjalvar.uaa@gmail.com

Av. Universidad #940, 20130 Aguascalientes, Ags. México

<sup>6</sup> Facultad de Estadística e Informática, alvarez88.t@gmail.com

Av. Xalapa esq. Manuel Ávila Camacho s/n, col. Obrero Campesina, 91020. Xalapa, Veracruz, México.

**Abstract.** In this work, experimentation was developed to measure attention levels and alpha-beta rhythms during the performance of a mathematical logical reasoning task, a turn-based game called "the Twelve Coins". There is an evaluator who knows an infallible technique to win as long as he is the second player in turn. The electroencephalographic waves are measured during the game, applying the technique against the user, and then the game is repeated explaining the technique and inviting him to put it into practice. With this process, explicit learning is generated in the user, which is interpreted through the waves described above.

### 1 Introducción

Las matemáticas son parte de las ciencias deductivas que contribuyen a la agilización del razonamiento [1].

Una forma común de entrenar el razonamiento lógico – matemático es realizando test o exámenes de matemáticas, como los realizados durante la preparación académica, sin embargo, esta clase de pruebas suelen generar estrés y ansiedad al realizarse a gran cantidad de estudiantes universitarios [2], por lo cual, una forma alternativa con el mismo fin, son los juegos de razonamiento matemático, que no suponen una responsabilidad mayor al usuario que los realiza e incluso son divertidos y generan competitividad.

Los conocimientos que se busca que sean adquiridos conscientemente son conocidos como aprendizaje explícito, es decir, la persona que está aprendiendo, es totalmente consciente de ello, a diferencia del aprendizaje implícito, en el cual, las personas son inconscientes de su aprendizaje (como un niño que está aprendiendo a hablar).

Existen estudios de electroencefalografía (EEG) en los que se pueden medir ciertos patrones de las ondas cerebrales relacionados con la forma, frecuencia, amplitud o presencia o ausencia de ondas específicas.

Los electroencefalogramas suelen usarse en la práctica médica como apoyo en el diagnóstico de ciertas enfermedades o trastornos mentales. Sin embargo, en años recientes, se han desarrollado dispositivos capaces de adquirir las señales cerebrales con otro tipo de fines, como educativos o computacionales, son los llamados BCI, interfaces Cerebro-Computadora, que establecen una conexión de las ondas cerebrales con un sistema computacional. Para estos sistemas, hay aplicaciones que van desde los juegos hasta las de análisis científicos para investigación. Los BCI's comunes, permiten la adquisición de las ondas electroencefalográficas (Delta, Theta, Alfa, Beta y Gamma) y otro tipo de señales como la atención, meditación, estrés o parpadeo.

Gracias a estos dispositivos y a la gran variedad de software que hay para utilizarlos, se ha podido incrementar la investigación en ramas neurológicas – computacionales de bajo costo, sin la necesidad de sistemas de adquisición y procesamiento más complejos.

Así pues, mediante el análisis de las señales obtenidas con estos BCI's, pueden buscarse los patrones descritos con anterioridad que están relacionados con el aprendizaje y la memoria (métricas) bajo situaciones

específicas, es decir, el usuario del BCI, puede realizar por ejemplo un test de matemáticas, al tanto que sus ondas cerebrales son adquiridas y analizadas para correlacionar sus patrones con la teoría referente al aprendizaje y la memoria.

Esta clase de pruebas experimentales, pueden realizarse a cualquier tipo de usuario, y para el caso de esta investigación, se desarrolló un modelo de experimentación con un juego de razonamiento matemático (relacionado con las habilidades lógico – matemáticas) referentes al aprendizaje explícito para personas con ceguera.

Con este estudio se busca evaluar las métricas y patrones presentes en las ondas cerebrales en las personas con ceguera y generar un modelo de aplicación de pruebas que pueda replicarse con otro tipo de mediciones de aprendizaje o memoria.

## 2 Proceso de medición de aprendizaje explícito

Mediante un juego de razonamiento matemático llamado “Juego de las 12 monedas” se evalúa el aprendizaje explícito.

El juego es propuesto por el matemático español Eduardo Saenz de Cabezón en una conferencia llamada “Las matemáticas nos hacen más libres y menos manipulables” [3].

El juego se puede hacer en una pizarra o bien con monedas (de ahí su nombre), consiste en un juego de competencia de uno contra uno en el que se busca retirar la última moneda (o el último par de monedas) para ganar.

### Procedimiento:

- Se comienza siempre con doce monedas repartidas en forma circular.
- Cada jugador debe retirar una o dos monedas por turno, con la condición de que, si se decide retirar dos monedas, estas deben estar juntas (contiguas).
- El jugador que retire la última, (o el último par) gana la partida.

Es un juego bastante sencillo que, jugado de una manera en específica (técnica), siempre da la victoria al segundo lugar.

Esta manera de jugar es cediendo el primer turno al contrincante y siempre copiar sus movimientos en espejo, por ejemplo, si el jugador 1, decide retirar una piedra, el jugador 2 debe retirar una también del lado opuesto a la que este la retiró.

Con este método de juego está garantizada la victoria siempre para el segundo jugador.

Dado este preámbulo, se buscaron participantes con ceguera (personas del DIF municipal de Aguascalientes) que quisieran jugar con alguno de los evaluadores (alumnos de pregrado participantes del Verano de Investigación científica Delfín) con el previo consentimiento del participante plasmado en una carta donde aceptaba que durante el juego, se realizaría el registro de las ondas cerebrales del concursante con ceguera, y que a la postre, sus señales serían analizadas con fines académicos y de investigación.

Para poder adaptar el juego de mejor manera para las personas con ceguera, en lugar de monedas, se utilizaron piedras, siendo la temática del juego, la misma.

Una representación simple del juego se observa en la Figura 1,

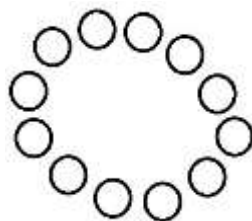


Figura 1 Juego de las Doce Monedas

### Medición de aprendizaje implícito

Para generar un aprendizaje implícito durante el juego, el concursante debe estar consiente que va a aprender algo en específico, por lo cual, el conocimiento involucrado para esta actividad fue de hecho, la forma ganadora garantizada para el segundo participante:

- Se juega una primera partida de evaluador vs concursante sin explicar la técnica ganadora para el segundo jugador, invitando como primer paso, que el concursante sea quien arranque el juego (mientras que el evaluador aplica esta técnica).
- Dado que la técnica es infalible siempre que el jugador dos la siga al pie de la letra, el evaluador le ganará al concursante sin dificultad.
- Una vez terminada la primera partida, se explica detalladamente la técnica al concursante y se le invita a que la ponga en práctica en la partida siguiente para corroborar que ganará (aunque bien el concursante puede no usarla y querer jugar a su manera, con lo cual no se garantiza su victoria)
- Durante la partida, se adquieren las señales EEG del concursante, posteriormente, se realiza un análisis de esta, identificando los tiempos de cada etapa del juego (comienzo, explicación del patrón, inicio del segundo juego).

### Herramientas utilizadas

- El dispositivo BCI utilizado para la adquisición de las señales EEG es la diadema MindWave de NeuroSky (Figura 2) [4].



Figura 2 Diadema MindWave de NeuroSky

- El software para adquirir las señales es NeuroExperimenter (disponible en el sitio web del fabricante NeuroSky de manera gratuita, Figura 3) [5].



Figura 3 Interfaz principal de NeuroExperimenter

- Microsoft Excel (para hacer la graficación y comparación de las señales, sin embargo, puede utilizarse cualquier otro programa compatible con archivos .csv como Matlab).

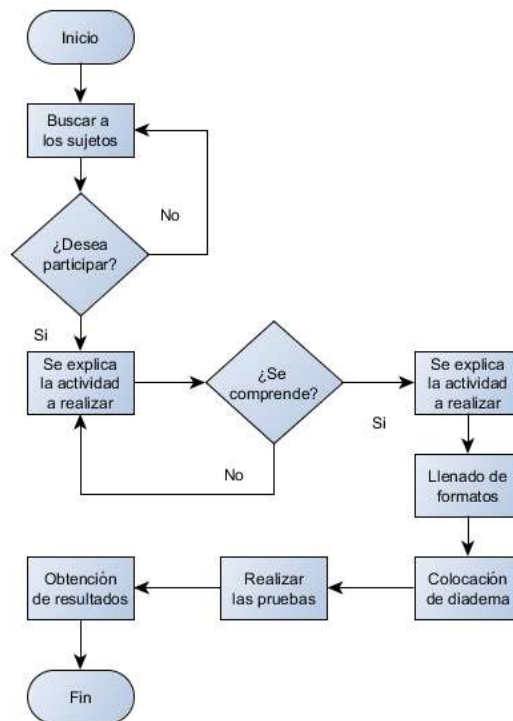
### Métricas para el aprendizaje implícito.

- “En las tareas explícitas, la sincronía alfa/beta aumenta con el aprendizaje y disminuye a partir de entonces” [6].
- "(Lo anterior)... podría reflejar la construcción de un modelo de la tarea". "Y luego, una vez que se aprende la tarea, los ritmos alfa-beta caen, porque el modelo ya está construido" [6].

**NOTA:** Cabe señalar que la experimentación realizada por el Dr. Miller, fue con animales, por lo cual, las métricas que él plantea tratan de ser corroboradas con esta experimentación con humanos.

### Implementación

Para llevarse a cabo la experimentación, se diseñó un proceso guía, (Figura 4).



**Figura 4** Proceso guía para la experimentación

## 3 Resultados

Se realizó experimentación con dos personas con ceguera, aplicando el mismo juego bajo las mismas condiciones, durante este, se registraron las señales de atención y los ritmos Alfa – Beta, para corroborar las métricas propuestas con anterioridad. Por confidencialidad, no se muestran los nombres ni datos de los participantes, recalcando que solo se pudieron realizar pruebas con dos sujetos, puesto que fueron los interesados en participar bajo su voluntad.

### Sujeto 1.

Datos:

110s. empieza segundo juego	300s. explicación del juego
180s. aproximadamente termina primer juego	353s. empieza tercer juego
240s. empieza segundo juego	370s. termina tercer juego
275s. termina segundo juego	

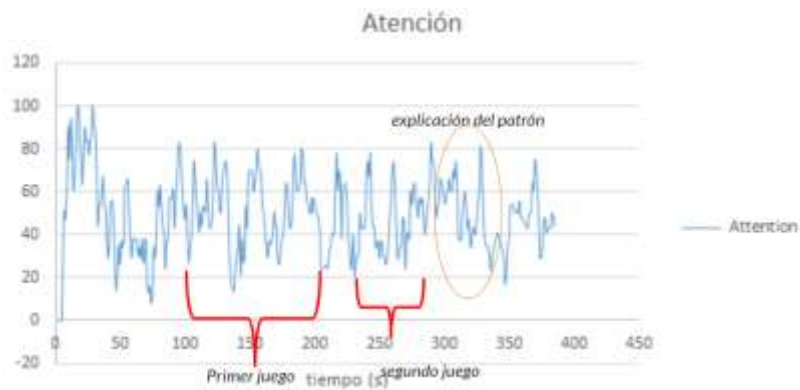


Figura 5 Atención, Sujeto 1

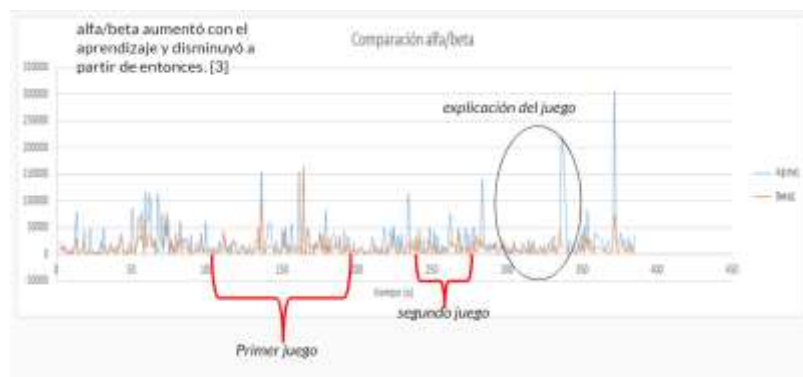
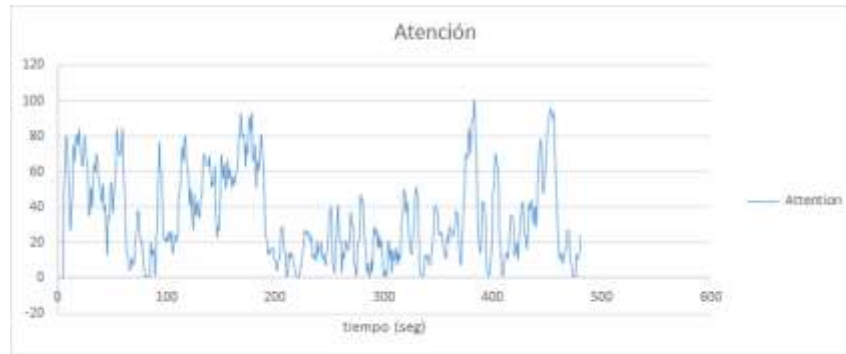


Figura 6 Ritmos Alfa - Beta, Sujeto 1

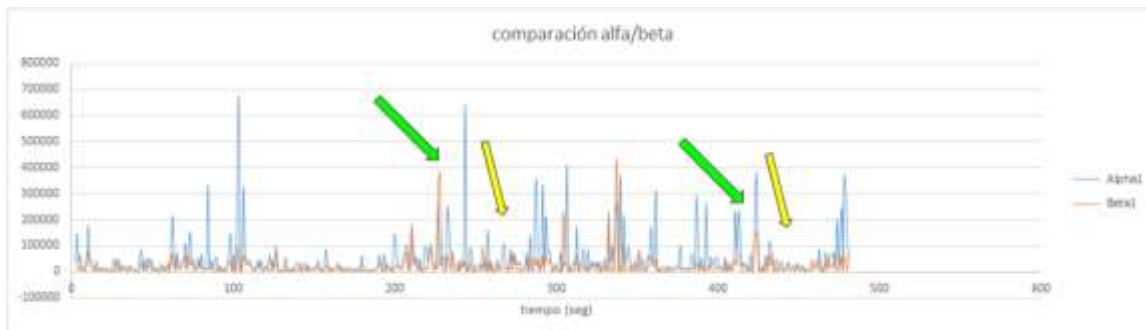
## Sujeto 2.

Datos:

0-40s. explicación de cómo jugar	257s. empieza tercer juego
40s. empieza primer juego	375s. termina tercer juego
107s. termina primer juego	396s. explicación del juego
120s. empieza segundo juego	427s. empieza cuarto juego
210s. termina segundo juego	475s. termina cuarto juego



**Figura 7.** Atención, Sujeto 2



**Figura 7** Ritmos Alfa - Beta, Sujeto 2

**Nota:** Flecha verde: Alfa – Beta aumentó con el aprendizaje  
 Flecha Amarilla: Alfa – Beta disminuyó a partir de entonces

## 4 Discusiones y Conclusiones

Aunque el juego está planteado para jugarse dos veces con cada concursante, ambos sujetos decidieron jugar más de dos ocasiones. La diferencia más notoria entre concursantes es el tiempo de duración de ambos registros, tanto de atención como de ritmos Alfa – Beta, esto se debe a que el Sujeto 2, solicitó repetir la explicación de la técnica ganadora y el juego una vez más, por lo cual, con él se jugaron 4 juegos en lugar de 3.

Referente a la comparación de los sujetos, con el Sujeto se observa que, a pesar de que presentó estrés y ansiedad durante la prueba hubo una adquisición de aprendizaje, con lo cuál puede verificarse que el estrés si bien no favorece el aprendizaje, no es una barrera determinante para adquirir información.

Experimentos como estos pueden ampliarse enfocados a observar otro tipo de ondas, como las gamma, delta o theta, aplicando otro tipo de tareas que puedan evaluar otros tipos de aprendizaje, memoria a corto o largo plazo, atención o meditación, puesto que para cada tipo de onda cerebral, en condiciones específicas, se asocian cierto tipo de comportamientos.

## 5 Referencias

- [1] A. C. J. L. Tapia, *Cómo desarrollar el razonamiento lógico matemático*. Editorial Universitaria, 1995.
- [2] L. Valero Aguayo, "Evaluación de ansiedad ante exámenes: Datos de aplicación y fiabilidad de un cuestionario CAEX," *Anales de psicología*, vol. 15, no. 2, 1999.

- [3] E. S. d. Cabezón, "Las matemáticas nos hacen más libres y menos manipulables," ed: BBVA Aprendemos Juntos, 2018.
- [4] NeuroSky. (2015, 08/25). *NeuroSky Store*. Available: <https://store.neurosky.com/>
- [5] F. Mellender. (2018). *NeuroExperimenter*. Available: <https://sites.google.com/site/fredm/neuroexperimenter>
- [6] R. F. Loonis, S. L. Brincat, E. G. Antzoulatos, and E. K. Miller, "A meta-analysis suggests different neural correlates for implicit and explicit learning," *Neuron*, vol. 96, no. 2, pp. 521-534. e7, 2017.

# Sistema Web WPIII para determinar el nivel de adquisición de vocabulario mediante la aplicación de test Peabody III en alumnos de Educación Básica

Carlos Sandoval<sup>1</sup>, Arturo De Casso<sup>2</sup>, Mónica Carreño<sup>3</sup>,  
Andrés Sandoval<sup>4</sup>, Israel Durán<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Departamento Académico de Sistemas Computacionales, UABCS,  
Carretera al Sur Km. 5.5, La Paz, México

<sup>1</sup>[csandoval@uabcs.mx](mailto:csandoval@uabcs.mx), <sup>2</sup>[decasso@uabcs.mx](mailto:decasso@uabcs.mx), <sup>3</sup>[mcarreno@uabcs.mx](mailto:mcarreno@uabcs.mx), <sup>4</sup>[sandoval@uabcs.mx](mailto:sandoval@uabcs.mx), <sup>5</sup>[iduran@uabcs.mx](mailto:iduran@uabcs.mx)

**Resumen:** En el presente trabajo se aborda la creación de un Sistema Web para la aplicación de pruebas Peabody III en alumnos del nivel de Educación Básica con indicios de Trastorno del Lenguaje, siendo la finalidad automatizar la obtención de resultados, seguimiento y almacenamiento de expedientes, además de la generación de estadísticas. Coadyuvando en la detección oportuna del Trastorno del Lenguaje para su adecuado tratamiento.

**Palabras Clave:** Lingüística, Inclusión, Trastorno del Lenguaje, Sistema Web, Test Peabody III.

## 1 Introducción

En el desarrollo del lenguaje se pueden presentar problemas que ocasionan un lento progreso o incluso una falta de adquisición de habilidades lingüísticas por parte de la persona, siendo esto considerado como Trastorno del Lenguaje (TL). Dicho padecimiento afecta al 7.4% de la población infantil a nivel mundial [1].

La Educación Especial a nivel mundial presenta amplios desafíos, siendo una necesidad primordial la temprana detección de las discapacidades lingüísticas [1][2]. Las habilidades lingüísticas de una persona se ven ampliamente influenciadas por sus capacidades y habilidades cognitivas innatas y desarrolladas, además de su entorno familiar y social [2][3]. Siendo necesaria la temprana detección de deficiencias en el desarrollo del lenguaje para la oportuna atención tanto a nivel educativo como terapéutico, repercutiendo en su desarrollo a corto, mediano y largo plazo, dado que un bajo desarrollo del lenguaje afecta tanto las áreas emocionales, sociales y educativas del individuo, dificultando su inclusión social. Siendo necesaria la intervención multidisciplinaria para la atención de los casos con bajo rendimiento comunicativo [4][5].

La Unidad de Servicios de Apoyo a la Educación Regular (USAER) [6] es la unidad encargada de apoyar los niños(as) y adolescentes con necesidades educativas especiales (NEE) (discapacidad y/o actitudes sobresalientes) integrados en las escuelas de educación regular (Figura 1) en México, fungiendo como un servicio de apoyo a la inclusión educativa. Las pruebas Peabody III son realizadas por personal de USAER (maestro de Comunicación) de la Secretaría de Educación Pública (SEP) de México.



**Figura 1.** Posición de USAER en la estructura orgánica de SEP de México.

Actualmente la aplicación de pruebas Peabody III para la detección de problemas en el desarrollo del lenguaje receptivo, se realizan en condiciones tradicionales, sin intervención de sistemas de cómputo y sus resultados son almacenados en documentos en papel, sin existir formatos digitales de los mismos, ni procesamiento automatizado tanto de la prueba como de sus resultados. Además de no contar con estadísticas locales de las pruebas realizadas.

No existe un seguimiento de los individuos participantes en las pruebas más allá del nivel de educación básica, ni se pueden consultar sus expedientes digitales, dado que no existen como tales. Esto plantea dificultades tanto en la educación media como en la superior, dado que la persona con alguna discapacidad que afecta su desempeño lingüístico, no puede continuar su proceso multidisciplinario de apoyo al no existir antecedentes sobre su diagnóstico y tratamiento en el nivel educativo básico.

## 2 Test Peabody III

Lloyd M. Dunn y Leota M. Dunn presentaron la primera versión de la prueba Peabody Picture Vocabulary Test (PPVT) en 1959. Se realizó una revisión de la prueba en 1981, siendo conocida como Peabody II (PPVT II). Para 1997 se efectuó una tercera revisión de la prueba, Peabody III. Estas versiones son con vocabulario en idioma inglés [7]. La prueba fue adaptada al idioma español en 2006 por David Arribas Aguila en España [8]. En América Latina se utiliza la versión española de la prueba, lo cual puede ocasionar que los niños presenten un menor rendimiento, dado que existen diferencias en el vocabulario empleado en los países de habla hispana como se describe en [7].

Si bien el test Peabody III puede ser aplicado en personas de 2 años y medio a 99 años de edad, la población objetivo del sistema propuesto serían personas con discapacidad en el nivel de educación básica (preescolar, primaria y secundaria). Los test son aplicados a dichos individuos por el personal de USAER, vía el maestro de Comunicación, encargado de identificar los problemas del lenguaje y comunicación del alumno y dar seguimiento a la atención sugerida. Es posible el intercambio de información entre USAER y otras instituciones de apoyo a las personas con alguna discapacidad.

En [7][8] se describe el funcionamiento de la prueba (Figura 2):

1. Evalúa la adquisición de vocabulario de una persona.
2. La detección oportuna de dificultades en la aptitud verbal.

Un individuo con los siguientes parámetros de referencia para la evaluación:

1. Se debe determinar la edad cronológica del evaluado al día de la prueba.
2. Se debe realizar en un lugar cómodo, sin distractores ni interrupciones.
3. Solamente participan el evaluador y el evaluado.

Antes de aplicar el test *Peabody III* se debe realizar una simulación con láminas de ejemplo, divididas en grupos A y B para menores de 8 años, C y D para mayores de 8 años. Esto ayuda tanto para instruir al evaluado sobre la prueba como para determinar el nivel óptimo inicial para el test conforme a las habilidades demostradas por el individuo.

Cada reactivo de la prueba consiste en una palabra y una pregunta como ¿podrías señalarme...?, indícame..., ¿dónde está...?, para esto se muestran cuatro imágenes y el sujeto debe indicar en cual se encuentra lo solicitado.

La aplicación del test *Peabody III* consiste en:

1. Se aplican 192 reactivos o palabras divididos en grupos de 12 conceptos por edad ascendente, por lo general, los individuos suelen contestar 7 grupos, 84 elementos de los 192(43%)
2. Con base en la edad cronológica, se inicia con los reactivos en el grupo de edad correspondiente, haciendo ajustes conforme a lo determinado en la simulación de la prueba.

- Se procederá a determinar el conjunto base (Figura 3), se aplica el conjunto de la edad cronológica, si no presenta 2 o más errores y se completan los 12 reactivos del nivel, este se toma como conjunto base para iniciar la evaluación. En caso contrario, al tener 2 errores o más, se desciende un nivel y se evalúa para tratar de determinar si es el conjunto base, de lo contrario se continúa descendiendo niveles aplicando las mismas reglas hasta llegar al nivel 1 de la prueba, el cual será el conjunto base.
- El siguiente paso es determinar el conjunto techo (Figura 4), se procede a evaluar el nivel hasta completarlo, subiendo al siguiente nivel, o si se presentan 8 o más errores en un solo nivel, se termina la aplicación de la prueba, siendo este nivel el conjunto techo. Si se determinó el nivel 1 como conjunto base, éste no debe presentar 8 o más errores en ese nivel, de ser así la prueba se suspenderá, clasificando al sujeto como “no evaluable” con el *Peabody III*.

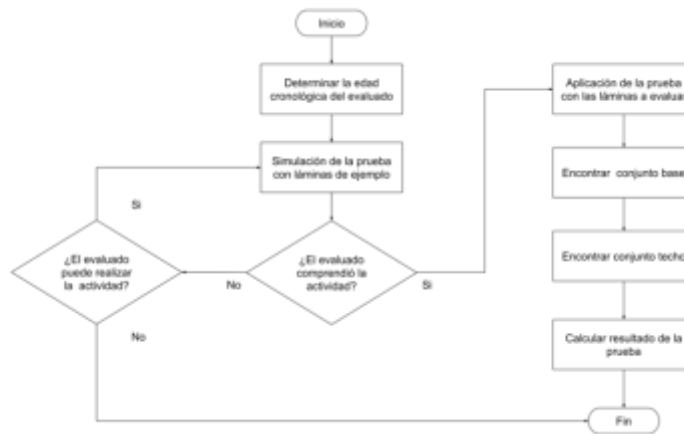


Fig. 2. Algoritmo general del test Peabody III

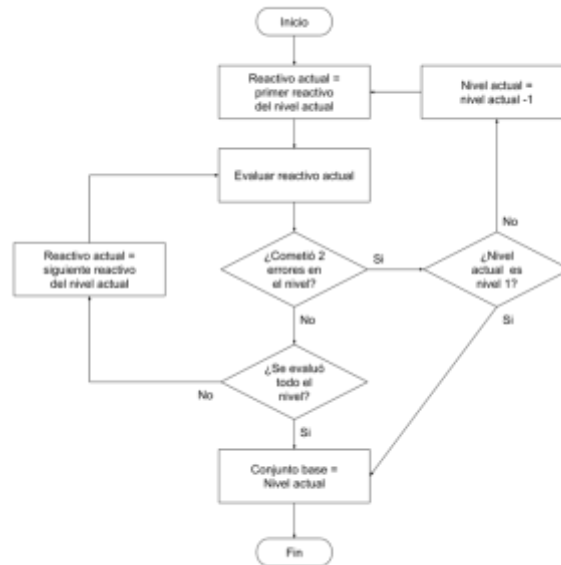
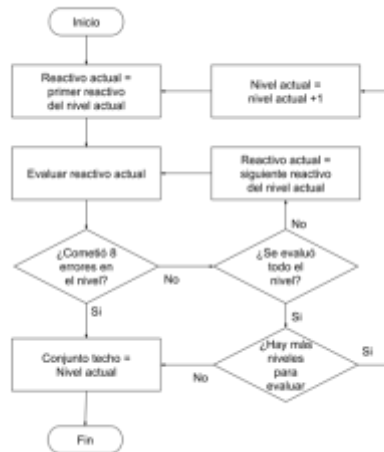


Figura 3. Algoritmo para el cálculo del conjunto base en el test *Peabody III*



**Figura 4.** Algoritmo para el cálculo del conjunto techo en el test *Peabody III*

Para calcular el resultado de la prueba (Figura 5) se realiza los siguientes pasos:

1. Sumar los errores desde el conjunto base hasta el conjunto techo, total de errores.
2. Sumar la cantidad de reactivos desde el nivel 1 hasta el último reactivo del conjunto techo, estos son los reactivos contestados.
3. Cálculo de la puntuación directa, al total de reactivos evaluados se le resta el total de errores.

$$\text{Resultado} = \text{Reactivos evaluados} - \text{Errores cometidos}$$

**Figura 5.** Fórmula para calcular el resultado del test *Peabody III*

La puntuación nos sirve para determinar con las tablas establecidas en el test Peabody III los siguientes valores del evaluado:

1. Coeficiente intelectual (CI) conforme a la edad cronológica y el puntaje directo.
2. Edad equivalente (edad lingüística) conforme a la edad cronológica y el puntaje directo.

### 3 Metodología

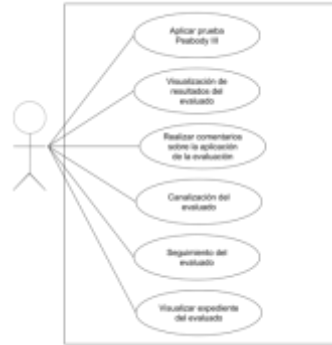
Para la sistematización de la prueba Peabody III se usó el ciclo de vida de prototipo evolutivo, permitiendo contar con retroalimentación durante el desarrollo del software. Se identificaron los siguientes requerimientos:

- Aplicación mediante un sistema computacional de la prueba Peabody III.
- Evaluación y cálculo de los resultados de la prueba Peabody III.
- Seguimiento y canalización del evaluado, siendo posible incluir información del tipo de canalización adecuado conforme a los resultados de la prueba.
- Contar con un expediente digital de la persona evaluada, almacenando información de las pruebas a las que fue sometido y las medidas tomadas con base en los resultados obtenidos.
- Creación de un repositorio de información sobre los participantes y sus resultados. Dicho repositorio puede ser explotado mediante minería de datos y otras técnicas computacionales.
- Generación automatizada de estadísticas de los resultados locales de las pruebas.
- El incorporar sinónimos a las palabras de la prueba permite su adecuación al entorno de las personas evaluadas, siendo estas una alternativa que no modificaría la esencia de la prueba.

Por lo anterior, se plantea un Sistema Web para la aplicación de test Peabody III (WPIII), el cual actualmente se encuentra en etapa de implementación y pruebas (unitarias y de integración).

El sistema contará con tres tipos de usuarios, Aplicador, Evaluado y Administrador:

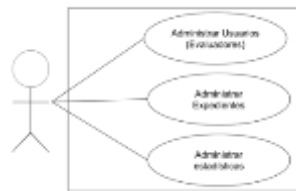
1. Evaluador: Personal de USAER que aplica la prueba (Figura 6).
2. Evaluado: Persona que responde la prueba (Figura 7).
3. Administrador: Persona encargada del correcto funcionamiento del sistema, con acceso a todos los expedientes y sus estadísticas (Figura 8).



**Figura 6.** Caso de uso del evaluador



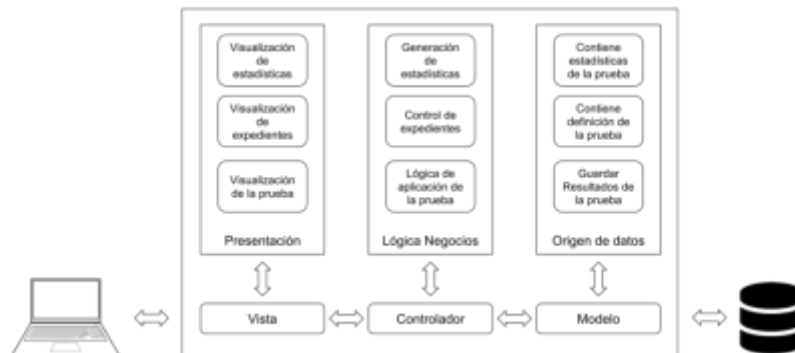
**Figura 7.** Caso de uso del evaluado



**Figura 8.** Caso de uso del administrador

Por las necesidades inherentes del campo de trabajo de WPIII se planteó como un sistema de cómputo cliente-servidor basado en Web, empleando servicios REST, además de ser responsivo del lado del cliente. Como manejador de base de datos se utilizó el motor MariaDB.

Se utilizará el patrón de diseño en capas Modelo-Vista-Controlador(Model-View-Controller MVC) (Figura 9) para la separación de responsabilidades entre el cliente y el servidor. La programación se realizará del lado del servidor en el lenguaje PHP 7.2, Laravel 5.6 como framework MVC para simplificar el desarrollo, además de HTML5. Del lado del cliente se utilizó HTML5 con Javascript para la codificación de la aplicación web, incluyendo el uso de VUE.js 2.5.17 y CSS3 para el desarrollo de la interfaz de usuario. Las peticiones al servidor se realizarán por medio de AJAX.



### Figura 9. Diagrama general del sistema WPIII

Se incluirán un módulo de Usuarios, con la información de los usuarios del sistema, básicamente administradores, encargados de aplicar la prueba y personal de USAER.

Módulo de Permisos y privilegios de los usuarios, con esto se podrá dotar al sistema de mecanismos estándar de seguridad.

El módulo de Test permite definir los test a evaluar en el sistema, facilitando la adopción de nuevas versiones de la prueba.

Módulo de Expedientes, contendrá los expedientes de las personas evaluadas mediante los test presentes en el sistema, incluyendo información adicional como las medidas adoptadas conforme al resultado de la prueba y el seguimiento dado al caso.

Se contará con un módulo para la Aplicación de la prueba, almacenando información como la fecha, hora y lugar de aplicación, la persona que aplicó la prueba, edad cronológica del evaluado, resultados y observaciones realizadas durante la ejecución del test, entre otros puntos.

Se incluirá un módulo de Estadísticas con base en los resultados de la prueba, respetando la privacidad de las personas, este módulo existe con la finalidad de dotar de estadísticas al personal de USAER y permitir la apertura de los datos a distintas instancias educativas y profesionales en la búsqueda de incentivar la investigación en esta área.

## 4 Conclusiones y trabajos futuros

La prueba Peabody III es importante en el contexto de la educación especial, dado que permite identificar de manera sencilla el nivel de avance lingüístico de una persona. La aplicación sistematizada de la prueba permite una rápida evaluación y canalización de los evaluados.

En futuras mejoras se pueden incluir nuevas pruebas a sistematizar, además de agregar nuevas características como minería de datos. El establecimiento de canales de información para el seguimiento de los evaluados en los niveles medio superior y superior por medio de su expediente digital, actualmente al superar la educación básica, se suspende su seguimiento. Es necesario la integración de pruebas diferentes a Peabody III para apoyar el trabajo del personal de USAER. El sistema puede ser replicado en otras entidades federativas e incluso en países de habla hispana.

## Referencias

1. Lepe, N.; Pérez, C.; Rojas, C.; Galarza, C.: Funciones ejecutivas en niños con trastorno del lenguaje: algunos antecedentes desde la neuropsicología. *Avances en Psicología Latinoamericana*. Vol. 36(2), pp. 389-403 (2018)
2. Samaniego, P.; Laitamo, S.; Valerio, S.; Francisco, C.: *Informe sobre el Uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en la Educación para Personas con Discapacidad*. UNESCO (2012)
3. Romero, S.: *La comunicación y el lenguaje: aspectos técnico-prácticos para los profesores de educación básica*. Secretaría de Educación Pública (1999)
4. Pérez, P.; Salmerón, T.: Desarrollo de la comunicación y del lenguaje: indicadores de preocupación. *Revista Pediatría de Atención Primaria*. Vol. VIII, No. 32, pp. 111-125 (2016)
5. Cárdenas, A.: Piaget: Lenguaje, conocimiento y Educación. *Revista Colombiana de Educación*. No. 60 (2011)
6. Secretaría de Educación Pública.: *Orientaciones generales para el funcionamiento de los servicios de educación especial*. Secretaría de Educación Pública (2006)
7. Olabarrieta-Landa, L.; Rivera, D.; Ibáñez-Alfonso, J.A.: Peabody Picture Vocabulary Test-III: Normative data for Spanish-speaking pediatric population. *NeuroRehabilitation*. No. 41 (2017)
8. Dunn, L. M.; Dunn, L. M.; Arribas, D.: *PPVT III PEABODY. Test de vocabulario en imágenes*. TEA Ediciones (2006).

# Consideraciones para el diseño de interfaces de usuario en aplicaciones para niños con autismo

Maray Carreño-León<sup>1</sup>, Amado Leyva-Carrillo<sup>2</sup>,  
Mónica Carreño<sup>3</sup>, Andrés Sandoval<sup>4</sup>

Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Departamento Académico de Sistemas Computacionales, UABCS,  
Carretera al Sur Km. 5.5, La Paz, México

<sup>1</sup>marayc@uabcs.mx, <sup>2</sup>aleyva@uabcs.mx, <sup>3</sup>mcarreno@uabcs.mx, <sup>4</sup>sandoval@uabcs.mx

**Resumen:** En los últimos años cada vez es más frecuente encontrar en diversas investigaciones la importancia del diseño de interfaces de usuarios, como un área de gran oportunidad y está más aun, con mayor relevancia cuando se trata de desarrollar interfaces de usuarios para personas con algún tipo de discapacidad. En el presente trabajo se presentan las consideraciones para el diseño de interfaces de usuarios en aplicaciones para niños con Trastorno del Espectro Autista, estas consideraciones parten de un estudio de las diferentes propuestas de diseño de interfaces de usuarios que sean ajustadas y sirvan de apoyo para diseñar propuestas que ayuden en gran medida al desarrollo de aplicaciones para este sector con discapacidad, con la finalidad de poder enriquecer los trabajos de diseño de interfaces.

**Palabras Clave:** Discapacidad, Diseño de interfaces, Trastorno del Espectro Autista, Inclusión.

## 1 Introducción

Las dificultades de acceso a la Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para personas con algún tipo de discapacidad han estado en constante evolución, no es para menos, por la relevación que tiene el tema, sin embargo, hay mucho por seguir avanzando. En lo que respecta a la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Banco Mundial presentan nuevas evaluaciones mundiales y expresan que más de 1000 millones de personas experimentan alguna forma de discapacidad [1], según en un informe presentado en el 2011 y que representa el 15% de la población mundial, del cual uno de cada 160 niños tiene un Trastorno del Espectro Autista (TEA). Estas instituciones solicitan a los diferentes gobiernos para que hagan el esfuerzo de contribuir al acceso a todos servicios generales, además de realizar inversiones que ayuden en gran medida a este sector.

En México para el 2014 la prevalencia de la discapacidad es de 6% a nivel nacional, es decir, 7.1 millones de habitantes, en lo que respecta a Baja California Sur (BCS) el 0.7% de la población en la entidad presenta alguna discapacidad, de estos, el 14.5% son niños, lo cual representa una concentración mayor entre los infantes por arriba de 8.8% a nivel nacional [2]. En BCS, según la Secretaria de Educación Pública (SEP), manifiesta que 263 niños presentan TEA, lo que representa el 0.172% y estos se encuentran inmersos en las aulas en los diferentes niveles educativos de educación básica [3].

En este trabajo se muestra una revisión de aspectos relacionados con el diseño interfaces de usuarios para aplicaciones enfocadas a niños con TEA.

## 2 Autismo y uso de TIC

La atención a personas con necesidades especiales en los procesos de enseñanza aprendizaje, es un área en crecimiento en la sociedad, que genera la necesidad de diseñar estrategias y mecanismos alternos al sistema tradicional de enseñanza. En años recientes diversas investigaciones muestran el interés para crear herramientas tecnológicas como apoyo para la rehabilitación e integración de personas con capacidades diferentes [4].

## 2.1 Trastorno de Espectro Autista (TEA)

El Trastorno de Espectro Autista (TEA) se caracteriza por una amplia gama de trastornos graves del desarrollo, entre los que se encuentran la capacidad imaginativa, el comportamiento, la comunicación y la interacción social recíproca [5].

Una de las dificultades más notorias del TEA, es en el ámbito de la socialización. Se les dificulta entender el mundo de los pensamientos, la interacción social, emociones, creencias, deseos, tanto de los demás como de ellos mismos. Es posible, que el niño desde muy temprana edad presente dificultades, al estar en contacto con los demás, para comprender miradas, para emplear y entender expresiones faciales, gestos, diferentes tonos de voz, entre otros. Aproximadamente la mitad de los niños con TEA presentan alexitimia, característica que dificulta identificar y poner nombre a las emociones, no carecen de emociones, están ahí, pero tienen que desarrollarlas.

En cuanto a la comunicación, los niños con TEA presentan retraso en el desarrollo del lenguaje, o simplemente no lo desarrollan, y esto difícilmente se compensa a través de otros medios de comunicación no verbal [6]. La comunicación que desarrollan es básica, principalmente para pedir o para rechazar. Aproximadamente el 50% de niños con autismo no logran desarrollar el lenguaje hablado. Los que si logran hablar, presentan grandes variaciones. Algunos solo utilizan palabras aisladas, otros utilizan una cantidad amplia de palabras y hablan correctamente pero repiten frases hechas o lo que otros han dicho independientemente de la situación [5].

En lo relacionado a la comprensión, presentan una gran dificultad para entender y dar sentido a la propia actividad, abstraer, representar, organizar su pensamiento, conducta y entender a los demás. Para lograr captar la atención del niño hay que acercarse para hablar y abordar los temas que a él le interesen. De esa manera se pueden llegar a mantener conversaciones largas. Por otro lado, presentan dificultad para iniciar, mantener o terminar de hablar sobre un mismo tema.

En el campo de la imaginación, se les dificulta utilizar juguetes apropiadamente, realizar juegos de representación de personajes o que involucren la imaginación.

Paradójicamente aunque no miran de frente, su fortaleza está en el lenguaje visual, pues manejan una muy buena percepción y tienen excelente memoria. Si se les da una vía de comunicación son sociables, pero no existe una receta en el aprendizaje, ellos captan de manera individual.

Sin embargo, el hecho que manifieste una actitud diferente frente a la vida no significa que los niños con TEA no puedan evolucionar en la educación.

En [7] se menciona que algunas de las técnicas de aprendizaje que se utilizan con niños autistas son:

- Modelamiento o Imitación: Esta técnica de aprendizaje consiste en que el niño por medio de la observación reproduzca una conducta modelada por el terapeuta. La característica principal de esta técnica es servir de ejemplo o patrón para que sea imitada por el niño [7].
- Contrato de contingencias: Esta técnica de aprendizaje consiste en utilizar un reforzador de alto nivel de aceptación para el niño con el propósito de incrementar una conducta de bajo nivel de ocurrencia, es decir enseñar una nueva habilidad. La característica principal de esta técnica es dar un premio al niño por cada vez que obedece una instrucción [7].
- Economía de fichas: Esta técnica de aprendizaje consiste en establecer un sistema en el que el niño gane puntos a través de un reforzador positivo. Este reforzador puede ser entregado al niño a corto o mediano plazo. Las fichas o puntos son la representación simbólica del reforzador, el cual se entregará hasta que el niño acumule un número establecido de puntos o fichas [7].

Para reforzar la enseñanza comunicativa generalmente se utilizan dos métodos que pueden ser complementarios:

- La Comunicación Alternativa y Aumentativa incluye todas las formas de comunicación diferentes al habla, que se utilizan para expresar pensamientos, necesidades, deseos e ideas. Ejemplos de este tipo de comunicación es la utilización de gestos, expresiones faciales, símbolos, imágenes y texto [8].
- El método Teacch (Treatment and Education of Autistic related Communication Handicapped) es un Sistema de aprendizaje en el autismo, que se maneja a través de fotos de actividades, las cuales son entregadas al menor para que las vea y las imite [9].

## 2.2 Diseño de interfaces

Un aspecto fundamental, para el éxito del diseño de software, es la facilidad con la que el usuario puede interactuar con el software. Por ello, durante la etapa de diseño de cualquier sistema informático, es necesario poner especial atención a los elementos que se deben considerar en la interfaz.

La interfaz de usuario se define como el medio de comunicación entre los usuarios y la computadora. La importancia de un buen diseño de interfaz estriba en la experiencia de uso que se le brinde al usuario, si el software es difícil de usar, provoca que el usuario cometa errores; por otro lado, si interfiere en alcanzar las metas, perderá el interés en el software sin importar los beneficios que pudiera obtener. El diseño de la interfaz influye fuertemente en la percepción del usuario hacia el software.

El proceso de diseño de la interfaz de usuario debe iniciar con la identificación de los requerimientos del usuario, la tarea y el ambiente. Posteriormente se crean y analizan los escenarios para las tareas identificadas del usuario. Durante la fase de diseño es importante seguir un conjunto de principios, que permitan identificar los objetos y acciones que deberán estar presentes para la creación de una plantilla de pantalla, la cual constituye la base del prototipo de la interfaz de usuario. A través del uso de herramientas se facilita la construcción del prototipo de la interfaz y la modificación de manera iterativa. Finalmente es necesario evaluar la calidad del resultado [10].

De acuerdo con [10], las reglas para el diseño de interfaces de usuario:

1. Dejar el control al usuario. Definir modos de interacción; Proporcionar una interacción flexible; No permitir que la interacción del usuario se interrumpa y permitir que sea reversible; Facilitar la interacción a medida que aumente la habilidad y permitir que se pueda personalizar; Ocultar los tecnicismos internos al usuario ocasional; Diseñar la interacción directa con objetos que aparezcan en la pantalla.
2. Reducir la necesidad de que el usuario memorice. Reducir la demanda de memoria de corto plazo; Hacer que lo preestablecido sea significativo; Definir atajos que sean intuitivos; La distribución visual de la interfaz debe basarse en una metáfora del mundo real; Revelar información de manera progresiva.
3. Hacer consistente la interfaz. Que toda la información se organice de acuerdo con reglas de diseño que se respeten en todas las pantallas desplegadas; Que los mecanismos de entrada se limiten a un conjunto pequeño usado en forma consistente en toda la aplicación; Que los mecanismos para pasar de una tarea a otra se definan e implementen de modo consistente.

En [11] se definen principios de diseño que ayudan a que la interfaz tenga consistencia:

- Permitir que el usuario coloque la tarea en curso en un contexto significativo.
- Mantener la consistencia en toda la familia de aplicaciones.
- Si los modelos interactivos anteriores han creado expectativas en el usuario, no se deben hacer cambios a menos de que haya una razón ineludible para ello.

## 2.3 Usabilidad y Accesibilidad

Dos conceptos utilizados ampliamente en el área del desarrollo de tecnología son los de usabilidad y accesibilidad. Dichos conceptos están relacionados, y aunque en ocasiones se confunden, tienen propósitos diferentes.

La usabilidad, es la medida en la que un producto se puede usar por determinados usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción dentro de un contexto de uso específico. La usabilidad se entiende como la relación en la forma y condiciones de uso propias de los usuarios. Por lo tanto, un diseño en sí mismo no es usable, sino es para usuarios específicos en contextos específicos [12].

El concepto de accesibilidad se refiere a la facilidad con la que algo puede ser usado, visitado o accedido en general por todas las personas, significa proporcionar flexibilidad para acomodarse a las necesidades de cada usuario y sus preferencias. En el campo de las TIC e Internet, suponen que los contenidos y servicios estén disponibles para cualquier usuario y le permitan interactuar de forma total, independientemente de sus condiciones personales o contexto de navegación.

En [13] se afirma que una página web es accesible si cumple con los requisitos para que pueda ser usada por personas con discapacidad o por usuarios que poseen diversas configuraciones de hardware o software, es decir, que el contenido pueda ser operado y recibido de múltiples modos.

### **3 Diseño de interfaces para niños autistas**

La tecnología es una herramienta mediadora de aprendizaje, y los equipos de desarrollo de tecnología tratan de cumplir con criterios de diseño que garanticen el derecho de los niños con discapacidad al acceso de la información, aunque esto no es suficiente para lograr su plena inclusión en una sociedad del conocimiento cada vez más mediada por la tecnología. Para ello en primer lugar es necesario que los desarrollos cumplan con estándares de usabilidad y accesibilidad, siendo un problema en el área la escasez de procedimientos de evaluación adaptados a las características cognitivas y de desarrollo de los niños, por lo que uno de los principales retos es generar mayor conocimiento en este ámbito [14].

Contar con procedimientos adaptados para la evaluación de estos estándares es un importante paso, que si bien es necesario no es suficiente para lograr la inclusión de los niños con discapacidad a través de la tecnología. Algunos autores han comenzado a dar mayor importancia a este tema y buscan solucionarlo al trascender de modelos de diseño que consideran parcialmente a los niños con discapacidad, hacia modelos más participativos que los consideran desde su potencial [15] [16].

En [17] [18] se mencionan un conjunto de características que se sugiere considerar para aplicaciones que van dirigidas a alumnos con TEA:

- Sencillas. Que estén diseñadas de tal manera que puedan ser utilizadas por todas las personas y que sean intuitivas y fáciles de navegar.
- Adaptativas. Que se adapten a las diferencias o cambios existentes en el niño con TEA
- Motivantes. Que presenten una interfaz atractiva y motivante, que promueva su uso para el aprendizaje.
- Retroalimentación. Que incorporen refuerzos ante el acierto y el error, para saber si el niño está actuando correctamente.
- Configurables. Que se incorpore un listado de los parámetros configurables para obtener el máximo rendimiento del material
- Estructuradas. Que el contenido este bien estructurado para que el alumno entienda el desarrollo de la tarea.
- Divertidas y creativas. Que se incorporen elementos divertidos y creativos al mismo tiempo, como dibujos para colorear, herramientas para generar música.

En [19], se hace una clasificación de aplicaciones dirigidas a niños con TEA, según el área de reforzamiento:

- Comunicación y lenguaje: aplicaciones para trabajar el proceso de la estructura de la frase y el discurso
- Habilidades académicas: aplicaciones para trabajar conceptos y técnicas académicas (lengua, matemáticas, música, clasificación, opuestos, etc.)
- Social y del juego: aplicaciones para desarrollar habilidades sociales y de conductas de juego (atención, memoria, emociones, etc.)
- Conducta y control del entorno: aplicaciones para trabajar la anticipación de las actividades y estructuración del entorno (organización, secuencias, etc.).

Para los niños con TEA, los aprendizajes y mensajes, los captan de mejor manera al hacerlo de forma visual. Por lo que, es importante reforzar esa forma de organizar la información, para lograr una mayor motivación y un mejor entendimiento [20].

En [10] se propone un proceso de diseño de la interfaz de usuario, el cual se basa en un diseño en espiral que incluye cuatro actividades estructurales distintas: Análisis y modelado de la interfaz, Diseño de la interfaz, Construcción de la interfaz y Validación de la interfaz. Tomando como base dicho proceso, y las

recomendaciones de diversos autores [17] [18] [20], se propone una adaptación para el proceso de diseño de interfaces para niños con TEA, la cual se puede observar en la figura 1.



**Fig. 1.** Proceso de diseño de interfaz de usuario para niños con TEA

El proceso que se propone, es un proceso evolutivo que consta de seis actividades estructurales distintas, en donde se incorporan actividades que involucran a los expertos y terapeutas en el tratamiento del espectro autista.

1. *Definición de requerimientos de la interfaz.* El proceso inicia con la definición de requerimientos de la interfaz, la cual se centra en el perfil de los usuarios que interactuarán con el sistema; para ello se trabajará con un grupo de expertos colaboradores, terapeutas, psicólogos, psicopedagogos, maestros de educación especial, profesores de apoyo, asistentes y padres, quienes podrán proporcionar los requerimientos; y así entender la percepción de los niños con TEA.
2. *Análisis de requerimientos de la interfaz.* Una vez definidos los requerimientos de la interfaz por expertos, se lleva a cabo un detallado análisis de los requerimientos de la interfaz. Por otro lado, también se identifican, describen y elaboran aquellas tareas que el usuario realizará para alcanzar las metas del sistema. Esta actividad puede retroalimentar a la actividad uno y viceversa las veces que así se requiera.
3. *Modelado de la interfaz.* Para el modelado de la interfaz debe tomarse en cuenta lo propuesta en [21], sobre estimulación multisensorial, de acuerdo al procesamiento cognitivo primordialmente visual para personas autistas. Dentro de este marco pueden considerarse las posibilidades multimedia, reconociendo una amplia gama de parámetros como lo son el tiempo de exposición, la definición de imagen, tamaño, velocidad e intensidad del estímulo, ubicación de la pantalla, apoyos auditivos, verbales o no verbales y apoyos visuales entre otros.  
Para el niño autista, características como los colores de los fondos, el diseño y disposición de los banners, y la cantidad, calidad y forma de presentar los contenidos podrían resultar estridentes y constituirse en factores desmotivantes para su acceso a la tecnología.  
En esta fase, la meta es definir un conjunto de objetos y acciones de ésta (y sus representaciones en pantalla) que permitan al usuario efectuar todas las tareas definidas en forma tal que cumpla cada meta de la usabilidad definida para el sistema.
4. *Construcción de la interfaz.* En esta fase se crea un prototipo que permite evaluar los escenarios de uso, considerando la información de las fases anteriores.
5. *Validación de la interfaz por los expertos.* Se centra en verificar la capacidad de la interfaz para implementar lo definido por el grupo de expertos.
6. *Prueba de producto por niño con TEA.* En esta fase se muestra al niño el producto terminado con la finalidad de comprobar el funcionamiento del mismo y la interacción favorable del niño con TEA.

#### 4 Experiencia en el diseño de una interfaz de usuario

En [ ] se muestra el desarrollo de un videojuego dirigido a niños autistas como reforzamiento en el desarrollo de habilidades de comunicación e interacción social. Para el diseño de la interfaz de usuario se siguieron cada una de las seis actividades propuestas anteriormente. Como primera actividad, se definieron los requerimientos de la interfaz a partir del resultado de las reuniones con expertos en autismo. Durante la

fase de análisis de requerimientos de la interfaz, se hizo un análisis detallado de los requerimientos de la interfaz, que permitió hacer el modelado de la interfaz, definiéndose que las interfaces debían tener una combinación de imágenes, texto y sonido. Con relación a las imágenes estas debían mostrarse con imágenes reales combinadas con caricaturas. Con relación al tiempo de exposición de imágenes se dejó a elección del usuario a través de botones para avanzar o regresar al inicio. El sonido también puede ser controlado por el usuario a través de botón para reproducir las veces que sea necesario. En la figura 2 se pueden apreciar la distribución de los elementos considerados para el diseño de la interfaz de la aplicación. Para el escenario de la aplicación se seleccionó un ambiente de paisajes de la naturaleza, con el fin de hacer conciencia que el niño forma parte de un entorno, y sus actividades se llevan a cabo dentro de este.



**Fig. 2.** Elementos considerados para el diseño de interfaz para la aplicación de niños autistas.

Con la finalidad de evaluar el diseño se construyó el prototipo de la interfaz, la cual fue evaluada por expertos. El prototipo preliminar fue sometido a una evaluación por expertos en el área de autismo, así como por terapeutas, quienes hicieron algunos ajustes y recomendaciones, incorporándose en el prototipo final.

Finalmente, la prueba del prototipo fue realizada por un terapeuta como parte complementaria a las sesiones de terapia utilizando la técnica de evaluación con base en la opinión de un experto. El periodo de prueba fue durante seis meses en las sesiones de terapia convencional de un niño con TEA de 20 a 30 minutos.

## 5 Conclusiones y trabajos futuros

En [22] se considera a las TIC como una herramienta muy atractiva y un potente recurso para las personas con TEA, por otro lado, se manifiesta que permiten individualidad y personalización de las aplicaciones, aportando versatilidad, flexibilidad y adaptabilidad [23]. En este artículo se ha revisado una serie de propuestas existentes al diseño de interfaces de usuario con la finalidad de tener una base de proceso de diseño al momento de estar diseñando aplicaciones para niños con TEA, una de las ventajas que ofrece este análisis de consideraciones es que, al momento del diseño se piensa en crear interfaces ad hoc para niños con este trastorno, además de poder enfocar esfuerzos para disminuir su empatía, poder motivar de alguna manera su capacidad de comunicación y empujar la interacción social, por mencionar algunas. Para concluir el poder desarrollar interfaces adecuadas y pertinentes darán un gran apoyo en su proceso.

El uso de la tecnología en niños con TEA puede ser un factor positivo para disminuir el aislamiento, mejorando las habilidades de interacción social, de comunicación, de diversión, trabajo en equipo, fortaleciendo así, las habilidades sociales y comunicativas, que a su vez estimulan las relaciones interpersonales y el reconocimiento de emociones.

## Referencias

1. OMS, Organización Mundial de la Salud, [En línea]. Disponible en: [http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf\\_files/eb134/b134\\_16-sp.pdf](http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/eb134/b134_16-sp.pdf). Accedido el 10 de octubre de 2018.
2. INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía e informática, [En línea]. Available: <http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2015/discapacidad0.pdf>. Accedido el 15 de octubre de 2018.
3. SEP, Cuarto Informe de Labores 2015-2016., 08 2016. [En línea]. Available: <http://gaceta.diputados.gob.mx/Gaceta/63/2016/sep/Sep-20160908.pdf>. Accedido el 5 de octubre de 2018.
4. Gonzalez, J.L.; Cabrera, M.; Gutierrez, F.L.: Diseño de videojuegos aplicados a la educación especial. Recuperado de <http://aipo.es/articulos/1/12410.pdf> 2007.
5. Zander, E.: Introducción al autismo (2004).
6. Zabalza-Latienda, M. : La comunicación y el lenguaje en los alumnos con TGD (2014).
7. Garza, F.J.: Autismo: Técnicas para incrementar una conducta. Recuperado el 29 de marzo de 2016 de <http://www.psicopedagogia.com/autismo-tecnicas-para-incrementar-una-conducta>.
8. American Speech-Language-Hearing Association: Roles and responsibilities of speech-language pathologists with respect to alternative communication: Position statement”, Technical report. ASHA Supplement 25, in press.2005
9. Mulas, F.; Ros-Cervera, G.; Millá, M.G.; Etchepareborda, M.C.; Abad, L., Télles de Meneses, M.: Modelos de intervención en niños con autismo, Rev Neurol 2010, 50(Supl 3):S77-84 (2010).
10. Pressman, R.S., Ingeniería del Software, 7ª ed., McGraw Hill, 2010
11. Mandel, T., The Elements of User Interface Design, Wiley, 1997.
12. ISO, 9241, Revista nacional e internacional de Educación Inclusiva ISSN: 1889-4208.; e-ISSN 1989-4643. Volumen 9, Número 3, Noviembre 2016.
13. Guía de Accesibilidad y estándares Web, Atedis, [http://www.atedis.gov.ar/acceso\\_guia.php](http://www.atedis.gov.ar/acceso_guia.php).
14. Petrie, H.; Kheir, O.: The relationship between accessibility and usability of websites. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, pp. 397–406. ACM.(2007).
15. Madrid, R. I.; Carmona, I.; Colomer, J. B. M.: Managing the participation of people with disabilities in large-scale R&D technology projects: best practices from AEGIS and CLOUD4ALL. Journal of Accessibility and Design for All, 5(2), pp. 77-99. (2015).
16. Foley, A.; Ferri, B. A.: Technology for people, not disabilities: ensuring access and inclusion. Journal of Research in Special Educational Needs, 12( 4), pp. 192-200. (2012).
17. Alonso, J.R.: Apps útiles para niños con autismo. Autismo Diario. Recuperado el 25 de junio de 2018, de <http://autismodiario.org/2012/02/09/apps-utiles-para-ninos-con-autismo/>
18. Lozano, J.; Ballesta, F.J; Alcaraz, S.; Cerezo, M.: Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el proceso de enseñanza y aprendizaje del alumnado con Trastorno del Espectro Autista (TEA). Revista Fuentes, 14, pp. 193-208, (2013).
19. Montero, G.: APPS para la intervención en T.E.A. TEA y APPS. Recuperado el 01 de Agosto de 2018, de <http://aulautista.wix.com/teapps#>
20. Gómez, J.L.; García, V.A.: Tecnologías de la información y la comunicación: aplicaciones en el ámbito de los trastornos del espectro del autismo. Siglo Cero: Revista Española sobre Discapacidad Intelectual, 43 (242), pp. 6-25 (2012).
21. Perez, L.: Aplicaciones informáticas para personas con trastornos del espectro autista. I Congreso Regional Las Necesidades Educativas Especiales: Situación actual y retos de futuro, Mérida, 16 y 30 de noviembre 2002.
22. Perez de la Maza, L.: Aplicaciones informáticas para alumnos/as con trastornos del Aspectro Autista, X Congreso Nacional de Autismo, 2000.
23. Izquierdo Sanchez, P.: Medios, Tenologias y recursos para la intervencion socieducativa, 2016. [En línea]. Disponible: <https://mtrisblog.wordpress.com/acerca-de/>. [Último acceso: 14 10 2018].

# Experiencia en la utilización de herramientas tecnológicas para la comunicación y organización de las actividades de clase como apoyo en la integración de alumnos con discapacidad en el habla

Jonathan G. Soto Muñoz<sup>1</sup>, Mónica A. Carreño León<sup>2</sup>, J. Andrés Sandoval Bringas<sup>3</sup>,  
Israel Duran Encinas<sup>4</sup>, Aída Sánchez Paz Rubio<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Dpto. Académico de Sistemas Computacionales, Universidad Autónoma de Baja California Sur, <sup>2</sup>Carretera al Sur Km. 5.5, La Paz, México

<sup>1</sup>{jsoto, mcarreno, Sandoval, idurán}@uabcs.mx, <sup>2</sup>aida.pazrubio@gmail.com

**Resumen:** Los estudiantes con alguna discapacidad en el habla enfrentan un reto para lograr comunicarse con otras personas, más aún en el ambiente estudiantil. Por lo que su esfuerzo debe ser mayor al de sus compañeros, además de tener la complicada tarea de alcanzar una integración con el grupo, por ello se plantea la utilización de diferentes estrategias y metodologías educativas como la clase invertida, de la mano de las herramientas tecnológicas disponibles con el fin de conseguir una integración rápida con el grupo, así como una comunicación y participación mayor con los integrantes y el profesor de clase.

**Palabras Clave:** Discapacidad, en el habla, Metodología, Herramientas tecnológicas, Clase invertida.

## 1 Introducción

Actualmente México cuenta con un total de 10,334 Instituciones de educación superior, según datos del Sistema de Información y Gestión Educativa (SIGED) [1] de las cuales 6,477 son privadas y 3,857 son públicas [2], a pesar de la gran cantidad de instituciones de nivel superior, es una pena saber que tan solo el 1% de ellas están actualmente tomando el tema de la inclusión y preparándose para recibir a estudiantes con algún tipo de discapacidad [3]. Algunas de estas instituciones están apostando por mejorar su infraestructura acondicionando cada vez más las instalaciones para permitir que estudiantes con discapacidad puedan asistir a tomar clases de manera habitual y cómoda, por medio de la instalación de rampas de accesibilidad, remodelando los servicios sanitarios, instalando elevadores en los edificios, así como salas computacionales, laboratorios incluso con la modificación o creación de sitios web accesibles que permitan la movilidad y desplazamiento eficaz de los estudiantes con algún tipo de discapacidad, lo cual es el primer paso si se desea llegar a una inclusión efectiva [4].

Así mismo, los docentes por otro lado deben comprender que es necesario un cambio en la planificación y ejecución de la clase, que permita generar la atención del estudiante y esté enfocada en la diversidad de estos, es decir, reducir la barrera de comunicación que existe entre el profesor y el estudiante [4]. Algunos docentes se preparan tomando capacitaciones, cursos e investigando los diferentes tipos de discapacidades y como afectan a los estudiantes debido a que deben estar preparados para diversas situaciones que puedan presentarse en clase, ya que un gran porcentaje de los profesores pueden llegar a sentirse inseguros al tener un estudiante discapacitado en clase debido a la falta de preparación y conocimientos del tema [5]. Los docentes también deben de estar preparados para ayudar al estudiante discapacitado a sentirse más seguro en clase, apoyándolo en la integración del grupo.

La Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) cuenta con 59 rampas de acceso, 2 elevadores, 12 sanitarios adaptados, 23 aulas y pasillos adaptados a las necesidades de personas discapacitadas [6][7], también ha realizado cursos y capacitaciones relacionados con la inclusión a docentes, además ha realizado acuerdos y generado relaciones con instituciones, organismos y familias que se ven beneficiadas con los distintos desarrollos y avances tecnológicos que emprende esta institución. A pesar de sus grandes esfuerzos se considera que la institución se encuentra en una etapa incipiente en el camino de la inclusión, con el fin de lograr ofrecer una educación de calidad a las personas con discapacidad.

## 2 Selección de metodología y tecnologías

La selección de la metodología y de las tecnologías que se utilizaron para el experimento fueron seleccionadas por 5 docentes, los cuales evaluaron diferentes criterios para seleccionar cada una de ellas utilizando un Marco de Análisis para la sección de Metodologías de Diseño de Objetos de Aprendizaje (OA). A continuación [8], se explica el procedimiento y puntos que se tomaron en cuenta.

### 2.1 Selección de metodología

Criterios de selección considerados para la selección de la metodología:

1. Ayudar a la integración del grupo.
2. Que los alumnos puedan estar activos aún fuera de clase.
3. Optimizar el tiempo en clase.
4. Desarrollar proyectos entre equipos.
5. Generar más comunicación en el grupo.

Se analizaron distintas metodologías de las cuales resaltaron las siguientes: clase invertida, gamificación, aprendizaje cooperativo y aprendizaje basado en problemas.

Clase invertida: Enfocada en cambiar el paradigma de la clase tradicional haciendo uso de las tecnologías, permitiendo asignar la revisión de la teoría por medio de videos, infografías, imágenes o manuales que los estudiantes revisarán en su casa o tiempo libre [9].

Gamificación: Principalmente se basa en la utilización de mecánicas y elementos de juego en ambientes no lúdicos [10].

Aprendizaje cooperativo: Se realizan la mayoría de las actividades en equipos y estos equipos funcionan si todos los miembros realizan las actividades correspondientes, se tiene una meta final en común [11].

Aprendizaje basado en problemas: Es un proceso de aprendizaje en el cuál se les presenta a los estudiantes un problema real, en el cual en equipos deben buscar una solución a la problemática, cada uno tomará un rol distinto [12].

Se optó por la sección de la clase invertida, debido a la particularidad de poder asignar la parte teórica fuera de clase, permitiendo utilizar el tiempo en la escuela para dinámicas y actividades más amenas, de tal manera que los estudiantes tienen más tiempo para involucrarse y participar en dichas dinámicas. Esta metodología permite reducir el tiempo de teoría en clase a solamente resolución de dudas o repaso ligero del tema previamente visto por los estudiantes, además de cumplir con los 5 requisitos anteriormente mencionados.

### 2.2 Selección de las herramientas tecnológicas

Para la selección de la tecnología, se necesitaban dos distintas plataformas, una para la comunicación entre el profesor y los estudiantes y otra para la asignación de las actividades, tanto teóricas como prácticas, se llevó a cabo una búsqueda con los siguientes resultados.

Para la plataforma de administración de las actividades se encontraron las siguientes soluciones.

1. Canvas: una plataforma freemium la cual ofrece un Sistema de Gestión de Aprendizaje otorgando herramientas digitales para que los docentes tengan facilidad de implementar clases digitales, actividades monitoreadas, etc., disponible de forma móvil y web responsiva [13].
2. Moodle: herramienta de Gestión de Aprendizaje gratuita que ofrece de igual manera distintas herramientas para los profesores, tanto como foros, exámenes, tareas, eventos, entre otros puntos, los cuales permiten que el estudiante se entere de las actividades que asigna el profesor, solamente disponible en versión web responsiva [14].

Fue seleccionado Moodle, debido a que la herramienta es muy versátil y disponible en la institución UABCS, además algunos de los docentes involucrados en el experimento ya presentaban conocimientos anteriores con esta plataforma, permite la asignación de actividades con un control preciso de fecha y hora, lo

cual es importante para el alumno el cual en todo momento está enterado de la cantidad de actividades pendientes e información general de cada actividad.

La plataforma para comunicación seleccionada fue messenger de la red social Facebook, puesto que, es una plataforma gratuita y su servicio de mensajería es eficaz de tal manera que el profesor podrá organizar los equipos y mantener una comunicación directa con los estudiantes permitiendo resolver dudas, expresar inquietudes y recibir retroalimentación inmediatamente.

Como última herramienta tecnológica se seleccionó una la cual no se tenía prevista, un sitio web propio del docente el cual permite al profesor dar las presentaciones de la teoría, así también en este sitio web se planea subir las prácticas que realizarán los estudiantes para que en todo momento se encuentre disponible.

### **3 Estrategia de monitoreo y actividades**

Se desea realizar un monitoreo de los estudiantes y su comportamiento tanto individual como grupal, para de esta manera poder obtener una retroalimentación acerca del experimento. En un principio el cambio de metodología y el uso de las herramientas tecnológicas deberán ayudar en el proceso de integración del grupo y servirán como apoyo a los estudiantes con alguna discapacidad en el habla, pero de igual manera estos cambios deben beneficiar al resto del grupo por igual, debido a esto, se pretende medir el nivel de aceptación y comportamiento de los estudiantes.

Se desea evitar que los estudiantes generen aislamiento hacia los compañeros con discapacidad y viceversa, para contrarrestar esto, se planea utilizar actividades que mantengan a los estudiantes activos y ocupados evitando convertir la clase en algo monótono o tedioso, permitiendo a los alumnos conversar de los temas, preguntar opiniones, apoyarse mutuamente y generar trabajos en equipo, lo cual permita impulsar de cualquier medida la integración de los compañeros.

#### **3.1 Estrategia de monitoreo**

Se planea que los evaluadores utilicen distintas estrategias que les permitan captar la información de manera adecuada:

1. Observación: los evaluadores observarán a los estudiantes y realizarán anotaciones ocasionales del comportamiento y la interacción que realizan con sus compañeros. Los aspectos por observar son: aportación de ideas por parte del alumno, participación grupal, participaciones acordes al tema, desenvolvimiento, prestar atención y realizar anotaciones.
2. Cuaderno digital: por medio de la plataforma en línea Moodle y los ejercicios que los estudiantes suben resueltos, se observarán: el tiempo, eficacia, solución a la actividad, por medio el cual se podrá comparar si ha habido mejora comparado con las actividades en las cuales no se sigue esta estrategia.
3. Lista de cotejo: en la cual se compararán los resultados obtenidos de los alumnos de las distintas actividades a realizar, con lo esperado utilizando los niveles: insuficiente, suficiente, satisfactorio, destacado. En las cuales también se observará si planteó alternativas para problemáticas durante las clases.

A demás de las estrategias anteriormente mencionadas, se planea revisar la asistencia en clase, así como una comparación de la información obtenida con algunas de las asignaturas que también cursa el grupo experimental.

#### **3.2 Actividades y método de evaluación**

Para una correcta evaluación de las actividades, se planeó dejar el mismo número de ejercicios y prácticas por unidad, solo aumentando el tiempo de entrega dependiendo de la dificultad de la misma, se entiende que medir la dificultad de una actividad es muy complejo, por tanto, se designó a un grupo de estudiantes seleccionados que resolvieran y opinaran sobre ciertos ejercicios para realizar una escala de dificultad desde el nivel 1 hasta el nivel 5, siendo el 1 el más fácil y el 5 el más complejo, de este modo los profesores podrían asignar los tiempos dependiendo de la complejidad de los ejercicios asignados en clase.

Los porcentajes de evaluación también fueron modificados para permitir que las actividades durante la clase tuvieran más peso que los exámenes, de tal manera que el nivel de compromiso por el estudiante sea mayor, resultando de la siguiente manera: Examen 35%, Asistencia 15%, Trabajos y tareas 40%, prácticas 10%.

Las asignaturas en las cuales se realizaron los experimentos fueron: programación avanzada en internet, la cual se imparte en el 7mo semestre, tanto el turno matutino como vespertino y metodología de la programación, que se imparte en 1er semestre de igual manera matutino y vespertino.

Los grupos analizados fueron 4, con las siguientes cantidades de estudiantes en cada uno de ellos, Programación avanzada en internet turno matutino con 14 estudiantes, turno vespertino con 14 estudiantes, metodología de la programación con 20 alumnos en el turno matutino y por el turno vespertino 33, los estudiantes del turno matutino tomaron la clase de la manera tradicional es decir no se utilizó una metodología con estos alumnos, a diferencia de los estudiantes del turno vespertino con los cuales si se realizó esta investigación.

#### 4 Pruebas y resultados obtenidos

Durante el desarrollo de las primeras semanas del experimento, se encontró que un más del 40% de los estudiantes de los grupos sometidos no visualizaban el contenido audiovisual en casa principalmente por razones de desinterés del estudiante y un 2% por cuestiones técnicas o falta de acceso a la red de internet para visualizarlos de manera adecuada, esto ocasionaba un retraso en sus clases, dado que el tiempo para resolver dudas se extendía a casi el mismo que tomaría tomar la revisión de teoría completa. Con el paso de las siguientes semanas, aumentó considerablemente la cantidad de alumnos que visualizaban el contenido audiovisual, cumpliendo el objetivo de reducir el tiempo de teoría en clase. Algunos de los estudiantes incluso investigaban por su cuenta un poco más a fondo el tema.

A continuación, se muestra una tabla con los resultados en la reducción del tiempo que toma explicar la parte teórica de una clase, los grupos en donde el experimento fue aplicado los cuales fueron los turnos vespertinos antes mencionados, programación en internet de 14 alumnos (A) y metodología de 33 (B) ambos del turno vespertino, y los grupos en los cuales no se aplicó el experimento de igual manera fueron 2, metodología de 20 alumnos (C) y el programación en internet de 14 (D).

**Tabla 1.** Resultados en la reducción de tiempo de teoría en clase en minutos, durante las 10 semanas del experimento

Grupos	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
A	50	45	45	30	20	20	18	18	17	17
B	50	45	45	30	20	20	18	18	17	17
C	60	70	60	50	50	60	50	40	60	45
D	60	70	60	50	50	60	50	40	60	45

En la tabla se muestra como en los grupos en donde el experimento se aplicó el tiempo de la clase aplicado a la teoría se redujo hasta 70%.

Hubo una participación mayor que el resto de las asignaturas, las cuales utilizaron una metodología tradicional. También se detectó que los estudiantes que tenían dudas realizaban más preguntas a través del mensaje privado por medio de la mensajería de Facebook con el profesor y algunos de ellos comentaron que era menos vergonzoso que preguntar la duda en voz alta. De esta manera, los estudiantes terminaban la clase con menos dudas, también logrando una mejor comunicación con el profesor.

En la siguiente tabla se muestran los promedios de participación de los estudiantes durante las semanas de clase, A y B son los grupos experimentales, el primer renglón muestra el resultado en donde el alumno participaba o preguntaba alguna duda de forma directa, el segundo renglón cuando lo hacía a través de la plataforma de Facebook. El incremento fue gradual y se obtuvo una mejora de la participación en clase, los grupos C y D no aplicaron el experimento y realizaron la participación del a forma tradicional.

**Tabla 2.** Resultados el conteo de participación de los estudiantes durante las 10 semanas del experimento.

Grupos	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
A	3	4	5	4	4	5	4	3	5	5
A	1	1	3	5	4	6	6	5	7	5
B	2	4	3	3	5	5	3	3	4	2
B	0	0	1	2	1	0	5	5	5	5
C	0	3	3	5	4	3	4	4	3	5
D	0	0	1	1	0	2	0	2	0	1

Se muestran los resultados obtenidos por el estudiante con discapacidad en el grupo, el cual participo de una manera más activa que en sus otras asignaturas, obteniendo un promedio de 2 participaciones por clase, comparada con el resto de sus asignaturas donde ocasionalmente son 0 o 1, se muestra una tabla con los datos recabados, la asignatura A es la asignatura donde se aplicó el experimento, mientras que el resto son asignaturas donde no se aplicó.

Se encuestaron a 54 alumnos de los 4 grupos en estudio, incluyendo a aquellos con discapacidad en el habla, teniendo los siguientes resultados: 65.4% calificaron como cómodo el uso de las herramientas seleccionadas, el 100% consideró que el uso de dichas herramientas contribuyó a mejorar su desempeño en clase y el 98.1% calificó como buena/excelente su experiencia en general con el uso de las TI en el curso.

## 5 Conclusiones

La tecnología nos rodea, de eso no hay duda, con tantos avances tecnológicos es nuestro deber hacer el uso correcto e intentar ayudar lo más posible a quien lo necesita, muchas instituciones educativas están poniendo de su parte al hacer cambios en su infraestructura, así como muchos docentes están capacitándose de diferentes formas y realizando cambios en su forma de evaluar, por eso consideramos que esta clase de experimentos fortalecen y ayudan a motivar a más docentes e instituciones las cuales pueden tomar como base los resultados obtenidos en este experimento.

A lo largo de este experimento, se ha quedado a la vista que las herramientas tecnológicas pueden jugar un rol muy importante y ser de gran utilidad en la inclusión estudiantil de alumnos con alguna discapacidad, también pueden ser utilizadas en aspectos sociales, pero es primordial un cambio de paradigma en los profesores que permita generar un cambio hacia una integración educativa de calidad.

Como conclusión recomendamos el uso de este tipo de metodologías y estrategias que permitan proliferar un crecimiento en el estudiante, en un futuro se planea extender la práctica y realizarla en grupos más extensos. También se creará material audiovisual que permita a los alumnos seguir creciendo y aprovechar esta metodología, se desea mejorar la dinámica y seguir aplicando este experimento a futuros grupos con el fin de lograr una integración y participación mayor por parte de los alumnos con discapacidad.

## Referencias

1. Sistema de Información y Gestión Educativa.: Estadística de escuela. <https://siged.sep.gob.mx/SIGED/estadisticas/escuelas.html> Accedido el 18 Octubre de 2018.
2. Sistema de Información y Gestión Educativa.: Consulta de escuelas. <https://siged.sep.gob.mx/SIGED/escuelas.html> Accedido el 18 Octubre de 2018.
3. Cruz Vadillo, R., & Casillas Alvarado, M. Á.: Las instituciones de educación superior y los estudiantes con discapacidad en México. *Revista de la educación superior*, 46(181), pp 37-53, (2017).
4. MOLINA, Denyz Luz; DE BEDOYA, Franci Mora; SÁNCHEZ, Yolimar.: Integración de los estudiantes con discapacidad en las aulas universitarias. *Revista Mexicana de Orientación Educativa*, vol. 8, no 20, pp. 33-44. (2011).

5. SURIÁ MARTÍNEZ, Raquel.: Discapacidad e integración educativa: ¿qué opina el profesorado sobre la inclusión de estudiantes con discapacidad en sus clases? (2012).
6. Universidad Autónoma de Baja California Sur.: Mapa del campus <http://www.uabcs.mx/secciones/contenido/2237> Accedido el 18 de Octubre de 2018.
7. Google Maps.: Universidad Autónoma de Baja California Sur <https://www.google.com/maps/place/UABCS,+Baja+California+Sur/@24.1012342,-110.3151911,472m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x86afd2cf1999245d:0x3c5a8c73787eeb1b!8m2!3d24.1026905!4d-110.3216446> Accedido el 18 Octubre 2018.
8. MALDONADO MAHAUAD, Jorge.: Desarrollo de un marco de análisis para la selección de metodologías de diseño de objetos de aprendizaje (OA) basado en criterios de calidad para contextos educativos específicos, Tesis Doctoral. Facultad de Informática, (2015).
9. OLAIZOLA, Andrés.: La clase invertida: Usar las TIC para “dar vuelta” a la clase. Actas X Jornadas de Material Didáctico y Experiencias Innovadoras en Educación Superior, Universidad de Buenos Aires, (2014).
10. LEE, Joey J, HAMMER, Jessica: Gamification in education: What, how, why bother? *Academic exchange quarterly*, vol. 15, no 2, pp. 146. (2011).
11. JOHNSON, David W.; JOHNSON, Roger T.; HOLUBEC, Edythe Johnson.: El aprendizaje cooperativo en el aula. (1999).
12. BAS PEÑA, Encarna.: Aprendizaje basado en problemas. *Cuadernos de pedagogía*, no 409, p. 42-44. (2011).
13. Plataforma Canvas LMS.: <https://www.canvaslms.com/latam/> Accedido el 19 Octubre de 2018.
14. Plataforma Moodle LMS.: <https://moodle.org/?lang=es> Accedido el 19 Octubre de 2018.

# Aproximación a la Gramática de la Lengua de Señas Costarricense a través de un Avatar

Sofía Flores-Solórzano<sup>1</sup>, Mario Chacón-Rivas<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Escuela de Estudios Generales, Sección de Comunicación y Lenguaje, Universidad de Costa Rica  
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San José, Costa Rica

<sup>2</sup>Inclutec, Instituto Tecnológico de Costa Rica  
30101 Cartago, Costa Rica

[sofia.flores.s@gmail.com](mailto:sofia.flores.s@gmail.com), [machacon@itcr.ac.cr](mailto:machacon@itcr.ac.cr)

**Resumen:** Partiendo de los criterios gramaticales de la única gramática de la Lengua de Señas Costarricense (LESCO) que se ha elaborado hasta la fecha, el grupo Inclutec del Instituto Tecnológico de Costa Rica ha desarrollado un editor para la generación de textos en LESCO. Dicho editor utiliza un señante virtual, al que se le denomina también avatar. El avatar interactúa con el usuario para producir cualquier seña en LESCO siguiendo un modelo secuencial que permite configurar la seña de acuerdo con 5 parámetros del nivel fonológico, incluyendo los rasgos no manuales. La representación del movimiento se consigue a través de un novedoso sistema de animación de segmentos que consigue representar los movimientos de las manos y los articuladores pasivos. En esta implementación computacional de la LESCO, la estructura de las señas se aproxima a los modelos de la lingüística de señas más recientes que conciben la seña como una secuencia de segmentos organizados secuencialmente en parámetros; a diferencia del modelo de Stoke, donde las unidades mínimas, *queremas*, se combinan simultáneamente y no secuencialmente. Una de las metas del proyecto es que la comunidad de usuarios incremente el número de señas para que el avatar pueda servir como un auténtico intérprete virtual para las personas con discapacidad auditiva en distintas plataformas multimedia.

**Palabras Clave:** LESCO, Avatar, Tecnologías inclusivas.

## 1 Introducción

Los proyectos de generación de lengua de señas basados en avatares son escasos y en muchos casos han quedado como productos parciales de proyectos de investigación, debido a la falta de una adecuada descripción gramatical de la lengua de señas que se pretende implementar. La principal crítica que se les ha hecho es que producen señas poco naturales; en cierto modo, para poder diseñar avatares más expresivos, es necesario estudiar con precisión los movimientos de los señantes humanos.

El grupo de interés Inclutec funciona como un living-lab; personas sordas, personas ciegas o con visión reducida y personas sin discapacidad forman parte del equipo de trabajo conformado por profesores de LESCO, programadores, diseñadores, un animador digital, un filósofo, y una lingüista. El objetivo del grupo es desarrollar productos tecnológicos inclusivos. Uno de sus proyectos consiste en un sistema interactivo para la creación de señas de la Lengua de Señas Costarricense (LESCO). Este sistema presenta la peculiaridad de que se ha fundamentado en las descripciones de la “Gramática básica de la LESCO” [8], concretamente en el nivel fonológico.

Las lenguas de señas, al igual que las lenguas orales, tienen una estructura que comprende el nivel fonológico, morfológico, sintáctico y pragmático. La lingüística de señas, como disciplina que estudia la estructura y la gramática de estas lenguas, se consolidó a finales de los años 70 y principios de los 80 del siglo pasado. Fue el lingüista norteamericano William Stokoe [11] el primero en demostrar que la Lengua de Señas Estadounidense o American Sign Language (ASL) era una lengua natural y no un simple sistema de comunicación. Antes de los trabajos de Stokoe, para la lingüística, una lengua debía ser oral para ser considerada como tal.

Evidentemente las lenguas orales son distintas a las lenguas de señas; esa distinción se basa en lo que se conoce como modalidad: las primeras son auditivas-orales y las segundas espaciales-visuales. En el modelo de Stokoe, influenciado por el estructuralismo, la seña o signo tiene una estructura interna en la que hay unidades parecidas a los fonemas de las lenguas orales. Para enfatizar la diferencia de modalidad, Stokoe adoptó el término chereme ‘querema’, del griego χεῖρ ‘mano’, y lo estableció como la unidad básica del sistema, imitando el papel del fonema de las lenguas orales; así, en el modelo de Stokoe, los queremas se

combinan de manera simultánea para conformar la seña. Aunque el concepto de “querema” finalmente no fue aceptado por los lingüistas, los trabajos de Stokoe han ejercido una enorme influencia en el estudio científico de las lenguas de señas en todo el mundo. La lingüística de señas prefiere utilizar el término fonema, como la unidad mínima que distingue el significado, y fonología, en lugar de “quereología”.

### 1.1 Conformación de la Lengua de Señas Costarricense

Según Retana [10], antes de 1939 no existía una lengua de señas costarricense. Esta surge posterior a esa fecha, cuando las personas sordas que viven en la capital empiezan a reunirse, primero en los recreos de la escuela de enseñanza especial “Fernando Centeno Güell”, que se funda precisamente en 1939, y posteriormente en otros puntos de la capital. Esta primera lengua de señas tiene influencias de la Lengua de Signos Española (LSE), pues en esa época, un pequeño grupo de personas sordas fueron a estudiar a España, y trajeron a Costa Rica algunas señas que incorporaron a la lengua local [10].

A principios de los años noventa coexistían al menos dos lenguas de señas: una utilizada especialmente por señantes de más de 40 años, a la que se denomina OLESCO, y otra usada por los jóvenes sordos, denominada NLESCO [12]. La LESCO moderna se separó de la antigua por influencia de la Lengua de Signos Americana (ASL) con la que comparte el 63,4% del vocabulario básico; mientras que la LESCO antigua y la LESCO moderna solo comparten entre ellas el 41.8% [12]. La LESCO antigua es más cercana a la Lengua de Signos Española (LSE), y esta, a la Lengua de Signos Francesa (LSF). Mientras que la LESCO moderna es más cercana a la Lengua de Signos Americana (ASL), y esta, a la Lengua de Signos Francesa. Hemos ejemplificado la filiación genética de las dos lenguas de señas costarricenses en la figura 1.



**Fig. 1.** Filiación de la LESCO. Fuente: Elaboración propias

Oviedo [8] toma como base para su estudio “Gramática Básica de la LESCO” solo la LESCO moderna o NLESCO, porque –según este investigador– es la lengua o variante que utilizan la mayoría de los señantes costarricenses en la actualidad. Aunque es importante aclarar que la OLESCO o LESCO antiguo no ha desaparecido, esta se encuentra en estado de desplazamiento y riesgo de desaparición. La LESCO antigua la emplean especialmente los señantes mayores, quienes presentan un alto grado de bilingüismo. Los señantes jóvenes solo conocen la LESCO nueva y tienen dificultades para comprender la antigua [8]. Es importante señalar que la LESCO -se entiende que con todas sus variantes dialectales-, fue reconocida en 2012 como la lengua materna de los sordos costarricenses (Ley 9049).

---

<sup>1</sup>Teoría lingüística que considera la lengua como un sistema conformado por varias estructuras interrelacionadas entre si.

## 1.2 Los estudios gramaticales de la LESCO

La Lengua de Señas Costarricense (LESCO) no cuenta con una amplia documentación y descripción gramatical, si la comparamos con otras lenguas de señas, por ejemplo, la Lengua de Signos Americana (*American Sign Language*, ASL) o la Lengua de Signos Española (LSE). Hay pocos estudios especializados sobre la LESCO<sup>3</sup>, debido a que la lingüística de señas en Costa Rica no ha sido una línea de investigación consolidada. Tampoco es una asignatura de los planes de estudios oficiales de las universidades. Con excepción de algunas investigaciones aisladas de la Universidad de Costa Rica [9, 10], el aporte más significativo para la descripción de la LESCO ha sido la “Gramática Básica de la LESCO” [8], producto del proyecto “Descripción básica de la LESCO”<sup>4</sup>, financiado por el Centro Nacional de Recursos para la Educación Inclusiva (CENAREC) [3].

En cuanto al análisis del nivel fonético-fonológico presente en la Gramática [8], su autor se basa en el modelo secuencial de Johnson y Liddell [6]. En este modelo se conciben las señas como secuencias temporales de unidades formadas por conjuntos simultáneos de una serie de rasgos formales, distribuidos en los siguientes parámetros: forma de la mano, orientación, ubicación, movimiento y rasgos no manuales. En el siguiente apartado nos referiremos a la implementación de estos parámetros en el avatar.

## 2 Los parámetros de Juan

Juan es el nombre del avatar. Es un señante virtual de LESCO, accesible a través de una plataforma web. Lo más destacable de Juan es que puede ser configurado por cualquier usuario con conocimientos de LESCO. A diferencia de otros señantes virtuales, no es necesariamente “programado” por un profesional en animación o programación, sino que está concebido para ser “configurado” a través de una gramática: la gramática de la LESCO.

Una de las decisiones que tomó el equipo de desarrollo fue que Juan fuera diestro, es decir, su mano dominante en las señas unimanuales y bimanuales es la derecha. Es importante indicar que, en las lenguas de señas, la mano dominante es intercambiable, lo que implica que el significado no está relacionado con una mano determinada; sin embargo, es usual que los usuarios diestros empleen la mano derecha como mano dominante y los zurdos, la izquierda [8]. De esta manera, el usuario del editor no escoge la mano dominante del avatar, sino el tipo de seña, para lo cual debe escoger uno de los siguientes modelos estructurales de señas: unimanual<sup>5</sup>, bimanual simétrica<sup>6</sup>, bimanual asimétrica<sup>7</sup> o bimanual alternativa<sup>8</sup> [1].

A continuación, el usuario configura la seña de acuerdo con los parámetros del nivel fonológico: forma de la mano (FM), orientación, ubicación, movimiento y rasgos no manuales. A modo de ejemplo, consideremos la seña unimanual SEMANA (ver figura 2), en cuya configuración el usuario debe ajustarse a los criterios gramaticales de la LESCO.

---

<sup>3</sup> El primer estudio fue un vocabulario básico que le encargó el Ministerio de Educación Pública de Costa Rica en 1977 al lingüista Gilbert Delgado [2], entonces profesor de la Universidad de Gallaudet. El segundo estudio apareció en 1992, cuando la pedagoga Diana López publica un diccionario ilustrado de LESCO de tres volúmenes, titulado “Comuniquémonos mejor” [7]. Esta última es una obra importante, pues documenta aproximadamente 700 señas de esta lengua.

<sup>4</sup> Los dos productos más importantes de este proyecto fueron el Diccionario y la Gramática Básica de la LESCO.

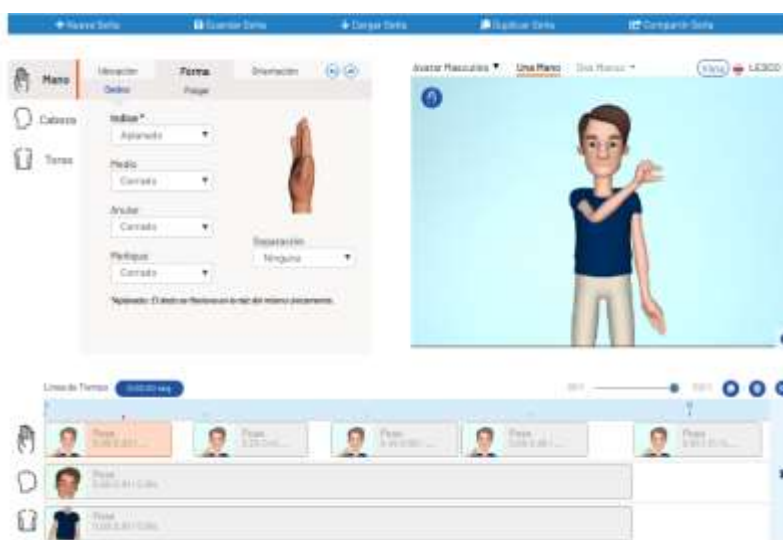
<sup>5</sup> Una mano.

<sup>6</sup> Ambas manos hacen lo mismo.

<sup>7</sup> Cada mano se configura de manera diferente, una tiene un papel activo (mano dominante) y la otra pasivo (mano no dominante).

<sup>8</sup> Ambas manos hacen lo mismo, pero de manera alterna.

*Forma de la Mano (FM)*. Para configurar la FM se debe seleccionar la posición de cada dedo de la mano dominante de la seña, en este caso, unimanual. Los rasgos distintivos de la FM de la seña SEMANA son: [19 + aplanado], [23410+ cerrado], [pulgar + aplanado + opuesto] (Figura 2).



**Figura 2.** Configuración de la mano (pose 1)

*Orientación*. La orientación es el componente que informa sobre la posición relativa de la mano en el espacio [8]. El rasgo distintivo de la Orientación de SEMANA es: [Rotación del antebrazo = supina] (Figura 3).

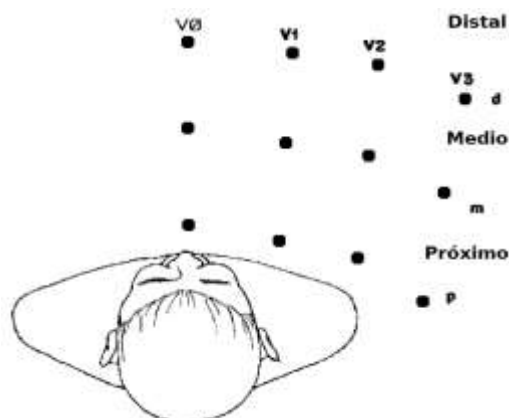


**Fig. 3.** Configuración de la Orientación (pose 2)

*Ubicación*. Se refiere al lugar de articulación de la seña. En SEMANA se trata de una seña espacial; por lo tanto, se sitúa en el espacio neutro o “espacio sagital”, esto es, en frente del avatar (Figura 4). Aquí no es

9            1 = Índice.  
10          2 = Medio, 3 = Anular, 4 = Meñique.

relevante la locación del cuerpo, solo las coordenadas del espacio horizontal: [Pose 1 +Vector 2 Inverso] y la distancia de la mano articuladora: [Pose 1 +Próximo] (Figura 5).



**Fig. 4.** Representación del espacio sagital. V0 = Vector 0; V1 = Vector 1; V2 = Vector 2; V3 = Vector 3. Fuente Oviedo [8]



**Fig. 5.** Configuración de la Ubicación (pose 1)

*Movimiento.* La seña SEMANA se representa con cinco segmentos que secuencialmente reproducen un movimiento lineal. El sub-parámetro que cambia en cada pose es la locación espacial: [Pose 2 +Vector 1 Inverso], [Pose 3 + Vector 0], [Pose 4 +Vector 1], [Pose 5 +Vector 2] (Figura 6). El resto de los parámetros (forma de la mano, ubicación, orientación y rasgos no manuales) se tienen que copiar de la pose 1 o volver a configurar en cada pose o segmento, aunque los valores no cambien, como en el caso de SEMANA.

*Rasgos no manuales.* Aunque en el caso de la seña SEMANA, el rasgo no manual que presenta es [+Neutro], el editor LESCO permite configurar de manera eficiente rasgos no manuales con función lingüística, tales como: negación simple, negación enfática, afirmación, interrogación, orden, intensificación, ironía, durativo, duda y futuro [8]. Asimismo, también es posible configurar emociones, para ello se ha utilizado un Sistema de Codificación Facial que considera seis emociones humanas básicas: ira, sorpresa, miedo, disgusto, tristeza y alegría [4].

## 2.1 Usabilidad

En cuanto a la usabilidad de la herramienta, en el mes de septiembre del 2018, el grupo de Inclutec organizó una competencia llamada Señatón, donde participaron 70 personas sordas y usuarias de la LESCO. El propósito de este evento fue validar varios textos traducidos a LESCO con el editor; así como generar varios textos cortos relacionados con el ámbito financiero, a partir de una serie de videos previamente grabados por un señante humano. Al finalizar la competencia, se aplicó un cuestionario de aceptación de la tecnología (UMAM-Q). La media global arrojó un nivel de satisfacción del 73%; sin embargo, la calificación más baja la obtuvo la facilidad de uso con un 63% y la más alta el deseo de usar la herramienta con un 82%. Estos datos nos indican que la herramienta tiene un gran potencial, aunque se deba mejorar precisamente su usabilidad y pertinencia gramatical.



Fig. 6. Configuración del movimiento (pose 2, 3, 4 y 5)

## 3 Conclusiones y trabajos futuros

El proyecto que presentamos se ha fundamentado en el primer estudio amplio de la gramática de la LESCO [8]. El editor del avatar es una implementación computacional del modelo secuencial de Johnson y Liddell [5]. Así, cada seña se compone de varios segmentos secuenciales, denominados “poses” en el editor. Cada pose o segmento es una unidad temporal formada por un conjunto simultáneo de rasgos distribuidos en una serie de parámetros: forma de la mano, orientación, ubicación, movimiento y rasgos no manuales; similar al modelo secuencial de los autores mencionados.

La representación del movimiento se consigue a través de un novedoso sistema de animación de “poses”. Dicho sistema, aunque se debe mejorar en las transiciones, consigue representar los movimientos de las manos y los articuladores pasivos. Consideramos que el cuadro o fotograma denominado “pose” se asemeja al concepto de segmento [5]: desde un punto de vista lingüístico, resulta más lógico entender la seña como una secuencia de segmentos organizados de manera secuencial (ídem).

Por otra parte, los rasgos no manuales se encuentran divididos en la interfaz en expresiones lingüísticas y emociones. En general, la implementación es adecuada, pues se ha separado la dimensión lingüística de la psicológica. Además, en el caso de los rasgos no manuales con función lingüística, están casi todas las formas descritas en la Gramática [8].

Finalmente, como trabajo futuro, esperamos mejorar la usabilidad del editor y ajustar de manera más eficiente su diseño a la gramática de la LESCO.

## Referencias

1. Battison, R.: *Lexical Borrowing in American Sign Language*. ERIC (1978)
2. Delgado, G.: *Hacia una nueva forma de comunicación con el sordo*. Ministerio de Educación Pública (1977)
3. Centro Nacional de Recursos para la Educación Inclusiva: Proyecto: Descripción básica de la LESCO. *CENAREC-LESCO*. <http://cenarec-lesco.org/index.php/proyect/personal-61> (2013). Accedido el 23 de febrero de 2019
4. Ekman, P.; Friesen, W.: *Facial Action Coding System: A Technique for the Measurement of Facial Movement*. Consulting Psychologists Press (1978)
5. Johnson, R.; Liddell, S.: Toward a phonetic representation of signs: Sequentiality and contrast. *Sign Language Studies*, Vol. 11, No. 2, pp. 241–274 (2010)
6. Johnson, R.; Liddell, S.: A segmental framework for representing signs phonetically. *Sign Language Studies*, Vol. 11, No. 3, pp. 408–463 (2011)
7. López Grazioso, D.M.: *Comuniquémonos mejor*. Deisa Internacional, S.A. (1992)
8. Oviedo, P.A.: Gramática básica de la LESCO. *CENAREC-LESCO*. <http://cenarec-lesco.org/index.php/grammar> (2013). Accedio el 23 de febrero de 2019
9. Ramírez, C.: Análisis sistémico-funcional de la cláusula como mensaje en la lengua de señas costarricense. Tesis de Maestría. Universidad de Costa Rica (2013)
10. Retana Castro, P.: Descripción del aspecto verbal en la lengua costarricense de señas. Tesis de Maestría, Universidad de Costa Rica (1993)
11. Stokoe, W.; Casterline, D.; Croneberg, C.: *A Dictionary of American Sign Language on Linguistic Principles*. Gallaudet Press (1965)
12. Woodward, J.: Historical bases of new Costa Rican sign language. *Filología y Lingüística*, Vol 18, No. 1, pp. 127–132 (1992)

# Un software educativo para la recuperación de la lengua KICHWA

Silvia Anacona<sup>1</sup>, Alejandra Parra<sup>2</sup>, Luis Vejarano<sup>3</sup>, Freddy Muñoz<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup> Programa de Ingeniería de Sistemas, Fundación Universitaria de Popayán  
Calle 5 No 8.58, Popayán Colombia  
<sup>1</sup>diale@hotmail.com.ar, <sup>2</sup>aleparrabtaqr@gmail.com,  
<sup>3</sup>luis.vejarano@hotmail.com, <sup>4</sup>freddys@hotmail.com,

**Resumen:** Esta investigación presenta una aplicación educativa para la recuperación de la lengua kichwa del resguardo indígena del corregimiento de Caquiona Municipio de la Vega en el departamento del Cauca (Colombia). Para desarrollarlo, se adaptó la metodología de software educativo de Álvaro Galvis Panqueva y Scrum, con el fin de obtener un concepto ágil aplicado al desarrollo de software educativo. Como resultado se obtuvo un sistema de seis módulos que ayudan al aprendizaje de la lengua indígena. La propuesta fue evaluada en un primer momento por expertos pedagogos en la enseñanza de lenguas extranjeras obteniendo una calificación favorable por su desempeño lúdico y didáctico para la enseñanza de la lengua y luego se evaluó con 30 estudiantes de la institución educativa Santa María de Caquiona, quienes usaron el software educativo y demostraron adherencia a la herramienta y mejoraron su nivel de conocimiento de la lengua kichwa.

**Palabras Clave:** Software educativo, metodologías ágiles, scrum.

## 1 Introducción

En Colombia según la UNESCO 68 lenguas indígenas están en peligro de desaparecer, de las 2500 que existen en el mundo. DE ahí que Colombia se haya declarado en alerta roja 4 ya que desaparecieron las más grandes lenguas que dieron origen a las 68 antes mencionadas: Pijao (Tolima), Carabayo (Amazonas), Macguaje (Amazonas), Opón- Carare (Santander); y 12 se encuentran en situación crítica entre las cuales se encuentra la lengua Kichwa [2].

De otro lado, las Instituciones educativas y sobre todo las que se encuentran en sitios de resguardos indígenas, están proponiendo estrategias para que sus habitantes no pierdan el sentido cultural de la lengua, que paulatinamente se está perdiendo debido a la adhesión indígena a las ciudades y su lengua.

Esta situación llevó a los investigadores a plantear estrategias que permitieran el rescate de las lenguas indígenas y para ello se focalizó en un resguardo ubicado al sur de Colombia, donde aún se pueden encontrar algunos rasgos de la lengua con los que se puede reconstruir el lenguaje.

## 2 Marco teórico

Aproximadamente en el mundo se hablan 2500 lenguas; la lengua son sistemas lingüísticos usados para comunicarse en una comunidad [3].

La lengua Kichwa (fig. 2) es una familia de lenguas originaria de los Andes centrales que se extiende por la parte occidental de Sudamérica a través de seis países. Es hablada entre 8 y 10 millones de personas y es la familia lingüística más extendida en Bolivia, Perú y Ecuador (Fig. 1) después de la indoeuropea [14].

La lengua kichwa ha sufrido algunas deformaciones; podríamos decir que ha decaído debido a la introducción de muchos términos españoles, a veces de palabras completas, como “auto”, “anatawa ”; en otros casos, ha cambiado algunas letras. Estos fenómenos lingüísticos han llevado a los kichwas hablantes, por un lado, a olvidar palabras [15].



**Figura 1.** Ubicación geográfica.



**Ilustración 1** Población de Caquiona.

- **Metodologías Ágiles**

Son reconocidas porque están dando respuesta a desarrollos rápidos en ambientes de bajos recursos y de gran incertidumbre, incluyendo prácticas básicas de calidad. Su interés está basado en las personas más que en los procesos, y en las entregas tempranas más que en la documentación; Los valores de los métodos ágiles permiten una mayor flexibilidad para adaptarse a los cambios en el desarrollo del proyecto [5]. Las metodologías resuelven problemas software surgidos por las urgencias de los clientes, máxime cuando la industria quiere respuestas rápidas que le permita tomar decisiones tempranas debido a las expectativas y necesidades de usuario que cada vez son más exigentes y frecuentes [6].

Existe un conjunto de métodos ágiles usados en la industria, Scrum como marco de proceso, entra también esta categoría debido a que ha sido adaptado para la entrega de productos rápidos al cliente.

Las Instituciones como las organizaciones empresariales, se preocuparon por automatizar sus actividades didácticas y aparece el concepto de software educativo con el propósito de apoyar la labor del profesor en el aprendizaje de los estudiantes. Además de sus características computacionales, el software educativo tiene elementos metodológicos que orientan el proceso de aprendizaje [16]. proporcionando diversos conceptos útiles, que en educación generan aspectos positivos que se pueden imitar o aspectos negativos que hay que evitar [17].

- **Metodología para el Software Educativo**

Pittiani [18] define una metodología como un conjunto de procedimientos, técnicas, herramientas y un soporte documental que ayuda a los desarrolladores a realizar nuevo software.

Existen varias metodologías para el desarrollo de software educativo, entre ellas se encuentra la de Álvaro Galvis Panqueva [7], quien plantea las siguientes etapas para el desarrollo de software educativo:

- **Análisis:** En esta etapa lo primordial es señalar con claridad donde y hacia quien se va a desarrollar el software. Se plasman los requerimientos y estos deben permitir la interacción entre máquina y usuario.
- **Diseño:** esta etapa se desarrolla en tres partes:
  1. Diseño educativo,
  2. diseño comunicacional,
  3. diseño computacional.
- **Desarrollo:** En esta fase lo que se hace es que se desarrolla la aplicación, utilizando la información que se obtuvo anteriormente y adecuarla en el lenguaje de desarrollo escogido. Sin olvidar las restricciones que sean necesarias.
- **Prueba:** a lo largo y final del desarrollo
- **Validación del prototipo:** se realiza con expertos, durante la etapa del diseño, probando uno a uno los módulos desarrollados, a cuando estos estén funcionando.

### 3 Estado del Arte

Al hacer una revisión de la literatura, se encontraron varios trabajos que dieron pautas importantes par el desarrollo de esta propuesta, entre ellos, Empleo de las tic en el desarrollo académico como parte del proceso pedagógico para la enseñanza de kichwa, como lengua autóctona, en los estudiantes de educación básica de la universidad técnica de Cotopaxi, extensión la maná, año 2014[8]. Esta investigación tiene como finalidad la aplicación de las TIC en el fortalecimiento académico como parte del proceso pedagógico para la enseñanza de la lengua kichwa. En la actualidad pocos docentes la utilizan como herramienta de trabajo para la enseñanza de la lengua, debido a que se ha perdido el interés tanto por estudiantes como por docentes de restaurar su lengua. La aplicación entrega una lista de vocabulario a los usuarios, que luego deben escribir y repetir para su aprendizaje.

Gcompris [9] Un software compuesto por un amplio y variado conjunto de actividades educativas indicadas para estudiantes de Educación Preescolar y Educación Primaria. Además del visor de actividades, la aplicación incluye un módulo de administración que permite seleccionar fácilmente que tareas se desean desarrollar y presentar a los estudiantes.

MY language Exchange BUDDY: [10] Un aplicativo que permite interactuar a grupos conversacionales. La herramienta permite acceder a varias conversaciones durante un largo tiempo, con temas que varían desde el lugar, nombres de juegos, de palabras entre otras.

RK Diccionario Kichwa Ecuador: [11] Tratan brevemente algunos elementos básicos de la gramática kichwa relacionados con aspectos de la fonología (primera parte), fonemática (segunda parte) y sintagmática o sintaxis (tercera parte).

DUOLINGO: [12] Duolingo es un programa de enseñanza de idiomas basado en el web que guía a los estudiantes paso a paso a través de una secuencia de tareas, en gran parte basada en la traducción. Está claramente dirigido al aprendizaje consciente, aunque alguna adquisición subconsciente del lenguaje es inevitable, ya que los estudiantes escuchan y leen muestras del lenguaje. [13] Es la plataforma gratuita de enseñanza de idiomas más popular a nivel mundial.

A diferencia de las anteriores aplicaciones, Shimisoft es un software educativo interactivo, desarrollado bajo parámetros ágiles y validado por expertos en enseñanza de la lengua, además presenta resultados de educabilidad, es decir logró demostrar que es de fácil adherencia y permite el aprendizaje lúdico de la lengua kichwa. Un modelo que perfectamente puede ser aplicado a cualquier lengua indígena que se quiera recuperar.

#### 4 Parámetros metodológicos shimisoft

Para el desarrollo del software educativo, se proponen unos parámetros metodológicos basados en la metodología para software educativo de Álvaro Galvis Panqueva y Scrum. Proceos que se resumen en la Figura No 1.

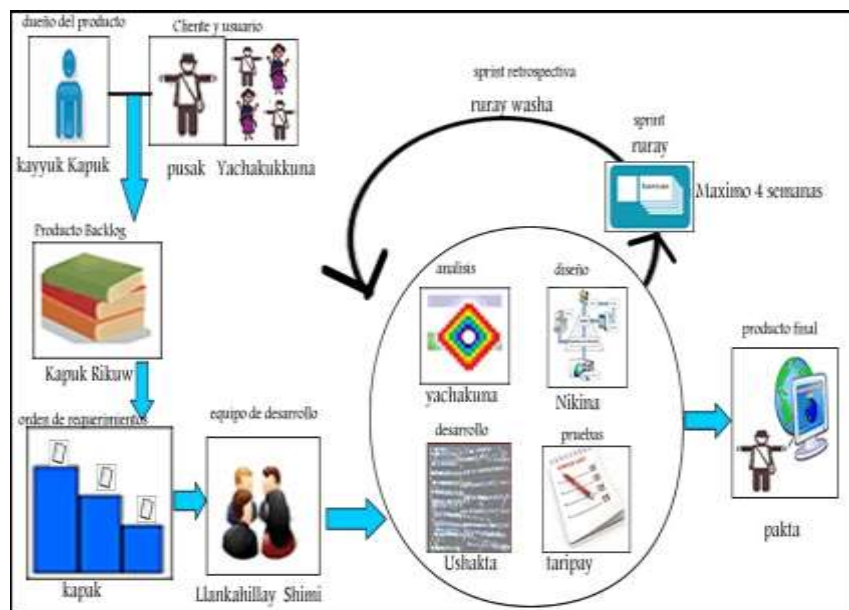


Fig. 1. Modelo de parámetros metodológicos Shimisoft

Este modelo usa términos Kichwas, con el objeto de contextualizar la propuesta y cumplir con las exigencias de culturización del software educativo, cuenta con los siguientes elementos:

1. **EQUIPO SHIMI:** o grupo de trabajo auto-organizado, encargado del desarrollo del proyecto
2. **SHIMI MÁSTER:** encargado de vigilar el cumplimiento de los parámetros metodológicos y los requisitos del cliente
3. **PUSAK:** o cliente
4. **KAYYUK KAPUK:** o dueño del producto.

Shimisoft también tiene sus propios eventos:

1. **RURAY:** o sprint en el desarrollo
2. **RURAY WASHA.** Reuniones de retrospectiva
3. **PUKTA:** Reuniones de entrega de producto

Además, cumple con ciclos cortos para cumplir con la calidad del producto denominados: YACHAKUNA, NIKINA, USHAKTA, TIRAPAY.

## 5 Resultados

Con base en los parámetros metodológicos, se priorizaron los siguientes requisitos (ver tabla 1)

**Tabla 1:** Requisitos del software educativo

Ítem	Descripción del requerimiento
1	El software deberá permitir que los estudiantes practiquen la lengua kichwa.
2	La aplicación debe ser web, para que, en un futuro, estudiantes, docentes, administrativos o quien desee ingresar a ella lo pueda hacer a través de cualquier navegador de internet.
3	El contenido del software debe ser ameno, didáctico y que permita al estudiante interactuar con la cultura del cabildo indígena a través de imágenes, palabras escritas y audios.
4	El contenido debe ser enfocado en la lengua ancestral y español (Debe ser bilingüe)
5	En las interfaces que tendrá el software deberá contener el escudo y nombre de la institución educativa Santa María de Caquiona.
6	El acceso al sistema debe ser de manera fácil para los estudiantes, puesto que son personas muy poco relacionadas con la tecnología.
7	Los colores aplicados a las interfaces deberán ser los representativos del cabildo indígena.
8	Especificarle al estudiante cuando este interactuando con el software si ha introducido información correcta o si debe repetir.

Con los que se realizaron las historias de Usuario y se cumplieron cada una de las actividades propuestas por el proceso.

Algunas interfaces de la herramienta son:

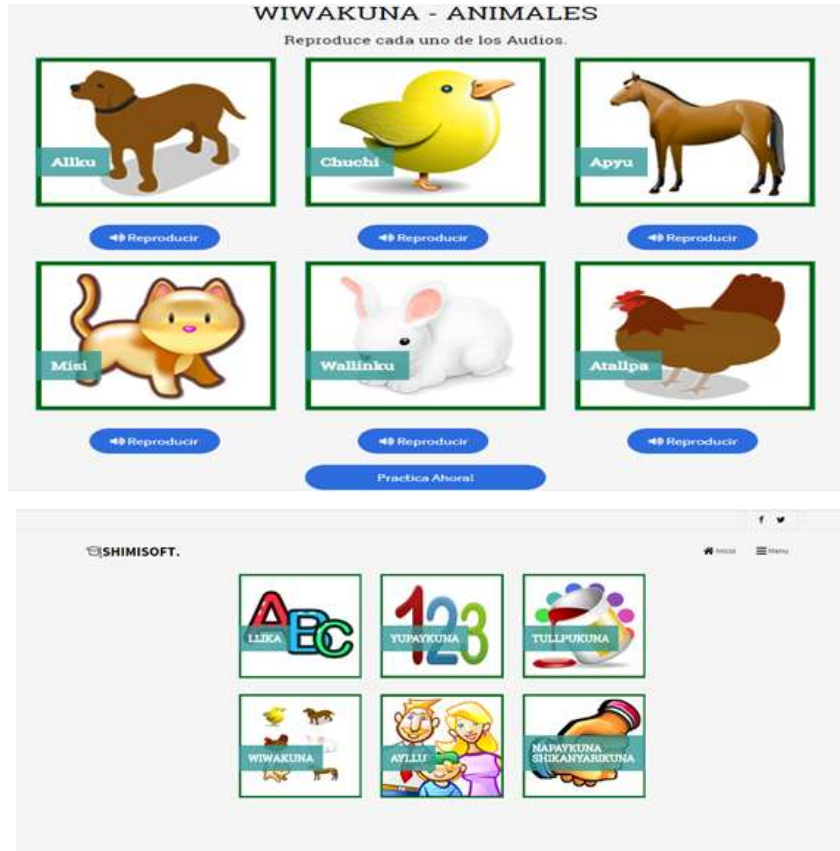


Fig. 4 GUI de prácticas

## 6 Validación

Dos estudios de caso permitieron conocer el nivel de adherencia de la propuesta de investigación.

En el primer estudio de caso, se presentó la aplicación a cuatro pedagogos con maestría en didáctica de la enseñanza de lenguas extranjeras (inglés - Francés), quienes revisaron cada uno de los aspectos de la herramienta. Además, se les entregó un cuestionario que se utilizó para cuantificar la calificación por ellos generada, las preguntas se basaron en criterios sobre enseñanza de una lengua y cuyo fin fue el de saber si la aplicación cumplió o no con estándares de enseñanza. Obteniendo los siguientes resultados:



Fig. 5 Cuadro de validación por expertos.

La Figura 5 muestra que los expertos coinciden que la herramienta si cumple con los criterios necesarios para la enseñanza de una lengua, en este caso la Kichwa.

Para el segundo estudio de caso, cuyo objetivo fue medir la capacidad de adherencia de los jóvenes para el aprendizaje de la lengua Kichwa. Para ello se visitó la Institución educativa se realizó una prueba de conocimientos a 30 estudiantes de la institución educativa Santa María de Caquiona, del municipio de la Vega, Departamento del Cauca (Colombia). A quienes se les realizaron dos pruebas una antes de usar la aplicación y otras después de usarla obteniendo los resultados como muestran las figuras 6 y 7.

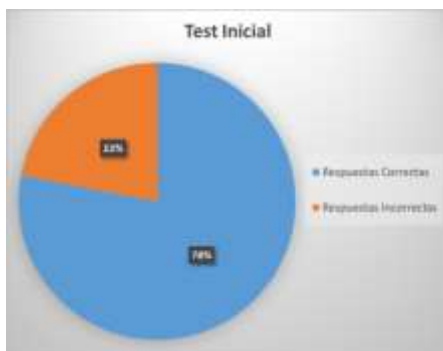


Fig. 6 Test Inicial

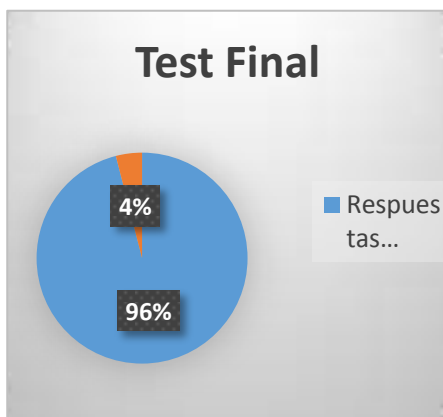


Fig. 7 Test final

## 7 Conclusiones y trabajos finales

Con base en la validación de la investigación se puede concluir que:

La aplicación de los parámetros metodológicos shimisoft en un software educativo, logró cumplir en alto porcentaje con los requisitos y desarrollar un software educativo que mejoró el nivel de aprendizaje y recate de una lengua; los estudiantes mejoraron su nivel de conocimiento después de utilizarlo.

La aplicación tuvo en cuenta tres de los cuatro estilos de aprendizaje, los cuales son táctil, auditivo, y visual, lo que hace que se convierta en una buena herramienta para la recuperación y aprendizaje de una lengua.

Como trabajo futuro se propone que se desarrollen niveles cada vez más grandes y con mayor dificultad o combinando las palabras para formar frases que permitan la sintaxis en el aprendizaje de la lengua.

Desarrollar software educativo desde las perspectivas ágiles hace que se tengan soluciones más rápidas para el cliente debido a que las metodologías de software educativas están basadas en modelos tradicionales; por tanto, se debe proponer desarrollar otras aplicaciones con los parámetros propuestos y usar la aplicación en otras lenguas lo que validaría la estructura y eficiencia del software educativo.

## Referencias

- [1] O. A. Jiménez, *La recuperación de la lengua ancestral de los yanaconas*, Primera. Bolivia, 2006.
- [2] R. Vivir, “En Colombia, 68 lenguas se encuentran en peligro de desaparecer,” *El Espectador*, 2016. [Online]. Available: <https://www.elespectador.com/noticias/educacion/colombia-68-lenguas-se-encuentran-peligro-de-desaparece-articulo-672067>.
- [3] Ministerio de Cultura, “10 Cosas Que Debes Saber Sobre Las Lenguas Indígenas,” p. 12, 2013.
- [4] G. Maps, “Mapa de Almaguer, Cauca, Almaguer,” 2018. [Online]. Available: <https://mapasamerica.dices.net/colombia/mapa.php?nombre=Almaguer&id=30863>.
- [5] and D. P. D. V. J. H. Canós, P. Letelier, C. Penadés, “Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software,” p. 59, 2003.
- [6] E. H. Uribe, “Del manifiesto ágil sus valores y principios,” p. 385, 2007.
- [7] R. A. G. Castro, “INGENIERIA DE SOFTWARE EDUCATIVO CON MODELAJE ORIENTADO POR OBJETOS : UN MEDIO PARA DESARROLLAR MICROMUNDOS INTERACTIVOS,” vol. 11, pp. 9–30, 1998.
- [8] Rivera Carrera Guadalupe del Rocío, ““EMPLEO DE LAS TIC’s EN EL DESARROLLO ACADÉMICO COMO PARTE DEL PROCESO PEDAGÓGICO PARA LA ENSEÑANZA DE KICHWA, COMO LENGUA AUTÓCTONA, EN LOS ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN BÁSICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, EXTENSIÓN LA MANÁ, AÑO 2014”,” 2014.
- [9] S. E. J. M. Gago Ismail Alí , Hernández Ruiz Diego, Martín Fernando Lisón, “La interfaz de GCompris,” pp. 1–17, 2011.
- [10] C. Hub, “I ’ VE FOUND MY LANGUAGE BUDDY ! WHAT ’ S NEXT ?,” p. 8, 2014.
- [11] C. A. Chango Bernardo, Chango, Caiza Jose, De la Torre Luz Ma, *Yachakukkunapa Shimiyuk Kamu*. 2009.
- [12] S. Krashen, “Does Duolingo ‘ Trump ’ University-Level Language Learning ?,” no. January, pp. 13–15, 2014.
- [13] Á. Romero, “Duolingo la aplicación más fiable para aprender y certificar un idioma,” pp. 1–17, 2012.
- [14] T. D. E. Grado and E. N. L. O. S. Estudiantes, “UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI,” 2014.
- [15] E. E. Chimbo Aguinda, Jaime Jose; Ullauri Velasco, Maria Angelica; Shiguango Andi, “SHIMIYUKKAMU DICCIONARIO,” *Nucl. sucumbios*, vol. 1, p. 397, 2007.
- [16] P. Marquez, “Software Educativo,” vol. 1, p. 17, 1995.
- [17] E. Estel, “METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE SOFTWARE EDUCATIVO,” p. 34, 1995.
- [18] ]A. Figueroa, “Revista Internacional de Educación en Ingeniería,” *Acad. Journals*, vol. 2, no. 1, p. 29, 2009.

# Explorando los Mecanismos de Apoyo Académico para los Estudiantes con Discapacidad

<sup>1</sup> Raudel López Espinoza, <sup>2</sup> Rubén Paúl Benítez Cortés,  
<sup>3</sup> Eligardo Cruz Sánchez, <sup>4</sup> Perla Aguilar Navarrete  
<sup>1,2,3,4</sup> Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Economía  
Ciudad de la Cultura Amado Nervo S/N, Tepic, Nayarit, México  
[1,2,3,4 {raudellr, paul.benitez, ecruz, paguilar} @uan.edu.mx](mailto:{raudellr, paul.benitez, ecruz, paguilar}@uan.edu.mx)

**Resumen:** El 6% de los mexicanos tiene algún tipo de discapacidad y sólo el 15% logra acceder a estudios de nivel superior (0.009% de la población total de México). La educación es uno de los derechos más importantes y esenciales para el desarrollo de las personas. Por tanto, las instituciones educativas deben ofrecer las condiciones adecuadas para que las personas con discapacidad tengan el apoyo que necesitarán durante su formación académica. El presente estudio tuvo como propósito explorar los mecanismos de apoyo académico que una universidad mexicana ofrece a sus estudiantes con discapacidad, a partir de un enfoque cualitativo y centrado en la recopilación de datos de documentos del contexto del estudio y entrevistas abiertas. Los resultados muestran la carencia de registros sobre las personas con discapacidad, así como una coordinación inadecuada de los esfuerzos de las autoridades universitarias para apoyar a este tipo de personas.

**Palabras Clave:** Estudiantes con discapacidad, Inclusión Educativa, Educación Superior, Accesibilidad.

## 1 Introducción

El 6% de la población de México (7.1 millones de personas), tiene al menos un tipo de discapacidad [1]. Esto implica que estas personas no pueden o tienen dificultad para caminar, subir o bajar usando sus piernas; ver (aunque usen lentes); mover o usar sus brazos y manos; aprender, recordar o concentrarse; escuchar (aunque use un aparato auditivo); bañarse, vestirse o comer; hablar o comunicarse; y problemas emocionales o mentales. Del total de la población con discapacidad que reside en cada una de las entidades federativas de México, Nayarit es la que tiene la tasa más alta (82 personas por cada mil habitantes)[1]. Lo que indica que de los 1'181,050 habitantes nayaritas, 96,846 personas tienen algún tipo de discapacidad.

Del total de personas con discapacidad en Nayarit, el 64.6% tiene discapacidad para ver, la tasa más alta a nivel nacional. Esto sugiere que de los 96,846 discapacitados en Nayarit, un aproximado de 62,562 tienen algún grado de discapacidad visual, de los cuales el 10% (9,684) son jóvenes de entre 15 y 29 años, rango de edad en que los estudiantes con capacidades promedio cursan educación media, superior, o posgrado. Por otra parte, un diagnóstico nacional [2], concluyó que las personas con discapacidad tienen un deficiente acceso a la educación, a causa de escasos modelos de educación individual y la inapropiada formación de los docentes. Por consiguiente, esto genera un claro problema de inclusión de las personas con discapacidad a una formación profesional y por ende a su integración a mercados laborales que demandan un grado de preparación y especialización de alguna disciplina.

La Universidad Autónoma de Nayarit (UAN) tiene una población de 17,998 estudiantes en el nivel superior [3], de los cuales se tiene un registro de al menos 138 alumnos con algún tipo de discapacidad [4]. La UAN ha apostado por un modelo educativo inclusivo, capaz de atender las demandas y necesidades de sus alumnos, con independencia de las características que ellos puedan presentar. Para este propósito, en el Plan de Desarrollo Institucional (PDI) 2016-2022 de la UAN [5], se señala que en respuesta a lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 [6] en lo correspondiente a inclusión, se debe garantizar a los estudiantes la inclusión y la equidad formando una comunidad plural. Para este fin, en el PDI 2016-2022 se señala en forma específica "...diseñar y desarrollar el Programa de Apoyo Educativo a Personas con Discapacidad" [5].

Los autores del presente estudio, para indagar sobre los avances del Programa Educativo a Personas con Discapacidad (PEPD de aquí en adelante), recurrieron a fuentes de información diversas (documentos institucionales, informes anuales de la rectoría, artículos de investigación, entrevistas a funcionarios y representantes estudiantiles). A partir del análisis de estas fuentes, los autores encontraron que en los últimos dos años se han realizado algunas actividades de apoyo a los estudiantes con discapacidad; pero también se

identificó que no se tienen registros institucionales confiables que permitan conocer los mecanismos específicos de apoyo educativo institucional que se ofrece a las personas con discapacidad según su tipo.

Con base al anterior contexto, el presente estudio de diseño cualitativo exploratorio, tuvo como propósito explorar los tipos de apoyo educativo que la Universidad Autónoma de Nayarit provee a los estudiantes con algún tipo de discapacidad.

## **2 Estado del Arte**

### **2.1 Concepto de discapacidad.**

La Organización Mundial de la Salud (OMS), a través del centro de Clasificación de Enfermedades de París, desarrolló una propuesta que fue publicada en 1980 con el título de Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías, en la cual se propone el siguiente esquema: Enfermedad->Deficiencia->Discapacidad->Minusvalía [7]. Entendiéndose desde el punto de “experiencia de la salud” que: una discapacidad es toda restricción o ausencia (debida a una deficiencia) de la capacidad de realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para un ser humano.

En este mismo sentido, el 22 de mayo de 2001 en la 54ª Asamblea de la OMS, se aprobó la nueva versión de la clasificación con el nombre definitivo de Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud (CIF).

La CIF es una clasificación del funcionamiento y de la discapacidad de las personas. Agrupa sistemáticamente los dominios de la salud y los relacionados con la salud. Dentro de cada componente, los dominios se agrupan teniendo en cuenta sus características comunes (como su origen, tipo o similitud) y se ordenan desde una perspectiva lógica [8]. Para la CIF la discapacidad “es un término genérico que incluye déficits, limitaciones en la actividad y restricciones en la participación. Indica los aspectos negativos de la interacción entre un individuo (con una condición de salud) y sus factores contextuales (factores ambientales y personales)” [8]. Es de importancia mencionar que, los componentes y conceptos promovidos por la CIF, han sido aceptados internacional y nacionalmente.

### **2.2 Políticas en la educación superior para personas con discapacidad.**

Las instituciones de educación superior no ofrecen mucha información sobre las medidas o acciones que llevan a cabo para favorecer el ingreso, la permanencia y el egreso de las personas con discapacidad [9]. En un estudio del Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, se encontró que de las 43 universidades públicas que hay en el país (estatales y federales), sólo 9 tienen registros sobre sus estrategias de inclusión educativa [9]. Entre las principales estrategias que las universidades han adoptado para apoyar a personas con discapacidad se encuentran: normativas y políticas institucionales, *apoyos académicos y económicos, accesibilidad física y de información, y otras medidas y servicios.*

En apoyo a la inclusión a la educación superior a personas con discapacidad, la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), que es un Asociación no gubernamental que agremia a las principales instituciones de educación superior de México, y que tiene como interés promover el mejoramiento integral de las universidades en los campos de la docencia, la investigación, y la extensión de la cultura y los servicios; editó el “Manual para la Integración de Personas con Discapacidad en las Instituciones de Educación Superior” [10]. Este manual tiene como objetivo general que las Instituciones de Educación Superior (IES) se conviertan en espacios vitales para las personas con discapacidad. Esto a partir de una guía que les permitan a los responsables de las IES seguir una serie de acciones encaminadas para incluir, con igualdad y equiparación de oportunidades, a las personas con discapacidad.

En orden a lo anteriormente expuesto, existe evidencia de que en algunas IES de México se tienen importantes avances en su propósito de apoyar a personas con discapacidad a partir de normas, apoyos académicos y económicos, adaptación de infraestructura, servicios, y modelos de gestión específicos. Sin embargo, en la mayoría de las universidades del país, sus estrategias y acciones dirigidas a apoyar a las personas con algún tipo de discapacidad, han sido poco eficaces en su objetivo de asumirse como instituciones educativas incluyentes [9].

### **2.3 Políticas o programas institucionales de la UAN para personas con discapacidad.**

El Plan de Desarrollo Institucional 2016-2022 de la Universidad Autónoma de Nayarit, tiene la política de “...integrar a los estudiantes con equidad, respeto y a favor del bien común, sin distinción de origen cultural, discapacidad, género y diversidad de situaciones personales.” [11]. En dicho Plan se incluye el “Programa estratégico de integración y cuidado de la vida universitaria” (Programa No. 34), mismo que tiene como una de sus estrategias el Diseñar y desarrollar *el Programa de Apoyo Educativo a Personas con Discapacidad*.

En el Primer Informe 2016-2017 del Estado General Presupuestal y Financiero de la UAN [4], se señala que en el marco del Programa para la Inclusión y la Equidad [12], se obtuvieron fondos para construir 18 rampas en diversas Unidades Académicas y para equipar una sala tiflotécnica que tiene su ubicación en la Biblioteca Magna. La inversión total de estas acciones fue de \$575,055.22 M.N. en beneficio de 138 estudiantes con diferentes tipos de discapacidad. En el Segundo Informe 2017-2018 [3] se expone nuevamente la construcción de otras nuevas rampas.

La UAN ha adoptado la política de priorizar el otorgamiento de becas a los estudiantes con discapacidad motriz, visual o auditiva. En cada ciclo escolar se convoca a los alumnos a participar en seis modalidades de beca [13]: a) beca alto rendimiento académico, b) beca alto rendimiento deportivo, c) beca alto rendimiento cultural, d) beca mérito estudiantil, e) beca de participación social, y f) beca de inclusión universitaria. Esta última se divide en beca de bajos recursos económicos, beca para alumnos con discapacidad, y beca para alumnos de pueblos indígenas.

Por otra parte, la Federación de Estudiantes de la Universidad Autónoma de Nayarit (FEUAN), mantiene el Programa de Inclusión Educativa, que apoya aspirantes que por la proximidad de su resultado [al ideal] en el examen de admisión, pueden aplicar un segundo examen. Este mismo programa ayuda a ingresar a la UAN a aspirantes por su alto rendimiento cultural, discapacidad, o pertenencia a un grupo étnico [14].

### **3 Metodología**

El presente estudio se realizó con un enfoque cualitativo, dado que su propósito fue explorar y entender un problema de un contexto específico [15]. El tipo de muestra fue de conveniencia y la recolección de datos se hizo a través de la observación y entrevistas abiertas a estudiantes con discapacidad, funcionarios, líderes estudiantiles y docentes. Después de la recolección de los datos, estos fueron analizados e interpretados para exponer los hallazgos de la sección de Resultados.

Previo a la recolección de los datos, los autores hicieron una revisión de literatura acerca de las políticas internacionales, nacionales, estatales, y universitarias sobre el tema de las personas con discapacidad. También revisaron sitios web, planes, programas, e informes de las diferentes Secretarías de la UAN en lo correspondiente a los dos últimos años; para identificar las políticas, recursos, y acciones dirigidas a apoyar a la población de estudiantes con discapacidad. De este modo, al realizar las entrevistas, los autores tenían mayor conocimiento del contexto del problema.

### **4 Resultados**

La UAN tiene dentro de sus políticas educativas apoyar a las personas con discapacidad. De esto se encontró evidencia en el Plan de Desarrollo Institucional, mecanismos de ingreso a la universidad, y la convocatoria de becas estudiantiles. Sin embargo, no se encontró evidencia de la existencia de una coordinación, departamento o responsable del Programa de Apoyo Educativo a Personas con Discapacidad que menciona el Plan de Desarrollo Institucional. El único Programa de apoyo a estudiantes con discapacidad, mencionó un líder estudiantil (J. Castellanos, Comunicación personal, 19 de octubre de 2018), es el que la Federación de Estudiantes de la UAN coordina, y tiene por nombre Programa de Inclusión Educativa. Es importante destacar que, aún con este Programa coordinado por estudiantes; así como los planes, informes y estadísticas institucionales; no fue posible encontrar un censo confiable de la cantidad de estudiantes con discapacidad que estudian una carrera universitaria en la UAN.

Respecto al apoyo académico durante las actividades o prácticas de las asignaturas, todas las personas con discapacidad entrevistadas mencionaron que los docentes desconocen las limitaciones de sus estudiantes con discapacidad. Por ejemplo, un alumno con discapacidad visual comentó que los profesores usan su propio acervo bibliográfico sin que este sea pertinente para personas con discapacidad visual (documentos

escaneados tipo foto), ya que no tienen idea de lo que es el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR). En este mismo sentido, las personas con discapacidad auditiva, tienen problemas para comprender la exposición del profesor durante la clase, porque frecuentemente suelen hablar volteando al pizarrón (imposibilitando el entendimiento a los estudiantes que leen los labios).

En apoyo al argumento anterior, en una entrevista al Director de Desarrollo del Profesorado (DDP) de la UAN (F. Hernández, comunicación personal, 15 de octubre de 2018), comentó que en los años 2017 y 2018 no se ha ofrecido a los profesores curso alguno relacionado a personas con discapacidad, pues la oferta de cursos que la DDP hace, es con base a las solicitudes que realizan los profesores a los coordinadores del programa académico al que pertenecen.

En la visita de los autores a la sala tiflotécnica ubicada en una de las bibliotecas universitarias, se entrevistó a la Responsable de la sala (M. Gracia, comunicación personal, 18 de octubre de 2018), una persona de apoyo asignada a la sala, y a tres estudiantes con discapacidad visual. Durante la entrevista, los estudiantes mencionaron que las herramientas tecnológicas con las que se apoyan para leer sus textos se encuentran el software Open Source NVDA (NonVisual Desktop Access) y el lector de pantalla Jaws (ambos para Windows). Así mismo, para la traducción de texto a Braille usan las herramientas de Google. La Responsable de la sala tiflotécnica mencionó que se tienen dos equipos Merlin para débiles visuales y daltónicos que les permite ampliar el tamaño de las fuentes y cambiar el color de contraste de los textos, una máquina Perkins para escribir Braille, y dos equipos de cómputo con teclado Braille conectados a su respectiva impresora Braille Everest.

Los autores hicieron un recorrido por las instalaciones del campus universitario y se pudo observar la existencia de rampas, barandales, cajones de estacionamiento, y sanitarios para personas con discapacidad motriz. Sin embargo, de los edificios con múltiples pisos, el de la Biblioteca Magna es el único con elevadores; las rampas no tienen la inclinación adecuada, son muy estrechas o se encuentran en mal estado; los barandales no son suficientes; son pocos los cajones de estacionamiento; y la mayoría de los sanitarios siguen sin estar adecuados para personas con discapacidad motriz.

De igual importancia fue que algunos de los entrevistados, comentaron la necesidad de tener más sitios web accesibles, y sugirieron la necesidad de incluir en el programa curricular de carreras relacionadas a tecnologías de la información, materias específicas para el diseño y programación de sitios web accesibles. Sobre esta misma idea, comentaron que en el caso específico del sitio web de la UAN, aunque les parece que es accesible, se debe mejorar la forma en que se presentan los contenidos.

Con base a los anteriores hallazgos, a continuación se muestra un resumen comparativo de las acciones que en otras universidades públicas se han realizado en lo que respecta a los estudiantes con algún tipo de discapacidad.

1. *Normativas y políticas institucionales.* Se encontró evidencia de incorporación de la problemática de estudiantes con discapacidad en los planes de desarrollo, pero no se especifica la forma de operación. No se encontró evidencia de lineamientos específicos para la atención de estudiantes con discapacidad. Existe un programa parcial de inclusión que es gestionado por estudiantes. No se encontró evidencia de un departamento de atención y servicios para estudiantes con discapacidad.
2. *Apoyos académicos y económicos.* Las personas con discapacidad pueden recibir servicios de intervención psicológica, de aprendizaje o de habilidades sociales en el Centro de Atención Psicopedagógica (sólo si ellos los solicitan). Una minoría de profesores adapta las actividades o prácticas de sus asignaturas. No existe evidencia de que grupos de semestres avanzados o de servicio social provean apoyo académico, esta labor la hacen en lo posible sus compañeros de grupo. No se encontró evidencia de oferta de programas educativos en línea para personas con discapacidad. Existe un programa de otorgamiento de becas por ciclo escolar.
3. *Accesibilidad física y de información.* Los acondicionamientos arquitectónicos (rampas, estacionamiento, baños, elevadores) son inadecuados e insuficientes. No se encontró evidencia de mapas de desplazamiento para personas con discapacidad. No existen aulas específicas para personas con discapacidad, solo se tiene una sala tiflotécnica. La captura digital, auditiva o en Braille de la información de bibliotecas o centros de documentación es factible, pero solo a través de solicitud expresa del estudiante o profesor.
4. *Otras medidas y servicios.* No se encontró evidencia de programas de posgrado, diplomados y cursos de formación continua de profesores sobre atención a personas con discapacidad. No se tiene un censo formal, actualizado y detallado sobre la población estudiantil con discapacidad. No se encontró evidencia de una bolsa de trabajo universitaria para personas con discapacidad. Se identificaron fechas específicas (conmemorativas) en que son realizadas actividades sobre inclusión educativa y de discapacidad. Existen

cápsulas informativas y campañas de sensibilización sobre personas con discapacidad, pero son esporádicas.

## 5 Conclusiones y Trabajo Futuro

Los resultados muestran que en la Universidad Autónoma de Nayarit no se tiene un registro exacto y pormenorizado sobre quiénes son los estudiantes con discapacidad y/o el tipo de discapacidad que poseen. Se detectaron esfuerzos aislados para lograr la inclusión, permanencia y egreso de estudiantes con algún tipo de discapacidad. Esto probablemente por la falta de una oficina o departamento específico para tal fin, así como la carencia de directrices exactas que coordinen, guíen, y potencien los esfuerzos. Lo anterior apoya lo señalado por una experta en el tema de inclusión educativa de personas con discapacidad [9], quién afirmó que la mayoría de las universidades públicas no tienen registros sistematizados sobre las personas con discapacidad ni de sus estrategias de inclusión educativa. Por otra parte, la CONADIS [16] en un diagnóstico nacional sobre el desarrollo integral de las personas con discapacidad, señaló que uno de los mayores problemas que enfrentan las instancias que apoyan a las personas con discapacidad es su baja coordinación.

La formación de docentes sobre los temas de discapacidad e inclusión es muy deficiente. Existe desconocimiento de los profesores sobre las necesidades y limitaciones de las personas con discapacidad. Es necesario fomentar en los docentes un verdadero interés por capacitarse en tópicos relacionados a inclusión y accesibilidad, de modo que su aprendizaje en dichos temas pueda reflejarse en una actitud propositiva en el aula y en un mejor diseño de los materiales instruccionales que utiliza en su clase. Sobre este aspecto, un estudiante con discapacidad visual (Ernesto, comunicación personal, 16 de octubre de 2018), recomendó que los profesores debieran tener conocimientos sobre estándares de accesibilidad, lectores de pantalla, magnificadores de pantalla, sintetizadores de voz, entre otros.

La evidencia muestra que en la Universidad Autónoma de Nayarit falta mucho camino por recorrer en cuanto al apoyo que debería otorgarse a personas con algún tipo de discapacidad. Es por ello que cada uno de los actores de este centro de estudios debe asumir un compromiso para ser más inclusivos, tolerantes y sobre todo conscientes que: todos en algún momento podemos transitar por la discapacidad ya sea de manera temporal o permanente.

Derivado de nuestras conclusiones, como trabajo futuro se pretende realizar las acciones siguientes:

1. Seleccionar o diseñar un instrumento que permita un censo detallado de los estudiantes con algún tipo de discapacidad de la UAN. En lo medida de lo posible, este instrumento debe contener los aspectos sugeridos por la Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud (CIF).
2. Promover ante las autoridades universitarias la aplicación del censo de personas con discapacidad en cada ciclo escolar.
3. Diseñar y desarrollar un sistema de información que permita el registro actualizado de las personas con discapacidad tomando como fuente de información el instrumento antes señalado, para que con los datos recopilados, las autoridades académicas y los líderes estudiantiles puedan tomar decisiones coordinadas.
4. Promover la inclusión de temas o asignaturas de accesibilidad universal en los diversos programas académicos que se ofrecen en la Universidad.
5. Promover la adecuación de los sitios web y otras fuentes de información universitarias para que sean accesibles a las personas con discapacidad.
6. Promover un programa de concientización y capacitación docente para apoyar en su aprendizaje a los estudiantes con discapacidad.

## Referencias

1. Instituto Nacional de Geografía [INEGI]. *La discapacidad en México, datos al 2014*. Recuperado el 11 de octubre de 2018, de:  
[http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825090203.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825090203.pdf)

2. Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL]. *Diagnóstico sobre la situación de las personas con discapacidad en México*. Recuperado el 11 de octubre de 2018, de:  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/126572/Diagnostico\\_sobre\\_la\\_Situacion\\_de\\_las\\_Personas\\_Con\\_Discapacidad\\_Mayo\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/126572/Diagnostico_sobre_la_Situacion_de_las_Personas_Con_Discapacidad_Mayo_2016.pdf)
3. UAN. *Segundo informe 2017-2018*. Recuperado el 11 de octubre de 2018, de:  
[http://www.uan.edu.mx/d/a/udi/informes/INFORME\\_2do.pdf](http://www.uan.edu.mx/d/a/udi/informes/INFORME_2do.pdf)
4. UAN. *Primer informe del estado general presupuestal y financiero 2016-2017*. Recuperado el 11 de octubre de 2018, de: [http://www.uan.edu.mx/d/a/udi/informes/Informe\\_2017.pdf](http://www.uan.edu.mx/d/a/udi/informes/Informe_2017.pdf)
5. UAN. *Plan de Desarrollo Institucional 2016-2022*. Recuperado el 12 de octubre de 2018, de:  
[http://www.uan.edu.mx/d/a/sg/Legislacion/Plan\\_de\\_desarrollo\\_institucional.pdf](http://www.uan.edu.mx/d/a/sg/Legislacion/Plan_de_desarrollo_institucional.pdf)
6. Gobierno de la República. *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. Recuperado el 12 de octubre de 2018, de:  
<http://pnd.gob.mx/wp-content/uploads/2013/05/PND.pdf>
7. Egea C. Sarabia, A. (2001). *Clasificaciones de la OMS sobre discapacidad*. Recuperado el 12 de octubre de 2018, de:  
[https://www.um.es/discatif/METODOLOGIA/Egea-Sarabia\\_clasificaciones.pdf](https://www.um.es/discatif/METODOLOGIA/Egea-Sarabia_clasificaciones.pdf)
8. Organización Mundial de la Salud [OMS]. *Clasificación internacional del funcionamiento, de la discapacidad y de la salud*. Recuperado el 12 de octubre de 2018, de:  
[http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43360/9241545445\\_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43360/9241545445_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
9. Pérez-Castro, J. La inclusión de las personas con discapacidad en la educación superior en México. *Sinéctica, Revista Electrónica de Educación* [en línea]. No. 46, pp. 1-15 (2016). Recuperado el 13 de octubre de 2018, de:  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99843455011>
10. ANUIES. *Manual para la Integración de Personas con Discapacidad en las Instituciones de Educación Superior*. Recuperado el 13 de octubre de 2018, de:  
[https://www.conapred.org.mx/documentos\\_cedoc/Manual\\_integracion\\_educacion\\_superior\\_UNUIES.pdf](https://www.conapred.org.mx/documentos_cedoc/Manual_integracion_educacion_superior_UNUIES.pdf)
11. UAN. *Plan de Desarrollo Institucional*. Gaceta Universitaria. Recuperado el 13 de octubre de 2018, de:  
[http://www.uan.edu.mx/d/a/sg/Legislacion/Plan\\_de\\_desarrollo\\_institucional.pdf](http://www.uan.edu.mx/d/a/sg/Legislacion/Plan_de_desarrollo_institucional.pdf)
12. Diario Oficial de la Federación. *Programa Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad 2014-2018*. Recuperado el 13 de octubre de 2018, de:  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/23604/Programa\\_Nacional\\_Desarrollo\\_Inclusion\\_PD\\_2014-2018.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/23604/Programa_Nacional_Desarrollo_Inclusion_PD_2014-2018.pdf)
13. UAN. *Convocatoria: Becas institucionales 2017-2018*. Recuperado el 15 de octubre de  
<http://www.uan.edu.mx/es/avisos/convocatoria-becas-institucionales-2017-2018#imprimir>
14. Gil O. *Inicia UAN programa de inclusión educativa*. NNC.mx. Recuperado el 16 de octubre de 2018, de:  
<https://nnc.mx/articulo/portada/inicia-uan---programa-de-inclusion-educativa--/1533780205>
15. Creswell, J. H. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage (2009)
16. Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL]. *Diagnóstico del programa P-004: Desarrollo integral de las personas con discapacidad*. Recuperado el 16 de octubre de 2018, de:  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/301455/Diagnostico\\_P004.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/301455/Diagnostico_P004.pdf)