



Conference Paper

Recognition, interpretation and teaching of sign language in the official languages of Ecuador

Miguel Duque, Blanca Naula, Diego Reina, and Cristian Arellano

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador

Abstract

The lack of an application that can be used within the teaching sign language learning process allowed us to propose this research, creating two technological applications based on the modalities and materials used during the Sign Language teaching process in Ecuador, using its own methodology divided into four phases, it was obtained that the desktop application recognizes and interprets in real time the gestures made with a range of effectiveness of 90% to 100% Working on clear funds, while the APP allows you to learn the basic signs and words used by people with hearing impairment, both applications work in Spanish and Kichwa.

Keywords: Sign language, Hearing impairment, APP, Real-time recognition.

Corresponding Author:
Miguel Duque
m_duque@esPOCH.edu

Received: 28 July 2017
Accepted: 5 September 2017
Published: 30 January 2018

Publishing services provided by
Knowledge E

© Miguel Duque et al. This article is distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](#), which permits unrestricted use and redistribution provided that the original author and source are credited.

Selection and Peer-review under the responsibility of the SIIPRIN Conference Committee.

1. Introducción

Desde hace algunos años, las personas con discapacidad están siendo incluidas dentro de las aulas de clase, rompiendo con el paradigma de la segregación educativa que consideraba que la educación es de mayor calidad cuando se imparte a grupos homogéneos y que las personas con discapacidad no eran dignas de ser educadas [1].

A partir de la aprobación de la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad en el año 2006, muchos países han desarrollado políticas gubernamentales para propiciar ambientes adecuados que permitan que las personas con discapacidad accedan a una educación digna, tal es el caso de Ecuador que en su constitución garantiza que las personas con discapacidad recibirán una educación que desarrolle todas sus potencialidades y habilidades para su integración y participación en igualdad de condiciones.

Si bien esto ha permitido que este importante grupo pueda acceder al sistema de educación regular, las siguientes preguntas revelan una problemática existente, ¿las instituciones educativas y sus docentes están capacitados para impartir los contenidos

OPEN ACCESS

de clase a las personas con discapacidad?, ¿existen las herramientas apropiadas para impartir las clases?, ¿son adecuados los espacios de clase para este grupo de personas?, en primera instancia la realidad demostró que no.

La continua capacitación docente y la adecuación de espacios físicos han venido mejorando la situación inicial encontrada años atrás, sin embargo las herramientas necesarias, especialmente las aplicaciones tecnológicas para incluirlas dentro del entorno educativo local son muy pocas, bajo esta realidad la presente investigación tiene por objetivo aplicar la tecnología dentro del proceso de enseñanza que se lleva a cabo para que las personas con discapacidad auditiva aprendan el lenguaje de señas a través de una aplicación móvil que la podrá utilizar incluso cuando están fuera del aula de clases, además, se desarrolla una aplicación de escritorio que permite reconocer, interpretar y visualizar los gestos que la persona con discapacidad realiza frente a la cámara del computador y de forma simultánea se muestra el significado en la pantalla, con esto se logra crear una comunicación directa entre las personas con discapacidad auditiva y aquellas que conforman su entorno social.

Cabe recalcar que las aplicaciones han sido desarrolladas en lenguaje castellano y en kichwa, lo que las hace únicas y alineadas a los principios fundamentales de la Constitución de la República del Ecuador en particular el Art. 2 donde se destaca “El castellano es el idioma oficial del Ecuador; el kichwa y el shuar son idiomas oficiales de relación intercultural.” [2].

2. Marco Teórico

La discapacidad auditiva es un déficit total o parcial en la percepción que se evalúa por el grado de pérdida de la audición en cada oído. Las personas con esta discapacidad se distinguen entre Sordas que son las que poseen una deficiencia total o profunda, e Hipoacúsicas, las que poseen una deficiencia parcial, es decir, que cuentan con un resto auditivo el cual puede mejorar con el uso de audífonos. Una característica de la discapacidad auditiva es que aparece como invisible, debido a que no presenta características físicas evidentes [3]. En Ecuador, según datos presentados por el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS), existen registradas 54.795 personas con discapacidad auditiva y 5.621 personas con discapacidad de lenguaje que serían los beneficiarios directos de la creación de las aplicaciones que se desarrollan dentro del presente trabajo.

La medicina, el arte, la industria, el comercio, la banca son algunas de las áreas en las que la tecnología móvil está aportando y consiguiendo grandes resultados,

la investigación llevada a cabo, destaca la creación de oportunidades de interacción, oportunidades de colaboración y participación de los estudiantes mediante la creación y comunicación de contenidos utilizando medios sociales y herramientas Web 2.0 como ventajas de la tecnología móvil dentro del contexto educativo [4], en donde, el uso de dispositivos móviles se ha convertido en un elemento fundamental en la construcción del conocimiento mobile-learning (m-learning), aportando además la posibilidad para que el usuario-estudiante no precise estar en un lugar predeterminado para aprender ubiquitous learning (u-learning), llamado a ser el máximo referente de la combinación entre las tecnologías y los procesos de aprendizaje [5]. En este contexto, se destaca que las percepciones cognitivas de los estudiantes son muy importantes dentro del proceso de aprendizaje y que los teléfonos inteligentes se convierten en los facilitadores de este proceso, considerándose no solamente herramientas de comunicación sino también aplicaciones de aprendizaje en línea [6]. Esto sin duda ha sido una de las razones para el creciente número de APP disponibles en todos los ámbitos, este término es la abreviatura de la palabra inglés *application* que en la actualidad tiene a las gigantes Google y Apple compitiendo para ser el mayor proveedor de aplicaciones en el mundo, según información presentada por Android Authority [7] en el 2016 las descargas de aplicaciones y juegos desde Google Play y App Store superaron los 90.000 millones como se indica en la Fig. 1.

Estas aplicaciones pueden instalarse en los dispositivos móviles como teléfonos o tabletas, y consumen recursos como cámara, acelerómetro, sistema de posicionamiento global (GPS) entre otros, si bien es necesario disponer de Internet para buscarlas y descargarlas, una vez instaladas se puede acceder a la aplicación sin necesidad de conectarse a la red [8], esto se debe a que durante el desarrollo se maneja diferentes estándares, protocolos y tecnologías dependiendo del sistema operativo sobre el cual trabajará la aplicación. Estas particularidades hacen que el desarrollo de APP sea totalmente diferente del tradicional, promoviendo el uso de nuevas metodologías. [9].

El desarrollo de aplicaciones destinadas al ámbito educativo, ha impulsado en Ecuador el uso de dispositivos móviles con fines pedagógicos, a partir del 17 de abril de 2014 exclusivamente para estudiantes de Educación General Básica Superior y Bachillerato, el acuerdo ministerial 0070-14 manifiesta que: "Los teléfonos celulares, al igual que otros recursos tecnológicos de información y comunicación, pueden ser empleados como instrumentos opcionales generadores de aprendizaje dentro y fuera del aula" [10]. En la educación superior, por su parte, se tiene mayor libertad del uso de dispositivos móviles, generando actividades en las cuales los estudiantes desde

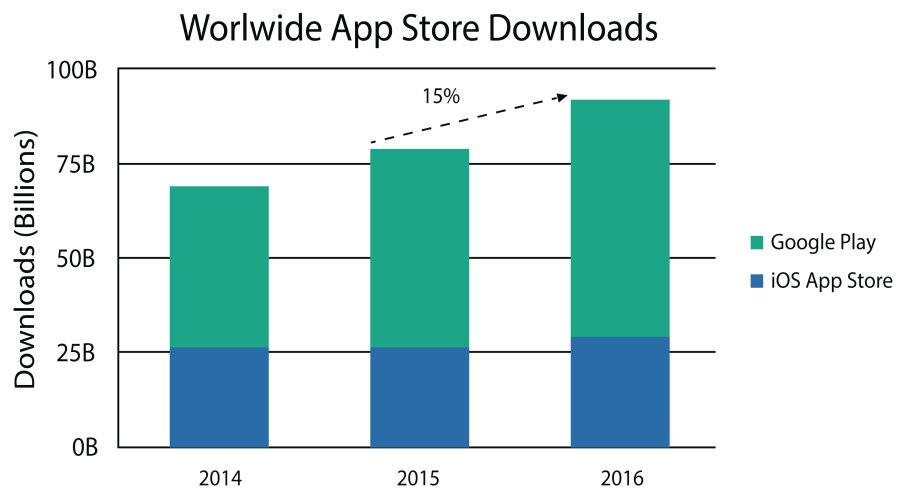


Figura 1: Descargas totales por año de APP desde Google Play y App Store.

sus espacios puedan cumplir con tareas propuestas a través de la virtualidad, muchas metodologías se han diseñado para poder cumplir con el objetivo de generar espacios virtuales de aprendizaje que sean igual de significativos que los que se organizan en el aula presencial, para lo cual, se debe generar actividades apropiadas a las tecnologías móviles disponibles, y, por otro lado, considerando que la usabilidad de las aplicaciones m-learning es limitada debido a la escasez de memoria, pantalla y procesador de los dispositivos, razón por la cual se debe tomar en cuenta estos aspectos el momento de diseñar aplicaciones móviles [11].

Si bien es necesario seguir una metodología de desarrollo para lograr que las aplicaciones sean funcionales y robustas, también es importante considerar como base las aplicaciones existentes en la actualidad para conseguir mejores resultados. Bajo estas consideraciones se han revisado y analizado las siguientes aplicaciones, "Dilo en señas" y "Sorchei" que son dos aplicaciones para aprender Lengua de Señas Mexicana (LSM), "ASL" que enseña el Lenguaje de Signos Americano (ASL), "A mano" busca difundir el conocimiento de la Lengua de Señas Uruguaya (LSU), "Háblame" toda la información ingresada se convierte al Lenguas de Señas Colombianas (LSC), "Kitsord" permite aprender de forma interactiva el Lenguaje de Señas de Guatemala (LSG), "TradSeñas" traductor del Lenguaje de Señas del Ecuador (LSE), y citar también proyectos más ambiciosos como son "Google Gesture" que traduce de forma simultanea capturando mediante sensores los gestos que una persona realiza y los traduce al idioma seleccionado o "Signslator" que por el contrario recibe un texto en el dispositivo y lo traduce al lenguaje de signos, actualmente en español pero según el portal se está trabajando en actualizaciones para otros idiomas [12].

Si bien el lenguaje de señas es universal, el análisis realizado a las aplicaciones antes citadas permite evidenciar que cada aplicación tiene su fundamentación en el lenguaje de señas propio de su país, lo que lo hace único, bajo esta consideración, tanto la APP como la aplicación de escritorio, estarán desarrolladas para mostrar e interpretar el lenguaje de señas en castellano y en kichwa, cabe recalcar que en Ecuador existen variantes del idioma Kichwa según la región, sin embargo en el proyecto se trabaja con la variante que engloba la mayor cantidad de hablantes y que es utilizado a lo largo del callejón interandino, en la mayoría del oriente ecuatoriano y además se utiliza en otros países como Perú, Bolivia, Argentina, Colombia, Brasil, Chile y posiblemente también en Paraguay. Es conocido como Quichua o Runa Shimi y entre todos los países, el número total de quichua-hablantes se estima en alrededor de ocho millones [13].

3. Metodología

La presente investigación se basa en un enfoque cuantitativo y pertenece a un estudio experimental para averiguar de qué manera un software informático permite colaborar en el proceso de enseñanza/aprendizaje del Lenguaje de Señas para personas con discapacidades auditivas en el Ecuador, de igual forma se considera descriptiva, ya que se investiga el proceso cotidiano de enseñanza de este lenguaje particular con el fin de determinar las necesidades o requerimiento para poder implementar las funcionalidades necesarias en las aplicaciones a desarrollar; la Fig. 2. muestra las fases de la metodología utilizada para la realización y correcta consecución de la investigación.

FASE 1. ANÁLISIS DEL PROCESO DE ENSEÑANZA DE LENGUAJE DE SEÑAS

El primer paso en la metodología permite analizar las diferentes modalidades y materiales más significativas para la comunicación y enseñanza del lenguaje de señas, esto permite conocer el proceso y determinar las características que las aplicaciones tanto móvil como de escritorio deben tener para poder incluirse dentro del proceso de aprendizaje [14].

En la Tabla 1, se puede apreciar las distintas modalidades de enseñanza de lenguaje de señas y como se apoyan en diferentes materiales o recursos lúdicos que se utilizan para promover el aprendizaje adquirido; por este motivo se ha considerado necesario desarrollar las aplicaciones basadas en el lenguaje signado, ya que, como se aprecia

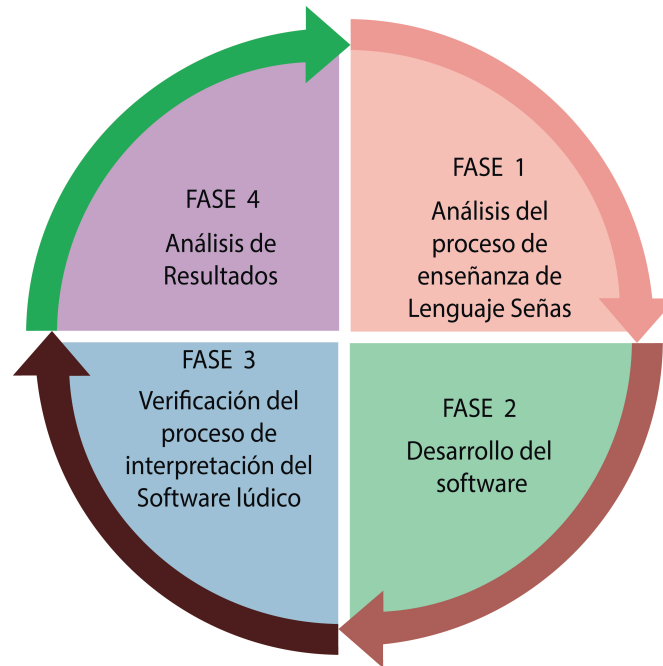


Figura 2: Fases de la metodología de investigación utilizada en el desarrollo del proyecto.

éste está inmerso en todas las modalidades descritas, convirtiéndose en un apoyo significativo durante el proceso de enseñanza/aprendizaje del lenguaje de señas.

FASE 2. DESARROLLO DEL SOFTWARE

Basado en los resultados del análisis anterior, se desarrolla dos aplicaciones de forma simultánea, la primera es la APP "Hola Amigo" que en kichwa es "Imanalla Mashi" que permite que las personas que acceden a la aplicación puedan visualizar, comprender y practicar el lenguaje de señas en español y en kichwa, mientras que el sistema de escritorio permite interpretar de forma simultánea, las señas que realice una persona que conozca este lenguaje y en pantalla aparecerá el significado del gesto realizado en los dos idiomas antes mencionados.

3.1. Desarrollo de la APP "Hola Amigo - Imanalla Mashi"

Las metodologías ágiles de desarrollo han aparecido como el modelo perfecto a seguir para la realización de proyectos en corto plazo y adaptables fácilmente a los Time-to-Maker de los servicios móviles, entre ellas destacan Mobile-D y Rapid7 que sin embargo no fueron seleccionadas ya que no garantizan el potencial de éxito [18].

TABLA 1: Modalidades y Materiales usados en el proceso de enseñanza de lenguaje de señas.

MODALIDAD	CARACTERISTICAS	MATERIAL	EDAD
Modalidad oral	Utilizan restos auditivos y la lectura labio-facial para estimular el desarrollo del lenguaje. Ésta es trascendental para la comprensión de la lengua, cuando la percepción sonora carece de suficientes estímulos acústicos [15].	<ul style="list-style-type: none"> • Videos • Fotos • Lenguaje signado • Interacción con el profesor labio-facial 	5 años en adelante
Modalidad oral complementada	Incluye el Sistema Bimodal o idioma signado que consiste en el uso simultáneo de signos y palabras. La modalidad oral auditiva se une a la modalidad viso-gestual, de manera que los mensajes se expresan en dos sistemas de comunicación al mismo tiempo [16].	<ul style="list-style-type: none"> • Lenguaje signado • Interacción con el profesor labio-facial 	8 años en adelante
Modalidad gestual	La dactilología, es un lenguaje basado fundamentalmente en el movimiento de las manos, que configuran las letras del alfabeto. Es distinto de la lengua de signos y equivale a deletrear con la mano las palabras escritas.	<ul style="list-style-type: none"> • Alfabeto y lenguaje signado • Interacción con el profesor labio-facial 	8 años en adelante
Modalidad signada	La lengua de signos (LS) es un sistema de comunicación viso-gestual, usado principalmente por la comunidad de sordos adultos. Se considera como un medio de apoyo e instrumento facilitador del aprendizaje de la lengua, se tiende a considerar como un elemento facilitador del lenguaje, pues la comunicación gestual es la respuesta adecuada para que la persona sorda pueda organizar el lenguaje a una edad normal [17].	<ul style="list-style-type: none"> • Alfabeto y lenguaje signado • Diccionario signado 	12 años en adelante
Modalidad escrita	Esta modalidad no es muy aplicable debido a que está en estrecha relación a ciertos grados de sordera, por lo que se convierte en una limitante para el resto de discapacitados auditivos.	<ul style="list-style-type: none"> • Lenguaje natural y signado • Diccionario • Audios • Reglas gramaticales 	8 años en adelante

Esto motivó a utilizar una metodología ágil enfocada y probada en un ambiente local como es la Metodología Ágil para el Diseño de Aplicaciones Multimedia de Dispositivos Móviles (MADAMDM) que consta 5 fases y que está basada en cuatro distintas metodologías que son, XP (Programación Extrema), MOOMH (Metodología Orientada a Objetos para la producción de software Multimedia e Hipermedia). UWE (Based Web Engineering) y OOHDM (Método de Diseño Hipermedia Orientado a Objetos), por este motivo esta metodología ha sido utilizada en varios proyectos académicos y científicos de la región ya que facilita el trabajo de desarrollo y diseño de la aplicación en dispositivos móviles en varios sistemas operativos [19].

A continuación, se describe cada una de las fases aplicadas al proyecto.

3.1.1. Requerimientos

360 millones de personas en todo el mundo sufren pérdida de audición discapacitante, de las cuales 32 millones son niños [20]. En Ecuador, la discapacidad auditiva alcanza a 54.795 personas que representan el 12,87% del total de personas con algún tipo de discapacidad, mientras que en la provincia de Chimborazo donde se realiza la investigación, alrededor de 3000 personas presentan esta discapacidad [21].

La mejor forma de comunicación entre personas es el diálogo, que permite experimentar el encuentro de una conciencia común, inter-pares, en donde, el auténtico diálogo puede hacer posible la práctica del amor, el respeto mutuo, la hospitalidad y políticamente hablando la convivencia plural en democracia [22].

A más de crear las aplicaciones para ser incluidas dentro del proceso de enseñanza/aprendizaje del lenguaje de señas, la presente investigación pretende conseguir que estas aplicaciones permitan general un vínculo comunicacional entre las personas con discapacidad auditiva y quienes diariamente o en algún momento pueden llegar a relacionarse con ellos. Los requerimientos se obtuvieron mediante técnicas de investigación como encuestas y visitas in situ a un grupo de 4 personas que padecen discapacidad auditiva y que conocen del lenguaje de señas, esto permitió obtener varios aspectos incluidos en las aplicaciones, entre estos destacan:

- Que sean fáciles de usar.
- Con colores agradables.
- Que presenten el texto y la señal de cada cosa.
- Que tengan iconos representativos.
- Personalizadas y fáciles de instalar.

Estas consideraciones y otras de tipo técnico se incluyeron en las aplicaciones.

3.1.2. Planificación

La investigación y desarrollo de aplicaciones se realizó en 6 meses, en los cuales se trabajó de forma sincronizada cada una de las etapas y considerando que el equipo de trabajo se conformó con cuatro personas, 2 programadores, 1 diseñador gráfico y un director de proyectos, el tiempo estipulado fue el suficiente para desarrollar las aplicaciones.

3.1.3. Diseño

El logo escogido para la APP es la conocida Cruz Andina o CHACANA, éste es un símbolo recurrente en las culturas originarias de los Andes y en este caso considerado para la aplicación que está destinada a usuarios mestizos e indígenas, la palabra quechua CHAKANA toma el significado de “escalera hacia lo más elevado” [23], representando lo que se quiere lograr con la aplicación que es alcanzar el máximo aprendizaje y entendimiento del lenguaje de señas en las personas que utilicen la aplicación, la Fig. 3. muestra una de las representaciones existentes de la Chacana, por su parte, en la Fig. 4. se muestra el icono utilizado en la APP, en el centro de la Chacana se ubica un sombrero y un poncho que representa la vestimenta indígena y se maneja el color naranja por representar la alegría, felicidad, la creación, la amistad y la vida, este color le hace sentir menos inseguro, menos penoso, más comprensivo con los defectos de los demás y aporta ganas de perdonar todo, es decir a través del color se pretende transmitir un sentimiento puro de todos quienes utilicen la APP.



Figura 3: Representación del símbolo de la Chacana representativa de las culturas indígenas andinas.

La Fig. 5 muestra la interfaz si se elige trabajar con la versión en español de la aplicación, se presenta una chica que en lenguaje de señas grafica la letra, número o palabra escogida mediante el teclado del dispositivo móvil. La Fig. 6 por su parte, muestra la interfaz al seleccionar el lenguaje kichwa como opción para trabajar, en ambos casos se acompaña de un audio representativo.



Figura 4: Icono de la App creado en base de la figura de la Chacana.

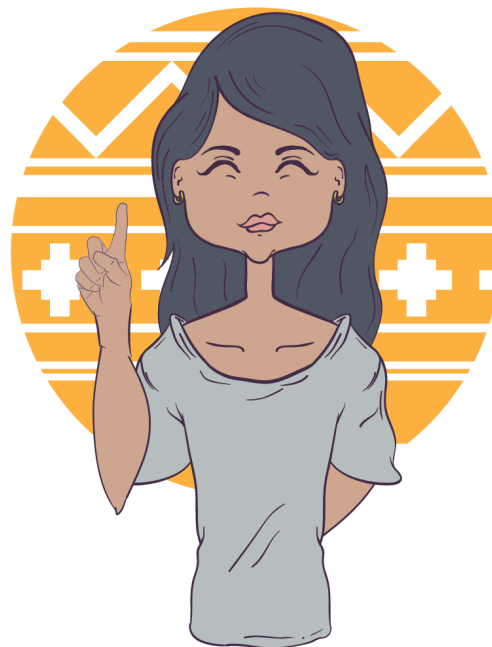


Figura 5: Representación del número 1 en lenguaje de señas, versión castellana.

3.1.4. Codificación

Cada uno de los eventos que la aplicación realiza fueron programados en lenguaje Java sobre Android Studio, a continuación se muestra un ejemplo que permite visualizar la seña realizada y escuchar la letra o palabra cuando se da clic sobre el botón correspondiente.

```
//Aquí se declara los botones  
Button btn = (Button) findViewById(R.id.button);
```



Figura 6: Representación del número 1 en lenguaje de señas, versión kichwa.

```
ImageButton img =  
(ImageButton)findViewById(R.id.imageButton);  
//Aquí se muestra la imagen en el evento click  
btn.setOnClickListener  
(new View.OnClickListener()  
{  
    @Override  
    public void onClick(View v)  
    {  
        Toast notificacion =  
        Toast.makeText(imanalla.show());  
    }  
});
```

3.1.5. Pruebas

Al ser un trabajo de estudios de caso, en el presente documento únicamente se presentan el proceso de desarrollo de las aplicaciones, se estima realizar las pruebas de la aplicación en un trabajo futuro.

3.2. Desarrollo de la Aplicación de escritorio

En el año 2001, un grupo de 17 expertos de la industria del software, se reúne para esbozar los valores y principios que deberían permitir a los equipos desarrollar software rápidamente y respondiendo a los cambios que puedan surgir a lo largo del proyecto, nace entonces el término “ágil” aplicado al desarrollo de software [24], en la actualidad, son varias las metodologías ágiles disponibles para este propósito, sin embargo, destacan FDD, RUP y XP. Para la creación del sistema de escritorio, se escoge FDD (Feature Driven Development), principalmente por las siguientes razones:

- **Tamaño de los equipos:** RUP está pensado para proyectos y equipos grandes, en cuanto a tamaño y duración, lo descartamos debido a que contamos con un equipo de 4 personas y el tiempo destinado al proyecto no supera los 6 meses. FDD y XP se implementan mejor para proyectos cortos y equipos más pequeños, con la ventaja de que FDD es más escalable que XP.
- **Obtención de requisitos:** RUP y XP crean como base UseCases y UserStories, mientras que FDD no define la adquisición de requisitos [25].

A continuación, se detalla y describe cada una de las fases de FDD: [26]

3.2.1. Desarrollo del modelo general

La interacción hombre-máquina (HCI) es un campo de investigación basado en la interacción humana con computadoras o máquinas. El reconocimiento de gestos manuales (HGR) pasa a ser un subcampo de HCI que se incluye en la presente investigación, el reconocimiento de gestos de mano utilizando algoritmos que permitan representar un sistema de HGR en tiempo real está siendo trabajado por muchos investigadores a nivel mundial, se puede citar el sistema de señas americano (ASL) que utiliza conjuntamente el algoritmo de detección de aristas y el algoritmo de detección de piel para obtener mejores resultados [27], mientras que, el sistema de señas Indio (ISL) es digitalizado mediante el reconocimiento basado en los momentos Krawtchouk y dual-Hahn como la mejor opción a otros métodos recientemente propuestos [28], la

aplicación desarrollada utiliza el algoritmo k-nearest neighbour algorithm (W-KNN) para lograr la clasificación y reconocimiento en tiempo real de los gestos de la mano [29] y que una vez que se realiza el lenguaje de señas frente a la cámara del dispositivo se logre su traducción tanto al español como al kichwa.

3.2.2. Lista de requerimientos y funcionalidades

La aplicación desarrollada presenta los siguientes requerimientos, mismos que fueron levantados en base a las personas entrevistadas y acorde a funcionalidades de sistemas similares, a continuación, se citan los seis módulos de los que consta la APP.

- Abecedarios. - Presenta las 27 letras del alfabeto español.
- Números. - Presenta los números del 0 al 9.
- Vestimenta. - Presenta la vestimenta más utilizada por las personas.
- Saludos. - Presenta los saludos más utilizados.
- Familia. - Presenta los miembros de la familia más comunes.
- Colores. - Presenta los colores más utilizados.

3.2.3. Planificación de funcionalidades

El equipo de desarrollo planificó como prioritario la realización de los módulos Abecedario, Números y Saludos razón por la cual estos fueron programados al inicio, el diseño gráfico de los módulos se realizó en forma conjunta con la APP y se realizó interfaz, iconos y botones para las dos aplicaciones. Una vez concluidos los módulos prioritarios y en vista de que se tenía tiempo, los dos programadores inician el desarrollo de los módulos restantes correspondientes a Vestimenta, Familia y Colores, durante todo el proceso se cuenta con la revisión y documentación del director de proyecto y la diseñadora gráfica.

3.2.4. Diseño y construcción de funcionalidades

La fase 4 Diseño y la 5 Construcción, generalmente se vuelven una sola el momento de desarrollar cada una de las funcionalidades del sistema, a continuación, se presenta un ejemplo de código en C++ que permite capturar la imagen generada por la persona que se encuentra frente a la cámara del dispositivo, vectorizar los puntos que se generan para de esta forma poder interpretar la letra o número correspondiente.

```
for(int i=0; i<nomdef; i++)
{
if(defectArray[i].depth > 40)
{
con+=1;
cvLine(src, *(defectArray[i].start),
*(defectArray[i].depth_point),
CV_RGB(255,255,0),1, CV_AA, 0);
cvCircle(src,*(defectArray[i].depth_point), 5,
CV_RGB(0,0,255), 2, 8,0);
cvCircle(src, *(defectArray[i].start), 5,
CV_RGB(0,255,0), 2, 8,0);
cvLine(src, *(defectArray[i].depth_point),
*(defectArray[i].end),
CV_RGB(0,255,255),1, CV_AA, 0);
cvDrawContours(src,defects,CV_RGB(0,0,0),
CV_RGB(255,0,0),-1,CV_FILLED,8);
}
}
```

Otro ejemplo de código es el que permite mostrar en pantalla el significado del signo de señas realizado por la persona, se muestra simultáneamente el significado en español y en kichwa.

```
std::cout<<con<<"\n";
char txt[40]="";
if(con==5)
{
char txt1[]="Hola / Imanalla";
strcat(txt,txt1);
}
else if(con==1)
{
char txt1[]="Uno / Shuk / 1";
strcat(txt,txt1);
```

}

FASE 3. VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE INTERPRETACIÓN DEL SOFTWARE LÚDICO

Con el fin de determinar el grado de interpretación del software, se procedió a hacer una serie de análisis de reconocimientos básicos basados en los números ordinales, para dicha verificación se consideró el tiempo de respuesta del software y el entorno en el que se pueden presentar las señas; así pues a continuación la Tabla 2. indica los resultados obtenidos en la verificación del proceso de interpretación del software.

TABLA 2: Resultados de la verificación del proceso de interpretación.

SÍMBOLO	TIEMPO ESTIMADO DE RECONOCIMIENTO	COLOR DE FONDO
0	5 segundos	Blanco, amarillo, anaranjado, celeste, verde, negro, azul, rojo.
1	5 segundos	Blanco, amarillo, anaranjado, celeste, verde.
1	9 segundos	Negro, azul, rojo.
2	7 segundos	Blanco, amarillo, anaranjado, celeste, verde.
2	11 segundos	Negro, azul, rojo.
3	8 segundos	Blanco, amarillo, anaranjado, celeste, verde.
3	16 segundos	Negro, azul, rojo.
4	4 segundos	Blanco, amarillo, anaranjado, celeste, verde, negro, azul, rojo.
5	4 segundos	Blanco, amarillo, anaranjado, celeste, verde, negro, azul, rojo.
6	7 segundos	Blanco, amarillo, anaranjado, celeste, verde.
6	10 segundos	Negro, azul, rojo.
7	7 segundos	Blanco, amarillo, anaranjado, celeste, verde.
7	10 segundos	Negro, azul, rojo.
8	7 segundos	Blanco, amarillo, anaranjado, celeste, verde.
8	10 segundos	Negro, azul, rojo.
9	12 segundos	Blanco, amarillo, anaranjado, celeste, verde.
9	21 segundos	Negro, azul, rojo.
10	8 segundos	Blanco, amarillo, anaranjado, celeste, verde.
10	12 segundos	Negro, azul, rojo.

Como se puede apreciar, el entorno en el que se muestran las signos/señas está relacionado directamente al tiempo de respuesta; pues el software se adapta de mejor manera a los fondos de colores primarios de tono claro; distinto al resultado que se obtiene sobre colores de tono oscuros, por tal motivo se recomienda usar la función de reconocimiento de señas en entornos que contengan colores primarios de tono claro como: Blanco, amarillo, anaranjado y celeste; lógicamente también hay que considerar el contraste entre el fondo y la seña/signo.

FASE 4. ANALISIS DE RESULTADOS

Una vez determinado el grado de verificación de software y en relación a los datos obtenidos en las pruebas de la fase anterior, podemos determinar que el software es capaz de reconocer e interpretar las señas emitidas satisfactoriamente con un tiempo de respuesta considerado como bueno, según la escala de análisis mostrado en la Tabla 3. además se consideró el parámetro de entorno en el cual se puede utilizar el software con el fin de aumentar las funcionalidades de reconocimiento e interpretación, concluyendo que los escenarios con fondos de colores primarios y de tonos claros es el más óptimo para que el software presente los resultados esperados como evidencia la Tabla 4.

TABLA 3: Valoración de tiempo de respuesta.

Tiempo de Respuesta	1-5seg	5-10seg	10-15seg	15-20seg
	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	DEFICIENTE
# Respuestas	4	10	3	1

TABLA 4: Valoración de Entorno de trabajo.

COLORES	%EFICIENCIA	VALORACIÓN
Blanco y Amarillo	100	Optimo
Celeste y anaranjado	90	Optimo
Verde	80	Esperado
Azul	40	Retardo
Negro y rojo	30	Retardo

4. Conclusiones

La aplicación de la metodología de investigación utilizada permitió crear las aplicaciones basadas en las modalidades y materiales utilizados durante el proceso de enseñanza del lenguaje de señas en Ecuador lo que permite tener aplicaciones acordes a la realidad local.

Se logró identificar a MADAMDM y FDD, como metodologías ideales para el desarrollo de App y aplicaciones de escritorio respectivamente, basados en las características del equipo de desarrollo y el tiempo reducido, logrando propuestas eficientes que permiten vincularse en el proceso de enseñanza del lenguaje de señas en Ecuador.

Las aplicaciones creadas cumplen con el propósito para el que fueron creadas y además permiten incluir en el proceso de enseñanza del lenguaje de señas a todas las personas con discapacidad auditiva incluyendo a aquellas que están rodeadas por personas que hablan kichwa en su entorno social.

5. Recomendaciones

Estandarizar los requisitos funcionales para el desarrollo de software, considerando la enseñanza del lenguaje signado.

Proponer el uso de métricas y parámetros de valoración en la construcción de software dirigido a personas con discapacidades auditivas.

Hacer uso de las nuevas tecnologías de vanguardia como: redes sociales, aplicaciones móviles y la realidad aumentada para la construcción de nuevos recursos didácticos adaptables a personas con capacidades especiales.

Referencias

- [1] Parreño, M. J. A., & de Araoz Sánchez-Dopico, I.: El impacto de la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad en la legislación educativa española. CERMI, (2011).
- [2] Constitución de la República del Ecuador. Recuperado el 02 de marzo de 2017, de Asamblea Nacional: http://www.asambleanacional.gob.ec/es/contenido/constitucion_de_la_republica_del_ecuador_reformada/ (2011).
- [3] Incluyeme.com.: Todo lo que necesitas saber sobre Discapacidad Auditiva. Recuperado el 20 de marzo de 2017, de Incluyeme.com: <http://www.incluyeme.com/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-discapacidad-auditiva/>(2015)

- [4] Gikas, J., & Grant, M. M.: Mobile computing devices in higher education: Student perspectives on learning with cellphones, smartphones & social media. *The Internet and Higher Education*, (2013). 19, 18-26.
- [5] Valero, C. C., Redondo, M. R., & Palacín, A. S.: Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación. *La educación digital magazine*. (2012) 1-21.
- [6] Shin, D. H., Shin, Y. J., Choo, H., & Beom, K.: Smartphones as smart pedagogical tools: Implications for smartphones as u-learning devices. *Computers in Human Behavior*, (2011). 27(6), 2207-2214.
- [7] Hindy, J.: 2016 recap: 90% of Google Play's revenue came from games (and more fun stats!). Recuperado el 23 de febrero de 2017, de Android Authority: <http://www.androidauthority.com/2016-recap-90-percent-google-play-revenue-gaming-fun-stats-743626/>(2017)
- [8] Qué son y para qué sirven las "apps". Recuperado el 23 de febrero de 2017, de La Nación: <http://www.lanacion.com.ar/1365035-que-son-y-para-que-sirven-las-apps/>(2011)
- [9] Thomas, P. J., Galdamez, N., Delia, L., Corbalán, L. C., & Pesado, P. M.: Dispositivos Móviles: Desarrollo y Análisis de Rendimiento de Aplicaciones Multiplataforma. XVIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Entre Ríos, Argentina (2016)
- [10] MinEduc expide regulaciones para el uso de teléfonos celulares en instituciones educativas. Recuperado el 12 de marzo de 2017, de Ministerio de Educación: <https://educacion.gob.ec/mineduc-expide-regulaciones-para-el-uso-de-telefonos-celulares-en-instituciones-educativas/>
- [11] Herrera, S. I., & Fennema, M. C.: Tecnologías móviles aplicadas a la educación superior. XVII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Argentina (2011)
- [12] De la Puente, A.: Signslator, el primer traductor de lengua de signos. Recuperado el 20 de febrero de 2017, de Huffington Post: http://www.huffingtonpost.es/2014/06/28/signslator-traductor_n_5507181.html/(2014)
- [13] Mejeant, L.: CULTURAS Y LENGUAS INDIGENAS DEL ECUADOR. Recuperado el 20 de abril de 2017, de Revista Yachaikuna: <http://icci.nativeweb.org/yachaikuna/1/mejeant.pdf/> (2001)
- [14] Torres, S., & Rodríguez, J.: Deficiencia Auditiva. Aspectos psicoevolutivos y educativos. Málaga/(1995)
- [15] Calvo, J.: La sordera. Un enfoque socio familiar. Salamanca: Amarú/ (1999)

- [16] Schlesinger, J. M., & Namir, L.: Sign Language of the deaf: Psychological, linguistic and sociological perspective. New York: Academic Press/(1978)
- [17] Rodríguez, M. A.: Lenguaje de signos. Madrid: CNSE-ONCE/ (1992)
- [18] Gasca, M. C., Camargo, L. L., & Medina, B.: Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles. *Tecnura*, Vol.18 (2014) 20-35. Recuperado el 10 de mayo de 2017, de <http://uag.redalyc.org/articulo.oa?id=257030546003>
- [19] Fuzi, C.: Metodología Ágil para el Diseño de Aplicaciones Multimedia de Dispositivos Móviles. Recuperado el 10 de mayo de 2017, de SlideShare: <https://es.slideshare.net/cristopherf/metodologia-agil-para-el-diseo-de-aplicaciones-multimedias-moviles/>(2013)
- [20] Sordera y pérdida de la audición. Recuperado el 15 de mayo de 2017, de Organización Mundial de la Salud: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/es/>(2017)
- [21] INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD. Recuperado el 18 de junio de 2017, de CONADIS: <http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadistica/index.html/>(2017)
- [22] Aguirre, J.: El derecho a la comunicación base para la construcción de la comunidad. *Punto Cero*, Vol.18, n.27 (2013) 61-68. Recuperado el 22 de junio de 2017, de Punto Cero: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762013000200008&lng=es&tlng=es.
- [23] El significado de la Chakana Andina. Recuperado el 20 de junio de 2017, de Kontra Info: <http://kontrainfo.com/el-significado-de-la-chakana-andina/>(2015)
- [24] Letelier, P., & Penadés, M.: Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP). Recuperado el 15 de junio de 2017, de Cyta: <http://www.cyta.com.ar/tao502/v5n2a1.htm/>(2006)
- [25] Metodología FDD. Recuperado el 20 de junio de 2017, de EcuRed: https://www.ecured.cu/Metodolog%C3%ADa_FDD/(2017)
- [26] FDD (Feature Driven Development). Recuperado el 22 de junio de 2017, de Ingeniería de Software: http://ingenieriadesoftware.mex.tl/61162_FDD.html/2017
- [27] Islam, M.M., Siddiqua, S., & Afnan, J.: Real time Hand Gesture Recognition using different algorithms based on American Sign Language. *IEEE International Conference on Imaging, Vision and Pattern Recognition, icIVPR*. (2017)
- [28] Kaur, B., Joshi, G. & Vig, R.: Identification of ISL Alphabets Using Discrete Orthogonal Moments. *Wireless Pers Commun*. (2017)



- [29] Liu, Y., Wang, X., & Yan, K.: Hand gesture recognition based on concentric circular scan lines and weighted K-nearest neighbor algorithm. *Multimedia Tools and Applications*, 1-15. (2016)