

Sistematización de una experiencia de desarrollo de aplicaciones para Sordos

Systematization of Experience Developing Applications for the Deaf

Francisca A. Valenzuela* Graciela E. Beguerí** Cesar A. Collazos***

Recibido: noviembre-2014 / Aprobado: diciembre-2014

Resumen

Uno de los grandes desafíos de los avances tecnológicos es lograr una sociedad más equitativa para todos sus habitantes, que incluya a las personas con capacidades especiales, específicamente las personas **Sordas** no disponen de sitios o aplicaciones Web que faciliten la interacción adecuada con los mismos. No obstante, el auge de Internet ha promovido en estas personas mayores posibilidades de acceso a la red, ya sea a través de sitios Web, Facebook, etc. Este trabajo expone una sistematización de experiencias realizadas para el desarrollo de aplicaciones interactivas para personas **Sordas**. En este sentido se relata el trabajo de campo realizado, en el cual participaron de manera activa adolescentes y jóvenes **Sordos** de mediana alfabetización. Finalmente se describen los resultados obtenidos de distintas pruebas de usabilidad que evalúan el producto construido.

Palabras clave: Aplicaciones, entornos computacionales, metodología, Sordos, evaluaciones de usabilidad

Abstract

One of the great challenges of technological advances is to achieve a more equitable society for all its citizens, including people with special needs, specifically the deaf do not have Web sites or applications that facilitate appropriate interaction with them. However, the rise of the Internet has promoted that these people access to the network, either through websites, Facebook, etc. This paper presents a systematization of experiments carried out for the development of a computing environment intended for Deaf people. In this sense the fieldwork, which actively participated adolescents and young Deaf literacy is related middle. Finally are described the results of various usability evaluations carried out in the product built.

Keywords: Applications, deaf, interactive environments, methodology, usability evaluations

* Mag. en Educación Psico Informática. Profesor Titular de la Universidad Nacional de San Juan. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Cereceto y Meglioli. 5400 San Juan, Argentina. franciscaadriana.valenzuela@gmail.com

** Mag. en Logística. Profesor Titular de la Universidad Nacional de San Juan. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Cereceto y Meglioli. 5400 San Juan, Argentina. grabeda@gmail.com

*** Dr. en Ciencias mención Computación Universidad de Cauca, Departamento de Sistemas FIET-Sector Tulcan, Popayán, Colombia. ccollazo@unicauca.edu.co

1. INTRODUCCIÓN

La forma en que las personas interactúan con los sistemas informáticos ha cambiado notablemente en los últimos tiempos como consecuencia del surgimiento de nuevas formas de trabajo, de la gran cantidad de aplicaciones informáticas disponibles y de la creciente aparición de dispositivos móviles cada vez más pequeños y veloces. Consecuentemente, el diseño de interfaces centrado en el usuario está adquiriendo un papel primordial, toda vez que se intenta satisfacer las demandas de más usuarios que con bajas condiciones tecnológicas aspiran a navegar por la Web, a participar en redes sociales o a usar aplicaciones específicas.

Las nuevas tecnologías tienen el potencial de ofrecer a las personas con discapacidad los medios para vivir de forma más equitativa en la sociedad, de una manera que antes no era posible. Esto está llevando a contemplar dentro de los potenciales usuarios de tecnologías computacionales a personas con discapacidad; esta propuesta está dirigida a personas Sordas.

De la experiencia realizada por Barak y Sadowsk [1] con alumnos Sordos en la que analizan factores psicológicos asociados al uso y capacitación en Internet de adolescentes con problemas de audición se rescata que:

- Internet es una herramienta conveniente de comunicación no auditiva por la cual las personas Sordas pueden mejorar su comunicación con los demás, así como acceder a numerosa información y recursos, sin tener que utilizar medios especiales.
- La comunicación en la red se basa principalmente en la textualidad, la invisibilidad y el anonimato. Por lo tanto las personas Sordas experimentan la igualdad, y la sensación de inferioridad disminuye notablemente frente a los no-Sordos.

Pese a lo expresado, muchas veces en el uso de la Web se suele pensar equivocadamente que lo único que debe hacerse a favor de las personas Sordas es subtitular cualquier elemento audiovisual que aparezca; todo bajo la creencia que la mayoría de las personas Sordas saben leer. Sin embargo hay muchas personas Sordas para las cuales la Lengua de Señas (LS) es el único medio a través del cual se puede transmitir información de manera fiable [2] [3].

En este sentido, distintos trabajos referidos a la accesibilidad de personas Sordas a la Web [4] [5] expresan que debido a la deficiencia auditiva, el código de procesamiento verbal no funciona correctamente, por lo que las palabras serán tan sólo procesadas por sus características visoespaciales, como la forma o posición. De esta manera los recursos disponibles para el código visual están siendo demandados para procesar dos tipos de estímulos, objetos y palabras, que en oyentes se procesan por códigos distintos. Esto quiere decir que los Sordos dependen del código visual para procesar más cantidad y tipo de información que los oyentes, por lo que se genera una alta competición por los recursos visoespaciales que tienen disponibles.

Aunque la Web es uno de los tantos entornos de interacción de los usuarios Sordos y sobre el que mayores divulgaciones científicas existen, lejos están la mayoría de los sitios o aplicaciones de evitar frustración a los usuarios Sordos que intentan interactuar con ella. Al respecto la guía de Accesibilidad Web y Estándares presentada por el Programa de Apoyo Tecnológico para la Discapacidad de la Argentina (ATEDIS)¹, cita en el capítulo I los problemas con que se enfrentan las personas con audición deficiente, al momento de acceder a la Web, tales como: problemas por la falta de leyenda o transcripciones del audio de videos, problemas por la

1. Apoyo Tecnológico para la Discapacidad (ATEDIS). PSI (Programa Nacional para la Sociedad de la Información). Argentina. Disponible en www.atedis.gov.ar

falta de imágenes relacionadas en páginas con mucho texto, sitios a los que se accede o se interactúa usando sólo la voz, problemas por el uso de artículos, proposiciones, formas y tiempos verbales en las estructuras sintácticas, falta de transcripciones en LS.

Lo expuesto conlleva a encontrar respuestas a distintos interrogantes que se plantean para que usuarios Sordos utilicen tecnología computacional:

¿Qué entornos computacionales son viables para que alcancen con precisión los requisitos especificados en un determinado contexto?

¿Cuáles son los mejores mecanismos, medios y/o recursos que garantizan una mayor satisfacción en la forma de interactuar?

¿Qué metodologías de diseño existentes son las más adecuadas para el desarrollo de entornos interactivos?

Para dar respuestas a estos interrogantes se realizaron investigaciones sobre la apropiación de la tecnología computacional para la comunidad Sorda, análisis de productos y aplicaciones existentes. En este contexto, y con el fin de desarrollar un software interactivo para personas Sordas, surge la necesidad de encontrar una metodología de desarrollo que permita indagar sus particularidades, garantice el conocimiento de sus necesidades y promueva la supresión de las barreras comunicacionales a las que actualmente están expuestas.

Como punto de partida para el diseño de entornos computacionales se toma el modelo MPlu+a propuesto por Granollers[6]. A lo largo del proceso de desarrollo, a fuerza de iteraciones de pruebas y errores, la metodología se fue ajustando al tipo de usuario, siempre con el aporte de distintas investigaciones que, por un lado se enfocan en los aspectos socio culturales y por otro, en los modos de apropiación de la tecnología por parte de las personas Sordas [7] [8] [9]. Esto dio lugar a una propuesta metodológica y a un producto interactivo para Sordos sobre el cual se realizaron distintas pruebas de usabilidad.

2. MODELO MPlu+a+Sordos

El problema de estructurar una metodología que involucre al usuario, desde el inicio del desarrollo de un sistema, implica encontrar formas de participación de estos usuarios en las distintas etapas de desarrollo de un producto y rescatar el rol del cliente/experto Sordo como miembro integrado al equipo de desarrollo, entre otras. Así, se propuso una metodología centrada en el usuario que promueve la participación del usuario Sordo en todas las etapas de desarrollo. La misma se detalla en el trabajo “Propuesta Metodológica Centrada en Usuarios Sordos para el Diseño de Entornos Computacionales” [10], presentado en el marco de la Novena Conferencia Latinoamericana de Objetos y Tecnologías de Aprendizajes.

En ese trabajo se detalla el modelo MPlu+a+Sordos, en el cual se reemplaza al usuario propuesto por Granollers [6] por una dupla Usuario – Intérprete en Lengua de Señas (ILS). La dupla Usuario – ILS es una unidad indivisible, en tanto el usuario por sí solo no puede participar en el proceso de desarrollo de software si no lo hace a través de un ILS, y el desarrollador no puede comunicarse con sus usuarios sino dispone de un ILS.

Las particularidades del usuario Sordo y la dupla usuario – ILS impactan principalmente en la fases de Análisis y Diseño asociadas al ciclo de vida de Ingeniería de Software.

La elicitación de requisitos, la determinación de las funcionalidades del sistema, la especificación de los objetivos de usabilidad, el diseño de interfaces, entre otras actividades, involucran a usuarios con características especiales, que en general son desconocidas por los desarrolladores. De ahí, el análisis etnográfico y el análisis del modelo cognitivo de las personas Sordas tendrá un fuerte impacto en las etapas de análisis y en la diseño, y por ende, en las fases de prototipación y de evaluación del modelo MPlu+a+Sordos.

3. UNA APLICACIÓN PARA USUARIOS SORDOS

Las aplicaciones desarrolladas en el contexto del modelo MPlu+a+Sordos corresponden a dos sistemas interactivos para Sordos que dieron lugar a dos tesis dirigidas por una de las autoras del presente trabajo. La primera tesis se enfocó en el desarrollo del Servicio Web Lengua_de_Señas_Argentina¹. Este Servicio Web (SW) administra una base de datos generada a partir de un conjunto de videos que se encuentran ordenados en distintas categorías: Alfabeto, Animales, Colores, Comidas, Cosas, Frases, Números, Personas y Transportes. La tecnología de SW proporcionó una gran solución para las dos aplicaciones desarrolladas, pues a través del servicio Lengua_de_Señas_Argentina ambas pudieron compartir un reservorio común de expresiones en LSA (Lengua de Seña Argentina), evitando así duplicar esfuerzos. Este trabajo se enfoca específicamente en la primera aplicación, una aplicación de escritorio que sirvió de base para la propuesta del modelo MPlu+a+Sordos. La segunda aplicación desarrolla un software para un dispositivo móvil a fin de reemplazar la metodología MPlu+a+Sordos e investigar sobre inconvenientes que pudieran surgir en el consumo del servicio Web previamente construido.

La aplicación SAILESA (Sistema de Aprendizaje Interactivo en Lengua de Señas Argentina) es una aplicación de escritorio que se centra en usuarios Sordos con mediana alfabetización. Este sistema computacional tiene como propósito fortalecer el reconocimiento de palabras a partir de su expresión en LS así como fomentar la apropiación de la tecnología computacional.

Con el fin de promover la participación de los usuarios Sordos, se usaron estrategias que permitieron salvar algunas dificultades inherentes a este tipo de usuarios.

- a. Desde la fase inicial del proceso, se integró en el equipo de desarrollo al presidente de la asociación sanjuanina de Sordos, compenetrado con los propósitos que persigue el sistema.
- b. Se contó además con la participación de un ILS en todas las reuniones de equipo, en la etapa de análisis y diseño, y en los distintos test de usabilidad que se llevaron a cabo.

3.1. Análisis de Requisitos

Para relevar información sobre las dificultades que tienen los usuarios Sordos para interactuar con entornos computacionales se realizaron entrevistas a personas Sordas responsables de distintas instituciones como CRESCOMAS (Centro de Recursos para Personas Sordas), la Asociación Sanjuanina de Sordos y a intérpretes de LS con experiencia en el ámbito educativo [11].

Se encuestaron además a veintiocho (28) personas adolescentes y jóvenes Sordas de la provincia de San Juan (Argentina), sobre los diferentes ítems que se exponen en la Tabla 1.

Algunos encuestados provenían de la Asociación de Sordos, otros son alumnos de la Escuela Bilingüe de Educación Especial para Sordos y también se trabajó con jóvenes Sordos contactados a través de los intérpretes en LS. La muestra sobre la que se trabajó estuvo conformada por igual cantidad de varones que mujeres, con un rango de edad entre 16 y 28 años.

3.1.1. Objetivos de la aplicación

Una vez relevadas las dificultades que tienen los usuarios Sordos para interactuar con entornos computacionales, y teniendo en cuenta que la aplicación es relativamente sencilla, se establecen algunos objetivos que responden a criterios funcionales tales como:

1. Disponible en http://www.informaticafcefn.com.ar/Sailesa/Lengua_de_Se%C3%B1as_Argentina.asmx

Tabla 1. Encuesta a adolescente y jóvenes Sordos.

	Casi Siempre	A veces	Nunca
¿Usa la lengua de señas para comunicarse con persona Sordas?			
¿Utiliza la computadora?			
¿Utilizó en la escuela, software para personas Sordas en lengua de señas?			
¿El uso de la computadora facilita su accionar en la vida diaria?			
En la Web ¿usa programas que incluyen la lengua de señas?			
¿Usa subtítulo para ver la televisión?			
¿Mira los intérpretes de lengua de señas en los noticieros de televisión?			
¿Usa mensajes de textos en el celular para comunicarse con otras personas?			

Fuente: Elaboración propia con la participación de los investigadores que guiaron el trabajo de campo e ILS.

1. La aplicación puede ser usadas por personas Sordas, personas con problemas de hipoacusia y personas sin dificultades de audición.
2. La aplicación debe incluir LSA y un conjunto de categorías donde cada categoría haga referencia a un conjunto de palabras asociadas a la misma. Cada palabra debe tener asociado un texto, una imagen y su expresión en LSA.
3. En cada categoría, al pasar el mouse sobre la misma, debe aparecer el nombre en LSA.
4. La aplicación debe incluir un botón "Buscar" que permita, para una palabra, encontrar de forma rápida su expresión en LSA; siempre y cuando esa palabra pertenezca a la base de datos de la aplicación
5. La aplicación debe permitir al usuario autoevaluar su nivel de aprendizaje de Lengua de Señas.

3.1.2. *Objetivos de usabilidad*

Partiendo de los objetivos de la aplicación antes señalados y teniendo en cuenta que ésta es la primera experiencia del equipo en el desarrollo de entornos computacionales para Sordos y tal vez el primer software que los usuarios Sordos utilicen, se estableció un conjunto básico de objetivos de usabilidad:

- que la aplicación sea fácil de aprender
- que la aplicación sea fácil de usar

- que la aplicación no provoque frustración en los usuarios

3.1.3. *Usuarios implicados*

En particular, en este proyecto se toman como usuarios primarios a las personas Sordas jóvenes con mediana alfabetización. Este grupo de usuarios implicados en el sistema permitirá a través de su participación en los test de evaluación, realizar sugerencias de cambios del mismo.

Un segundo grupo de usuarios potenciales son: personas Sordas en general, los padres o familiares de personas Sordas, intérpretes en LSA, maestras de educación especial para Sordos, entre otros. Puede también sugerirse como un tercer grupo de usuarios a cualquier persona interesada en el aprendizaje de la LSA.

Además de los usuarios finales a quienes va dirigido el software, participan como implicados directos en el sistema:

- el Presidente de la Asociación Sanjuanina de Sordos
- tres (3) intérpretes en LSA muy vinculados a la comunidad Sorda
- dos (2) alumnos avanzados de informática a cargo del desarrollo del producto.
- dos (2) licenciados en informática como evaluadores expertos, con experiencia en ingeniería de la usabilidad.

3.2. Diseño Iterativo con prototipado rápido

En este sistema fue propicio incluir, desde un principio, prototipos de software. Esto fue muy favorable pues si bien las personas Sordas tienen poca experiencia en el uso de entornos computacionales, muestran un manifiesto interés por las tecnologías computacionales. En esta etapa se trabajó de manera conjunta con el Presidente de la Asociación Sanjuanina de Sordos y a medida que se avanzaba en el diseño, cada uno de los prototipos que surgían fueron probados por él y un intérprete en LS, independientemente de las evaluaciones heurísticas que, de manera formal, se realizaron.

3.2.1. La Interfaz

La aplicación de escritorio fue desarrollada con una única interfaz que incluye un panel para cada categoría, con un color de fondo asociado que la distingue de las restantes. A la derecha del panel se colocó el objeto reproductor de video y a la izquierda una lista de opciones que al seleccionar alguna de ellas permite reproducir el video asociado. La interfaz, con sus botones y opciones se presenta en la figura 1.

3.3. Evaluación de Usabilidad

La evaluación de usabilidad de un producto diseñado para personas Sordas es una de las partes más relevantes del proceso de desarrollo. Los equipos de desarrollo no están tan afianzados en la construcción de aplicaciones para Sordos. Por lo tanto no hay lugar a las suposiciones o teorías que al respecto se esgrimen cuando se trabaja con usuarios no Sordos. Si bien existe una gran variedad de pruebas de evaluación de software y abundante bibliografía, todas estas pruebas pueden aplicarse a los usuarios Sordos siempre que se las adapte al nivel socio cultural y al nivel de lecto escritura que poseen. Esto deviene en una observación etnográfica profunda que permita conocer las características de la población.

El proceso de desarrollo de un producto en el modelo MPlu+a+Sordos implica tomar como base la arquitectura cognitiva de los Sordos y actividades que demanda la interacción. Es importante, en todo momento del desarrollo, realizar continuas evaluaciones pues esto permite localizar problemas y errores graves o potenciales de usabilidad y accesibilidad en los sistemas interactivos.

Como la mayoría de las pruebas de usabilidad se basan en un conjunto de preguntas o cuestiones a las

Figura 1: Interfaz Principal del Software.



Fuente: Software SAILESA, desarrollado en el marco de una tesina dirigida por una de las autoras.

que tiene que responder el usuario, se debe contar con un número suficiente de intérpretes preparados para esta tarea de modo de evacuar todas las dudas.

3.3.1. Evaluación Heurística

De la experiencia de campo con usuarios Sordos, se infiere que las pruebas de inspección resultan una buena alternativa a lo largo de todo el proceso de desarrollo. Para la evaluación heurística se tomaron como expertos a un par de profesionales informáticos, a dos (2) intérpretes de LS y al Presidente de la Asociación de Sordos.

Los principios heurísticos se consideran a partir de los "Principios heurísticos de Molich y Nielsen", tomando para la evaluación la lista de comprobación de ítems de D. Pierotti [12]. Algunos de estos ítems se adecuaron teniendo en cuenta el tipo de usuarios, el objetivo de esta aplicación y las particularidades de la misma [13].

Una de las ventajas de esta evaluación fue que la participación del experto Sordo, a lo largo de todo el proceso de desarrollo, permitió una buena familiarización con la aplicación y un alto nivel de empatía con el equipo de desarrollo.

Para los test de usabilidad se seleccionaron 12 principios heurísticos, tendiendo a que éstos cubran todos los puntos clave del sistema. Por cada principio,

se escogieron el conjunto de sub principios que se adecuaron a contexto de uso y a las particularidades de los usuarios Sordos.

El software se dio a conocer a los evaluadores y se les asignó un tiempo para su entrenamiento. Cada evaluador trabajó con una planilla de evaluación y debió asociar a cada pregunta un valor cualitativo. La escala de valores para cada uno de los sub-principios heurísticos incluye parámetros numéricos discretos que tienen claramente asociado el significado de cada valor posible e indican el grado de acuerdo de cumplimiento del sub principio evaluado: 5- Siempre; 4- Casi Siempre; 3- A veces; 2- Casi Nunca; 1- Nunca. Los profesionales informáticos respondieron sobre los doce ítems previstos: 1. Visibilidad del Estado del Sistema, 2. Lenguaje de los Usuarios, 3. Control y Libertad para el Usuario, 4. Consistencia y Estándares, 5. Ayuda a los usuarios, 6. Reconocimiento, Diagnóstico y recuperación de errores, 7. Prevención de errores, 8. Reconocimiento antes que Cancelación, 9. Flexibilidad y eficiencia de uso, 10. Estética de diálogos y diseño minimalista, 11. Ayuda general y documentación, 12. Interacción con el usuario, respetuosa y placentera.

Los usuarios expertos vinculados a la comunidad Sorda (Sordos e ILS) respondieron sobre un conjunto de sub-principios específico (Ver Tablas 2, 3, 4, 5 y 6).

Tabla 2. Visibilidad del Estado del Sistema (PH_1).

	5	4	3	2	1	Gravedad		
						Frec.	Impacto	Persist.
El esquema de diseño de los íconos y su estética es consistente en todo el sistema.								
Cuando se selecciona un icono particular rodeado por otros íconos, se distingue el icono seleccionado claramente.								
Cuando un icono es visitado, es claramente indicado.								
La terminología utilizada es consistente con el dominio de conocimiento del usuario en relación a la tarea a realizar.								
Los menús gráficos muestran de manera obvia cuál es el ítem que ha sido seleccionado.								
El sistema utiliza etiquetas conceptuales o alguna marca para indicar al usuario en qué pantalla se encuentra.								

Fuente: Elaboración propia, a partir de los sub-principios propuestos por Pierotti.

Tabla 3. Lenguaje de Usuarios (PH_2).

	5	4	3	2	1	Gravedad		
						Frec.	Impacto	Persist.
Los íconos son concretos y familiares para el usuario								
Los nombres de los ítems están ordenados en la manera más lógica para el usuario.								
Si las formas de los objetos de la interfaz son utilizados como pistas visuales, ¿conducen con las convenciones culturales de los usuarios?								
¿Se requiere poca entrada escrita por parte del usuario?								
¿Los videos en LS son nítidos?								
¿La resolución de los videos es adecuada?								
¿El LS que usa el intérprete es familiar?								
¿Es adecuada la cantidad de textos que poseen las pantallas?								
Las opciones en los menús, ¿se corresponden lógicamente con categorías que tienen un significado unívoco?								
Los títulos de los menús, ¿siguen un mismo estilo gramatical?								
¿Se evita el uso de vocablos computacionales específicos?								

Fuente: Elaboración propia, a partir de los sub-principios propuestos por Pierotti.

Tabla 4: Control y Libertad para el Usuario (PH_3).

	5	4	3	2	1	Gravedad		
						Frec.	Impacto	Persist.
Es fácil recordar la pantalla								
Si las listas de menús son largas (más de siete ítems), ¿pueden los usuarios seleccionar un ítem tanto moviendo el cursor como escribiendo un código mnemotécnico?								
Si el sistema utiliza dispositivos Mouse o Trackball, ¿los usuarios tienen atajo usando el teclado?								
¿Los usuarios pueden moverse hacia delante o hacia atrás entre las opciones de campos o cajas de diálogo?								
Si el sistema utiliza una interfaz de preguntas y respuestas, ¿ofrece la posibilidad de revisar varias veces la respuesta?								
¿Los usuarios pueden revertir sus acciones de manera sencilla?								

Fuente: Elaboración propia, a partir de los sub-principios propuestos por Pierotti.

Tabla 5: Habilidades (PH_11).

	5	4	3	2	1	Gravedad		
						Frec.	Impacto	Persist.
¿Las operaciones para ventanas son fáciles de aprender y usar?								
¿Son los usuarios los iniciadores de las acciones antes que ser quienes deben responder ante ellas?								
¿El sistema provee posibilidad de que el usuario maneje el control de video a su gusto para mejor comprensión de las señas?								
¿Pueden los usuarios moverse hacia adelante y hacia atrás dentro de un campo?								
¿El método para mover el cursor al campo siguiente o previo es simple y a la vez visible?								
¿Los dispositivos de entrada escogidos coinciden con las capacidades del usuario?								

Fuente: Elaboración propia, a partir de los sub-principios propuestos por Pierotti.

Tabla 6: Interacción con el Usuario Placentera y Respetuosa (PH_12).

	5	4	3	2	1	Gravedad		
						Frec.	Impacto	Persist.
¿Es cada ícono individual un miembro armonioso dentro de una familia de íconos?								
¿Se ha evitado el detalle excesivo en el diseño de iconos?								
¿Se ha usado el color con discreción?								
¿Los íconos de los botones son representativos de las tareas a realizar?								
¿Los mensajes de errores eluden todo tipo de intimidación?								
¿El uso del sistema evita cualquier tipo de inhibición?								
¿Se ha usado LSA para comunicar la organización, aclarar el significado de íconos y ofrecer ayuda?								
¿Los requerimientos de teclado son mínimos para las interfaces de preguntas y respuestas?								
El tiempo de carga de los videos es razonable								

Fuente: Elaboración propia, a partir de los sub-principios propuestos por Pierotti.

Además, la planilla posee para cada sub principio tres casilleros que se utilizan en el caso de sub-principios problemáticos. Para medir la gravedad de esos sub-principios, los expertos utilizaron tres componentes: frecuencia, impacto y persistencia [14]. Desde un punto de vista cuantitativo, si bien podría darse mayor peso a determinados PH, en esta ocasión sólo se trabajó con los valores dados por los

evaluadores sin otorgamiento de ponderaciones. Esta decisión se tomó por el hecho de que la mayoría de los sub-principios fueron valorados con altos puntajes. A tal efecto, la tabla 7 muestra los resultados dados en una escala con un valor mínimo igual a 38 (1 punto por cada uno de los 38 sub PH) y un máximo de 190 puntos (5 puntos por cada uno de los 38 sub PH).

Tabla 7: Puntaje Total de los PH evaluados.

E_I1	E_I2	E_I3	E_ILSA	E_S
170	173	176	169	178

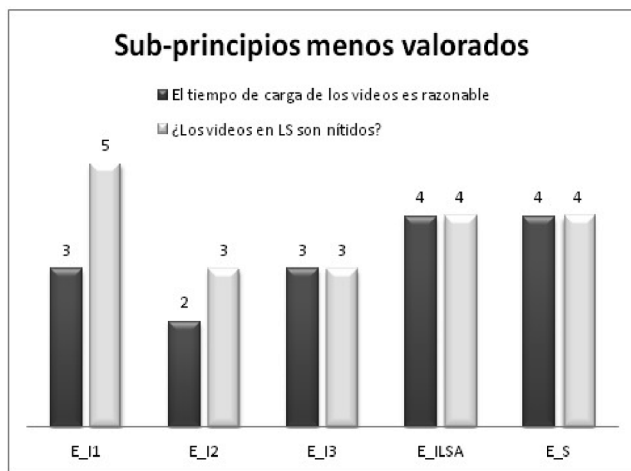
Fuente: Elaboración propia.

Donde E_I1 denota al primer evaluador informático, E_I2 al segundo evaluador informático, E_I3 al tercer evaluador informático, E_ILSA al intérprete de LSA y con E_S al evaluador Sordo.

Tomando la escala de puntuación porcentual basada en el estándar ISO 14598 (criterios para la aceptabilidad del nivel de usabilidad), la región satisfactoria abarcaría los valores comprendidos entre 158 y 190 puntos. En esta oportunidad, todos los evaluadores puntuaron en esta franja el nivel del software. Esto se debió mayormente al hecho de haber incorporado al usuario Sordo en todo el proceso de desarrollo, dado que desde un principio fue consultado sobre las particularidades que debían estar presentes o no en el software.

Los sub-PH menos valorados, se presentan en la figura 2.

Figura 2: Sub-principios menos valorados por cada evaluador.



Fuente: Elaboración propia.

Para el caso del sub-principio “el tiempo de carga de los videos es razonable” se observó que los evaluadores vinculados a la Comunidad Sorda le otorgaron mayor puntaje que los expertos informáticos. Si bien los evaluadores informáticos parecen ser más rigurosos, con el mismo criterio puede leerse como que el tiempo no es tan problemático para los evaluadores de la comunidad Sorda.

Con el fin de comparar los cinco PH evaluados por los EI y los pertenecientes a la Comunidad Sorda, se realizó una escala porcentual entre los valores mínimos y máximos de cada PH y se calculó el porcentaje correspondiente. Considerando a x como el puntaje asignado y siendo m y M los valores mínimo y máximo respectivamente, se obtuvo el valor porcentual (p) mediante la ecuación

$$p = \left[\frac{x - m}{M - m} \right] * 100\%$$

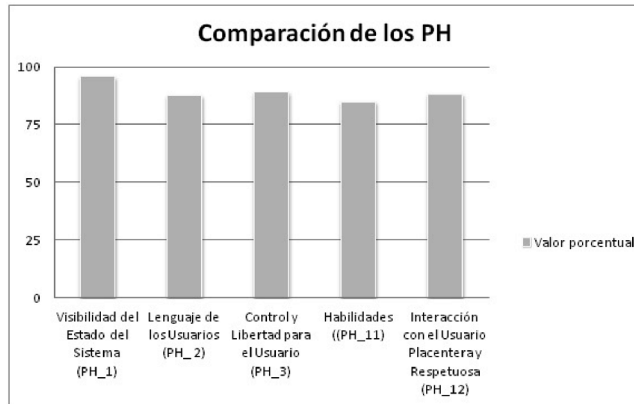
Así, los porcentajes obtenidos se presentan en la tabla 8 y se muestran gráficamente en la figura 3.

Tabla 8. Porcentajes de los PH evaluados por todos los evaluadores.

PH	E_I1	E_I2	E_I3	E_ILSA	E_S
Visibilidad del Estado del Sistema (PH_1)	30	150	145	95,83	
Lenguaje de los Usuarios (PH_2)	55	275	248	87,72	
Control y Libertad para el Usuario (PH_3)	30	150	137	89,16	
Habilidades (PH_11)	30	150	132	85	
Interacción con el Usuario Placentera y Respetuosa (PH_12)	45	225	204	88,33	

Fuente: Elaboración propia.

La figura 3 no hace más que afirmar lo antes expuesto en cuanto a que, la mayoría de los principios heurísticos fueron altamente valorados.

Figura 3: Porcentajes obtenidos por cada PH.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Evaluación de usabilidad con usuarios finales

La observación de campo mostró que la realización de la evaluación es totalmente diferente a lo conocido. Por un lado, los ILS en general mostraron escaso conocimiento de las tecnologías computacionales, lo cual dificultaba explicar las consignas. Por otro, los adolescentes y jóvenes Sordos tienen sus propias maneras de comunicarse entre ellos, y están poco habituados a trabajos individuales como el que se les solicitaba. También hay que agregar que aún cuando las personas poseen una alfabetización media, tienen grandes dificultades para leer las consignas. A los fines de recabar información de los usuarios finales sobre el grado de cumplimiento de los objetivos de usabilidad planteados así como la aceptabilidad del sistema a nivel de usabilidad, se optó por planificar una evaluación que consistió en una combinación de un test de medida de prestaciones y un cuestionario.

Respecto al método de evaluación de medida de las prestaciones, el mismo está basado en el rendimiento u otro tipo de aspecto subjetivo que afecte a la usabilidad del sistema.

Los encuentros fueron realizados en aulas de computación en distintos momentos, con grupos de a lo más 7 personas por vez. Los usuarios finales debieron realizar una serie de tareas, las cuales se reproducen fielmente en la tabla 9.

Para utilizar esta metodología de medida de las prestaciones y ser lo más fiel posible a la misma, se contó con el apoyo de dos ILS, y otros dos profesionales vinculados a este trabajo. Mientras los usuarios realizaban las tareas, se llevaron registros de las observaciones, orientadas a obtener información sobre distintas medidas subjetivas, de manera de reflexionar e interpretar de forma adecuada los resultados.

Entre las medidas que se tuvieron en cuenta están:

- La facilidad para usar el producto
- La facilidad de aprender el producto
- La facilidad para hacer una determinada tarea

Una vez que los usuarios trabajaron sobre las actividades antes planteadas, se realizó un break con todos los participantes, para luego reanudar el trabajo. Los usuarios finales completaron un cuestionario para recoger información sobre aspectos generales acerca de aceptación del nivel de usabilidad del software, la cual incluía además una valoración en una escala de 1 a 10 (Tabla 10).

Tabla 9. Evaluación del software SAILESA.

<p>Este programa tiene como objetivo ayudar a conocer nuevas palabras a partir de su expresión en Lengua de Señas. También puede servir para aprender nuevas señas a partir de su expresión escrita.</p> <p>Esta encuesta tiene como objetivo conocer si este programa puede ser de utilidad. Las encuestas son anónimas, no hace falta escribir su nombre</p>					
<p>Edad: ____ Sexo: ____ ('F'/'M')</p> <p>Coloque una X en el cuadro que considere adecuado.</p> <table><tr><td>Primaria Completa</td><td>Primaria Incompleta</td><td>Secundaria Incompleta</td></tr></table>			Primaria Completa	Primaria Incompleta	Secundaria Incompleta
Primaria Completa	Primaria Incompleta	Secundaria Incompleta			
<p>A continuación, lo invito a que realice algunas actividades para que pueda ayudar a la evaluación de este programa.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Observe un momento la pantalla principal. Ingrese a la opción Aprendizaje. Observe los botones de la izquierda, donde aparecen las distintas categorías que usa este programa. Cada categoría tiene palabras con imágenes que las representan y un video con un intérprete que realiza la seña de la palabra. Las señas se pueden repetir tantas veces como quiera.2. Ingrese a las categorías Personas, Transportes y Comidas e investigue. (10 minutos)3. Busque el botón Jugar e investigue cómo se usa. (10 minutos)4. Busque la opción Buscar e investigue cómo se usa. (10 minutos)					
<p>Use el software</p> <p>Use el programa y escriba la respuesta a las siguientes preguntas:</p> <p>¿En qué categoría está la palabra foca?: _____</p> <p>¿En qué categoría está la palabra amarillo?: _____</p> <p>¿En qué categoría está la palabra libro?: _____</p>					
<p>Ahora haga las siguientes tareas en el programa:</p> <ol style="list-style-type: none">α) Ingresar a la opción Comidas y encontrar la palabra hamburguesaβ) Ingresar a la opción Buscar y encontrar la palabra cuatricicloχ) Ingresar a la opción Jugar y jugar 4 veces. <p>¿Cuántas veces acertó? _ _ _</p>					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Test de Usabilidad con usuarios finales.

De acuerdo a su opinión marque con una x donde corresponda.			
	SI	NO	A veces
¿Los videos en Lengua de Señas se ven bien?			
¿La Lengua de Señas que usa el intérprete es adecuada?			
¿Las imágenes son de buena calidad?			
¿Las imágenes se relacionan con el texto que representan?			
¿Las pantallas tienen mucho texto?			
¿Los textos usados son adecuados a su vocabulario?			
¿Los textos son difíciles?			
¿Algunas actividades que plantea el programa son muy simples?			
¿Los colores y el diseño de este programa son atractivos?			
Por último:			
¿Qué punto le asigna a este programa? (Números 1...10) _____			

Fuente: Elaboración propia.

4. RESULTADOS

Terminado el trabajo con los usuarios finales se reunieron in situ todos los evaluadores para reforzar algunas anotaciones, antes de realizar un informe final. Luego, en una reunión posterior se tomó nota de toda la información registrada y observada, llegando a los siguientes resultados:

- Los usuarios fueron altamente atraído por la aplicación (alrededor del 90%)
- La aplicación en general, resultó ser fácil de usar (alrededor del 80%)
- La aplicación fue medianamente fácil de aprender (70%). Al respecto, el tiempo para aprender el software fue relativamente aceptable. Un factor importante que hizo que el tiempo no fuese mejor aún, se debió casualmente a una medida de rendimiento, la distracción del usuario final.
- Las observaciones sobre la frustración del usuario mostraron claramente, y en casi todos los casos, que los usuarios trabajaron de manera distendida (alrededor del 95%)

Las pruebas de usabilidad realizadas con usuarios finales mostraron de manera clara una alta aceptación

del software por parte de los usuarios Sordos. La mayoría de las preguntas fueron puntuadas con SI, salvo las que se presentan en la figura 4.

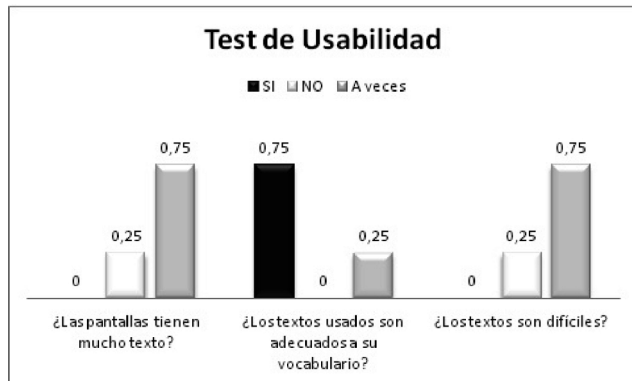
La tabla 11 muestra los porcentajes obtenidos como respuesta las distintas preguntas, una vez que todos los usuarios finales interactuaron con el software.

Tabla 11. Resultados del Test de Usabilidad.

	SI	NO	A veces
¿Los videos en Lengua de Señas se ven bien?	100	0	0
¿La Lengua de Señas que usa el intérprete es la adecuada?	100	0	0
¿Las imágenes son de buena calidad?	100	0	0
¿Las imágenes se relacionan con el texto que representan?	100	0	0
¿Las pantallas tienen mucho texto?	0	0,25	0,75
¿Los textos usados son adecuados a su vocabulario?	0,75	0	0,25
¿Los textos son difíciles?	0	0,25	0,75
¿Algunas actividades que plantea el programa son muy simples?	100	0	0
¿Los colores y el diseño de este programa son atractivos?	100	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4: Porcentajes de las preguntas que no obtuvieron un 100% en el valor "Si."



Fuente: Elaboración propia.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Si bien el modelo MPlu+a+Sordos es factible de mejoras, ha sido evaluado satisfactoriamente. La metodología MPlu+a+Sordos es profunda, compleja por el tipo de usuarios que contempla y abierta para futuros aportes. Al respecto, un aporte sería fomentar que los equipos de desarrollos de software para usuarios Sordos, tengan como colaboradores a informáticos Sordos.

Algunas de las siguientes recomendaciones son resultados de la experiencia de campo, eje conductor de este trabajo:

- Facilitar la disponibilidad de Internet a las personas Sordas como prerrequisito para la inserción las TIC en la comunidad Sorda en general.
- Promover en las instituciones de educación especial, un cambio de la mirada asistencialista por una concepción totalmente formativa, que garantice que los alumnos Sordos tengan la posibilidad de transcurrir sin problemas los distintos niveles educativos.
- Generar una transformación que atraviese las dimensiones sociales, culturales y educativas, a través del trabajo ineludible de grupos interdisciplinarios, donde participen de manera activa

personas Sordas. Para esto es importante priorizar investigaciones y desarrollos tecnológicos, asegurando una financiación que permita a mediano y largo plazo obtener los resultados esperados.

Tal vez así, nuevos modelos de computación sean quienes puedan ofrecer una alternativa y se pueda alcanzar la tan deseada inclusión e integración.

6. REFERENCIAS

- [1] A. Barak, "Internet use and personal empowerment of hearing-impaired adolescents", 2008, Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S074756320800023X>
- [2] G. HELLSTRÖM, "Directrices para el uso del Lenguaje De Signos en la Red", 2007, Disponible en: <http://www.sidar.org/recur/desdi/pau/dirlensign.php>
- [3] P. Samaniego, "Informe sobre el Uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en la Educación para Personas con Discapacidad", 2012, Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002163/216382s.pdf>
- [4] I. Fajardo Bravo, I., Cañas, J., Antolí, A. y Salmerón, L. Accesibilidad Cognitiva de los Sordos a la Web. IPO 2002. 2III International Conference Interacción. Informe del Fundamento empírico y metodológico de la investigación, Leganés, España. 2002. Disponible en <http://www.uv.es/infabra/Fajardo%20AIPO%202002.pdf>
- [5] Fajardo Bravo, Inmaculada Estudio empírico de patrones de acceso a la Web para la accesibilidad cognitiva de usuarios Sordos., INMERSO-Estudios I+D+I, Nro. 30, Madrid, España, 2005.
- [6] T. Granollers i Saltiveri, MPlu+a. "Una metodología que integra la ingeniería del software, la interacción persona-ordenador y la accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinares", Tesis Doctoral, Universidad de Lleida, España, 2004, Disponible en: <http://www.tdx.cat/handle/10803/8120>

- [7] M. I. Massone, "Lengua de Señas Argentina: propuesta para su estudio desde una perspectiva interdisciplinaria", 2011, Disponible en: <http://2010.cil.filo.uba.ar/sites/2010.cil.filo.uba.ar/files/8.Massone%20et%20al.pdf>
- [8] E. Parra Vargas, "Influencia del Uso de La Lengua de Signos y la Organización del Conocimiento Categórico en la Búsqueda de Información Web por Personas Sordas", Memoria para optar a la Suficiencia Investigadora. Universidad de Granada. España, 2004.
- [9] Zapalá, D, Köppel, A. y Suchodolski M. (2011). Inclusión de TIC en escuelas para alumnos sordos. Serie computadoras portátiles para las escuelas de educación especial. Libro Digital. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. Disponible en: <http://bibliotecadigital.educ.ar/articles/read/>
- [10] F. A. Valenzuela, "Propuesta Metodológica Centrada en Usuarios Sordos para el Diseño de Entornos Computacionales", 2014, [en línea] disponible en: <http://www.laclo.org/papers/index.php/laclo/article/download/293/275>
- [11] F. A. Valenzuela, "Perspectivas de las TIC en la Comunidad Sorda Argentina". V Congreso Internacional de Ambientes Virtuales de Aprendizaje Adaptativos y Accesibles. San Juan. Argentina. 2013.
- [12] M. P. Gonzalez, M. P, "Evaluación Heurística", 2001, Disponible en: <http://w.aipo.es/libro/pdf/15-Evaluacion-Heuristica.pdf>
- [13] F. A. Valenzuela, "Desarrollo de entornos interactivos para usuarios sordos", 2011, Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/18787>
- [14] J. Nielsen. "Severity Ratings for Usability Problems", 1995, [en línea], Disponible en: <http://www.nngroup.com/articles/how-to-rate-the-severity-of-usability-problems/>