

Hacia una propuesta de heurísticas de usabilidad para pruebas de HCI y de UX para niños con discapacidad auditiva: Caso de estudio

Towards a proposal of usability heuristics for HCI and UX tests for children with hearing impairment: Case study

Gerardo Cruz González¹

gercruz@mixteco.utm.mx

Carlos Alberto Fernández y Fernández¹

caff@mixteco.utm.mx

Felipe de Jesús Trujillo Romero²

fdj.trujillo@ugto.mx

*¹Instituto de Computación, Universidad Tecnológica de la Mixteca
Huajuapán de León, Oax., México*

*²Departamento de Ingeniería Electrónica, Universidad de Guanajuato
Salamanca, Gto., México*

RESUMEN

La mayoría de las aplicaciones relacionadas con la tecnología de la información (TI), así como las heurísticas de diseño, están focalizadas en usuarios sin discapacidades físicas o intelectuales, lo que ha causado que las personas con algún tipo de discapacidad, como las que padecen discapacidad auditiva, queden al margen de los beneficios que ofrecen estas tecnologías. Ante esta problemática, se llevó a cabo un proyecto de investigación, en el cual se diseñó y se desarrolló una interfaz para que los niños con discapacidad auditiva (NCDA), practicasen la Lengua de Señas Mexicana (LSM). Al momento de diseñar las pruebas de usabilidad y dado que no se encontraron heurísticas de diseño para NCDA, fue necesario proponer y utilizar heurísticas de diseño alternas, así como adaptar la realización de las pruebas de usabilidad de acuerdo con las características físicas e intelectuales de los NCDA. Además, se generó un protocolo de comunicación que permitió el entendimiento con los niños que participaron en el proyecto. La propuesta que se presenta retoma los resultados que se obtuvieron en el desarrollo mencionado para analizarlos, probarlos y realizar los ajustes necesarios, a fin de colaborar en la definición de heurísticas de diseño que guíen el desarrollo de interfaces para NCDA.

PALABRAS CLAVE

IHC, UX, LSM, sordos, discapacidad auditiva.

ABSTRACT

Most applications related to information technology (IT), as well as design heuristics, are focused on users without physical or intellectual disabilities, which has caused people with some kind of disability, such as hearing-impaired, be left out of the benefits of these technologies. Faced with this problem, a research project was carried out, in which an interface was designed and developed for children with hearing impairment (NCDA), to practice the Mexican Sign Language (LSM). At the time of designing the usability tests and since no design heuristics were found for NCDA, it was necessary to propose and use alternating design heuristics, as well as adapt the conduct of usability tests according to the characteristics intellectual of the NCDAs. In addition, a communication protocol was generated that allowed for understanding with the children involved in the project. The proposal presented takes up the results that were obtained in the development to analyze, test and make the necessary adjustments, in order to collaborate in the definition of design heuristics that guide the development of interfaces for NCDA.

KEYWORDS

HCI, UX, LSM, deaf, hearing impairment

1. INTRODUCCIÓN

Cuando se desarrollaba una interfaz para niños con discapacidad auditiva (NCDA) (Cruz, Fernández Trujillo, 2019), que tuvo como objetivo ayudar a los niños a practicar los movimientos de la Lengua de Señas Mexicana (LSM), se observó la ausencia de guías y de heurísticas de diseño que guiaran el desarrollo de interfaces para este tipo de usuarios. Esa interfaz debía tener estas cualidades: ser fácil de aprender y de utilizar, además de ser lúdica y absorbente. Esto último, con el propósito de que el niño se divierta mientras aprende la LSM.

Para conseguir la facilidad de uso de la interfaz, se recurrió a las guías de diseño de *Material Design* (Google Inc, 2019) y a las heurísticas de diseño de Nielsen (Nielsen, 2012). Para captar la atención del usuario, se diseñaron y se implementaron avatares humanoides de apariencia tanto infantil como adulta, que muestran a los niños cómo realizar los movimientos necesarios para ejecutar las señas de la Lengua de Señas Mexicana. Sin embargo, al momento en que los NCDA efectuaron las pruebas de usabilidad y de experiencia de usuario (UX) correspondientes, se detectó que algunas tareas no pudieron ser completadas exitosamente, porque para los niños, los íconos que observaban en la pantalla de la computadora carecían de significado o transmitían una idea confusa. Esta deficiencia en la interfaz evaluada motivó la ampliación del estudio acerca de las características físicas e intelectuales propias de los NCDA. Con los resultados de ese análisis, fue posible generar heurísticas de diseño acordes al tipo de usuarios con el cual se trabajaba en ese momento.

Por lo anterior, este documento explica la razón por la cual las guías y las heurísticas generales de diseño no pudieron aplicarse, y en base a esa argumentación, se plantean cinco heurísticas que solamente se aplican a niños en edad escolar que tienen discapacidad auditiva. Estas reglas resultantes son el punto de partida de un nuevo proyecto, el cual tiene como objetivo principal, definir un conjunto de reglas que guíen el diseño y el desarrollo de interfaces para NCDA.

La estructura de este documento es la siguiente: En la subsección 1.1, se da un panorama general del estado del arte acerca de las pruebas de usabilidad y de UX, enfocándose principalmente en personas con discapacidad auditiva. En la sección 2, se presenta el desarrollo de una aplicación para NCDA (Cruz et al., 2019), se define el perfil de usuario (subsección 2.1) de la aplicación, se dan a conocer los resultados de las pruebas de usabilidad que se obtuvieron al probar la interfaz, y se argumenta el porqué es necesario establecer heurísticas de diseño (subsección 2.2) para este tipo de usuarios.

En la sección 3, se presentan y se justifican cinco heurísticas de diseño para desarrollar interfaces para usuarios con el perfil previamente establecido. En la sección 4 se argumentan ideas útiles para definir estrategias de comunicación (subsección 4.1) con NCDA, y también para llevar a cabo pruebas de usabilidad y de UX (subsección 4.2) con esta clase de usuarios. Finalmente, en la sección 5, se dan a conocer las conclusiones a las que se ha llegado en esta etapa del proyecto.

1.1 Trabajos relacionados

Realizando una investigación documental, se han encontrado diversas obras que tratan el tema de la usabilidad y de UX tanto de personas discapacitadas como no discapacitadas, entre las que se encuentran las siguientes: en (Cruz, Fernández Trujillo, 2018) y en (Cruz et al., 2019), se presenta un estudio contextual de un grupo de niños sordos que están aprendiendo la Lengua de Señas Mexicana (LSM) y en (Cruz et al., 2019), se presentan pruebas de usabilidad y de experiencia de usuario de una aplicación que ayuda a los niños, con algún nivel de sordera, a practicar la LSM. En (Marcus, 2016), se pone de manifiesto la importancia que tiene considerar la capacidad de percepción del cuerpo humano y de la interpretación que el cerebro hace de ella, considerando la experiencia de vida de cada ser humano. En (Yeratziotis Zaphiris, 2017) se aborda la marginación que enfrentan las personas con discapacidad auditiva o visual al no poder utilizar la información disponible en Internet ya que las páginas web, en su mayoría, están diseñadas para usuarios sin discapacidades. En (Michelle, 2015), se afirma que las personas con algún grado de sordera tienen menor capacidad de regular sus emociones y su grado de conciencia es menor en relación a una persona sin tal capacidad, y considera que un buen diseño de la UX ayudará a la persona a mejorar sus habilidades emocionales y sociales proporcionándole mayor bienestar a la persona. En (Mich, 2009) se proponen guías de diseño para interfaces de usuarios con sordera, las cuales surgieron de la experiencia al realizar pruebas de usabilidad a niños con esta problemática y aplicando encuestas a las personas que los rodean. El trabajo presentado en (Hutter Lawrence, 2018) también propone guías de diseño, las cuales surgieron durante el desarrollo de una interfaz para usuarios sordos, que entre ellos se comunicaban por medio de la Lengua de Señas Americana (ASL). Algunas de estas recomendaciones son realizar un estudio contextual extenso, comprender el ámbito cultural y social de los usuarios e incluir a un experto de UX para la evaluación de la experiencia de usuario. En (Wong, Khong Thwaites, 2012), se analiza el diseño mixto entre el diseño centrado en el usuario (UCD) y de UX utilizados por diseñadores de interfaces gráficas de usuario (GUI) en el contexto de lo que demanda el mercado, haciendo énfasis en la importancia de los estudios contextuales, la usabilidad y la experiencia de usuario.

En (Cano, Collazos, Fardoun, Alghazzawi Albarakati, 2016) se presenta un modelo de desarrollo basado en las necesidades de los niños con una discapacidad auditiva, en el que se conjuntan la interacción humano computadora (HCI) y la Inteligencia Artificial para diseñar sistemas interactivos inteligentes capaces de adaptarse a las características y necesidades de los niños sordos. En (Cano, Muñoz-Arteaga, Collazos Bustos Amador, 2015) se plantea la necesidad de alfabetizar al niño con deficiencia auditiva utilizando juegos serios basados en la UX como foco de atracción. Este tipo de juegos inciden en la parte emocional y motivacional del usuario haciendo que su proceso de aprendizaje sea lúdico y sirven para que el niño aprenda reglas y conozca sus capacidades y limitaciones con el propósito de que ese conocimiento le sea útil en situaciones reales. En (Cano, Collazos, Aristizábal, González Moreira, 2017) se discute cómo evaluar la UX de juegos serios para niños sordos que tienen un implante coclear.

En dicho artículo se define la UX como “un conjunto de sentimientos y emociones que se producen en un usuario al interactuar con un producto interactivo”. En (Othman, Sulaiman Aman, 2018) comparan las heurísticas genéricas de Nielsen vs. las heurísticas específicas SMART para detectar problemas de usabilidad en aplicaciones que se ejecutan en dispositivos inteligentes, llegando a la conclusión de que es mejor utilizar heurísticas diseñadas para cada tipo de dispositivo y de sistema en lugar de heurísticas generales de diseño. Con base en esta investigación documental, se observa que existen diversos proyectos avocados al desarrollo de interfaces destinadas a ayudar a las personas con discapacidad auditiva, a comunicarse con los individuos y con el entorno que las rodea. También es notorio que algunas de ellas, se enfocan específicamente en encontrar heurísticas de diseño exclusivas para este tipo de usuarios ya que no es posible utilizar las heurísticas generales de diseño. Por esta razón y por la experiencia que se obtuvo en el caso de estudio (Cruz et al., 2019), es que en esta propuesta se plantea realizar una investigación más amplia que permita corroborar las heurísticas propuestas y colaborar en la definición de heurísticas de diseño aplicables a NCDA.

2. CASO DE ESTUDIO: DESARROLLO DE UNA INTERFAZ PARA LA PRÁCTICA DE LA LSM

En la ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca, se tiene una población significativa de personas con discapacidad auditiva que requiere educación especial, las cuales pueden asistir al Centro de Atención Múltiple (CAM) para ser atendidas por especialistas en problemas de lenguaje. Los especialistas del CAM enseñan a los niños sordos la LSM e imparten asesoría a los padres de familia y a los profesores de educación regular que atienden a niños que padecen deficiencia auditiva.

Por el número de niños que requieren aprender LSM, ha sido necesario incorporar maestros de LSM a escuelas primarias de educación regular para ayudar en la identificación, educación y canalización de los NCDA a las dependencias de gobierno responsables de atender este tipo de problemática.

Por otro lado, estudios y estadísticas oficiales (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2013) afirman que las personas con esta discapacidad, en promedio, alcanzan el cuarto grado de primaria, no escriben ni hablan español, pocas de ellas conocen y dominan la LSM, y al llegar a la vida adulta, les es difícil incorporarse a actividades económicas que les permita ser autosuficientes. También se observó que, en muchos casos, el aspecto económico influye negativamente en la educación de los niños, ya que aun viviendo en la misma ciudad donde están las escuelas de educación especial, el costo del transporte urbano es una carga económica muy fuerte para las familias, por lo cual los niños pierden su derecho a la educación.

Ante esta problemática, se diseñó y se implementó la interfaz de computadora (Cruz et al., 2019), cuyas pantallas principales se presentan en las Figuras 1, 2 y 3.



Figura 1: Elección de personajes



Figura 2: Elección de campos semánticos

El propósito principal del proyecto fue poner a disposición de los niños y de sus familias, un medio alternativo que le permitiera practicar la LSM sin necesidad de salir de sus casas. Para garantizar la satisfacción de los usuarios, se utilizó la metodología de desarrollo UCD (*User Centered Design*), la cual impone realizar estudios contextuales para obtener el perfil de usuario y también, la aplicación de pruebas de usabilidad y de UX para asegurar la satisfacción del usuario.

Las características más importantes de la interfaz son: el usuario puede elegir un avatar de ocho disponibles para que le ayude a practicar la LSM, cuenta con cuatro grupos de palabras (comida, familia, hogar y transporte), y dispone de un módulo de conversaciones que le enseña al niño a entablar una conversación por medio de la LSM.



Figura 3: Avatar mostrando cómo ejecutar la LSM

2.1 Perfil de usuario

En el diseño centrado en el usuario, un estudio contextual permite obtener un conocimiento amplio y profundo acerca de los usuarios que utilizarán una interfaz, así que mediante el apoyo de especialistas en problemas de lenguaje y maestros de LSM, se diseñó y se aplicó un estudio contextual a los NCDA que aprenden LSM en el CAM de la ciudad (Cruz et al., 2018), lo que permitió definir el perfil de usuario de estos niños:

1. Niño(a) de seis a catorce años.
2. Padece deficiencia auditiva (anacusia o hipoacusia).
3. Su capacidad cognitiva es similar a la de cualquier otro niño de su edad.
4. Solamente se comunica por medio de señas (formales o informales), o por sonidos difíciles de entender.
5. No puede hablar, leer o escribir en español.
6. Su mundo es un espacio sin sonidos.
7. Está aislado porque pocas personas lo entienden.
8. Los recursos económicos de su familia son muy limitados. Están en el nivel socioeconómico D+ ó D, que corresponden a los dos grupos de menor ingreso económico en México.
9. No posee dispositivos electrónicos propios.
10. Sus padres poseen teléfono celular capaces de ejecutar juegos.
11. La escuela a la que asiste tiene una sala de computadoras.

12. Se siente atraído por la tecnología y la utiliza con entusiasmo cuando dispone de ella.

2.2 Falta de estándares para el diseño de pruebas de HCI y de UX para usuarios con deficiencia auditiva

A partir del perfil de usuario, se realizaron los prototipos de baja y de alta fidelidad tanto de HCI como de UX, lo que permitió obtener la interfaz mostrada en las Figuras 1, 2 y 3. Para la validación de la usabilidad y la UX de la aplicación, se tomaron como referencia las heurísticas de Nielsen (Nielsen, 2012) y las guías de diseño *Material Design* de Google (Google Inc, 2019), pero al momento en que los usuarios probaron la interfaz (Figura 4), fue claro que los botones que aparecen en la barra de navegación de la aplicación, no fueron



Figura 4: Evaluación de HCI y de UX

entendibles por los niños que participaron en la evaluación, como lo muestran los resultados presentados en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1: Cambiar grupo de palabras.

	¿es fácil cambiar el grupo de palabras?		
usuario	obs. 1	obs. 2	obs. 3
1	no	x	no
2	no	si	x
3	no	no	no
4	no	no	no
5	no	no	no
6	no	no	no
7	no	no	no
resumen	no		

La razón de esta falta de entendimiento se debió a que los niños no reconocieron el significado estándar que se le da al ícono de la flecha apuntando hacia la izquierda (“regresar”), al de *casa* o *home* (“ir a la pantalla principal”) y al ícono con la flecha apuntando hacia la derecha en medio de un rectángulo (“salir”). Por lo tanto, fue necesario diseñar otros íconos que tuvieran un significado para los niños, aunque ello implicó apartarse de las heurísticas y guías de diseño convencionales. Visto en retrospectiva, esto es entendible si se considera que los estándares están hechos para usuarios regulares y no para usuarios con algún tipo de discapacidad. Otro aspecto que no está documentado en las heurísticas o en las guías de diseño, es cómo establecer la comunicación entre los observadores y los NCDA, ya que en principio, cada uno tiene su propia lengua, es decir, los observadores utilizan el español y los NCDA utilizan la LSM, pero además, se debe estar consciente de que la percepción del entorno de los NCDA es diferente al del resto de las personas y que por lo tanto, sus juicios, sus valores, sus respuestas y sus reacciones pueden sorprender o desconcertar a un observador que no esté capacitado para trabajar con ellos. Concretamente, los NCDA son individuos que compensan su discapacidad por medio del sentido de la vista, por ejemplo, cuando están enojados y quieren ignorar a su interlocutor, simplemente cierran los ojos o voltean la mirada hacia otro lado, con lo que rompen toda posibilidad de establecer comunicación con ellos.

Tabla 2: Cambiar personaje.

	¿es fácil cambiar de personaje?		
usuario	obs. 1	obs. 2	obs. 3
1	no	x	no
2	no	no	x
3	no	no	no
4	no	no	no
5	no	no	no
6	no	no	no
7	no	no	no
resumen	no		

3. PROPUESTA DE HEURÍSTICAS DE DISEÑO PARA NCDA

Las reglas heurísticas que se presentan en esta sección surgieron de la experiencia que se obtuvo al diseñar y desarrollar una interfaz para NCDA (Cruz et al., 2019). Estas reglas tienen el propósito de indicar las características gráficas que debe tener la GUI de una aplicación para NCDA, y también, señalar lo importante que es utilizar palabras o frases simples, ya que como se ha mencionado, estos usuarios tienen una comprensión limitada del español, y por estar en fase de aprendizaje de la LSM, aun no la dominan en su totalidad.

1. Los íconos deben ser grandes y tener un significado claro y directo. En lo posible se deben evitar aquellos íconos que utilicen símbolos abstractos. Esto se debe a que los NCDA utilizan el sentido de la vista como principal medio para obtener información del entorno que los rodea.
2. Se debe tener cuidado al utilizar metáforas en el diseño de las GUI. Las personas con discapacidad auditiva perciben y conceptualizan su entorno de manera diferente al resto de las personas y hacen una interpretación directa de lo que ven, lo que implica que manejar el significado figurado de las palabras o de las cosas es complicado para ellos.
3. Utilizar con cuidado la dimensionalidad (significado contextual) de la palabra, ya que su comprensión resulta compleja para los NCDA. Por ejemplo, la seña en LSM para “ratón” puede crear confusión ya que se puede aplicar a un ratón de verdad o a un *mouse* de computadora.
4. Los términos para utilizar en una conversación con NCDA, deben ser muy sencillos. Por ejemplo, en lugar de decir “¿qué tan atractivo te parece el rostro del personaje?” se debe preguntar “¿la cara del personaje es fea o bonita?”, o “su cara, ¿te gusta o no te gusta?”. Esto se justifica si se considera que los NCDA no dominan el español y, por lo tanto, pedirles que entiendan y contesten un cuestionario, en muchos casos, va más allá de sus posibilidades.
5. En interacciones de preguntas y respuestas, se recomiendan este tipo de respuestas:
 - (a) Respuestas cerradas de “sí” o “no”.
 - (b) Respuestas mediante caras sonrientes o emoticones (técnica de Likert).
 - (c) Observar atentamente los cambios faciales del usuario para determinar qué emociones experimenta durante la sesión.

Esta heurística se justifica por la misma razón que la anterior: los NCDA no tienen un dominio pleno del español, al grado que muchos de ellos no están oralizados.

Estas heurísticas son las que se proponen como punto de partida, para llevar a cabo una investigación completa acerca de ellas, con el propósito de colaborar en la definición de guías de diseño de interfaces, de pruebas de usabilidad y de UX para NCDA que cumplan con el perfil de usuario descrito anteriormente.

4. REFERENTES DE COMUNICACIÓN Y DE APLICACIÓN DE PRUEBAS DE HCI Y DE UX A NCDA

Además de las heurísticas que se proponen en la sección 3, también se presenta un protocolo de comunicación, y una serie de lineamientos que se deben cumplir al momento de aplicar pruebas de usabilidad con NCDA. Se aclara que tanto el protocolo como los lineamientos son recomendaciones y no reglas a seguir durante el diseño y el desarrollo de interfaces para NCDA.

4.1 Protocolos de comunicación con NCDA

Se considera importante definir un protocolo de comunicación que garantice el respeto hacia la cultura de los discapacitados auditivos. Este protocolo es relevante, si se considera que las personas que diseñan y aplican los estudios contextuales y las pruebas de usabilidad, son en su mayoría, personas oyentes que no tienen experiencia tratando a NCDA. Este hecho hace necesario que los investigadores que interactúen con este tipo de usuario conozcan las reglas de cortesía apreciadas en las comunidades de sordos. El protocolo que se utilizó durante el caso de estudio (Cruz et al., 2019), se muestra a continuación:

1. Comprender la comunicación por medio de la vista y del lenguaje corporal es fundamental para el investigador, ya que este es el medio principal de comunicación del que disponen los NCDA.
2. Cuando se habla con un NCDA se le debe mirar a la cara y estar frente a él. Mirar hacia otro lado equivale a ignorarlo y el niño puede sentirse ofendido o lastimado. Como cualquier otro niño, si se siente ignorado, muy probablemente, se sentirá enojado o triste.
3. Los NCDA perciben y entienden el mundo de manera diferente a como lo hace una persona oyente, lo que obliga al investigador a ser muy cuidadoso en lo que dice y cómo lo expresa al momento de comunicarse con los niños. Para los NCDA, el sentido figurado, el doble sentido o el múltiple significado de una palabra es difícil de entender. Por lo cual una charla con ellos debe ser sencilla, clara y directa.

4. Con el propósito de que el material presentado a los niños sea adecuado y no les cause rechazo o molestia, este debe ser avalado por los maestros y padres de familia responsables de los niños participantes en el proyecto. De no hacerlo, surge el riesgo de provocar reacciones adversas por parte de los niños, de sus padres o de sus maestros, lo que pondría en riesgo la realización del proyecto de investigación o de desarrollo.

4.2 Lineamientos a observar durante las pruebas de usabilidad con NCDA

Las siguientes consideraciones o lineamientos están orientadas hacia los observadores y hacia los facilitadores que aplican las pruebas de usabilidad y de UX en las que participan NCDA:

1. La comunicación oral y directa entre el facilitador y el usuario no es posible. Para comunicarse se debe recurrir a un intérprete de LSM que permita comunicarse entre ellos.
2. Se requiere de un intérprete de LSM a español oralizado porque los niños que participaron en el proyecto eran alumnos del curso de LSM que se impartía en su escuela.
3. En la interpretación de la LSM, la comunicación pierde fidelidad: Cuando se traduce de una lengua a otra, siempre se tiene la probabilidad que los mensajes pierdan fidelidad, sobre todo, cuando la interpretación o traducción se lleva a cabo junto con la conversación.
4. El facilitador le explica al intérprete la tarea que el usuario debe llevar a cabo. Después, el intérprete se lo traduce al usuario y el usuario realiza la tarea solicitada.
5. Las preguntas al usuario deben expresarse en forma breve, sencilla y clara. Esto en razón de las deficiencias de lenguaje propias de las personas con discapacidad auditiva.
6. Los observadores no deben esperar respuestas fonéticas por parte del usuario: Un problema que se tuvo durante las pruebas de alta fidelidad del caso de estudio, fue que los observadores, al no tener conocimiento previo de cómo se comunican los NCDA, se quedaban esperando una respuesta fonética por parte de los usuarios, en lugar de esperar esa respuesta de los intérpretes de LSM que acompañaban a los niños durante la prueba.

7. El intérprete debe reproducir fonéticamente las respuestas o comentarios emitidas por el usuario. De ese modo, tanto el facilitador como los observadores podrán realizar las anotaciones correspondientes.
8. Los observadores deben poner atención en la expresión corporal y facial del usuario y en la interpretación que el intérprete haga de las señas realizadas por el usuario. Si bien es cierto que los niños tienen dificultades para expresarse fonéticamente, no ocurre lo mismo con su lenguaje corporal y facial. Ellos, al igual que una persona sin discapacidades, expresan enojo, alegría y cualquier otro estado de ánimo por medio de sus expresiones faciales y corporales.
9. Los niños tienen periodos de atención cortos y se aburren o se distraen con facilidad, por lo tanto, el tiempo para que evalúen una interfaz debe ser tan breve como sea posible. Al igual que un niño sin discapacidad, los NCDA solamente manejan el tiempo presente. Si deben esperar por largo rato, o hacer algo que les resulte tedioso, se corre el riesgo de que las pruebas fallen. Por ello se recomienda que las tareas sean breves y en lo posible, divertidas o absorbentes.

Estas observaciones surgieron durante las pruebas de usabilidad que se aplicaron mientras se desarrollaba el caso de estudio (Cruz et al., 2019), en donde se notó que los observadores tuvieron dificultades para interpretar las respuestas de los niños que participaron en las pruebas.

5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS A FUTURO

Se deben diseñar y desarrollar aplicaciones para personas con discapacidades físicas o intelectuales, que les permita utilizar y obtener los beneficios que ofrecen las tecnologías de la información. Para que estas interfaces sean útiles, deben desarrollarse de acuerdo a las limitantes de cada tipo de usuario, aún si eso implica desarrollar una aplicación para un único usuario. Para el caso de los NCDA, debe quedar claro que ellos viven en un mundo sin sonidos, lo que cambia su manera de percibir y de interpretar el entorno que los rodea. Cuando se trabaja con este grupo de usuarios, es necesario definir heurísticas de diseño que se ajusten a su perfil, ya que, como quedó de manifiesto en el caso de estudio expuesto en la sección 2, los estándares de facto no son adecuados para este tipo de usuarios. Esta falta de consideración fue la causa que motivó plantear las heurísticas de la sección 3, las cuales ya han probado su eficacia en la conclusión del caso de estudio que les dio origen. Sin embargo, para definir su ámbito de aplicación, estas deben probarse en otros desarrollos e investigaciones centradas en este tipo de usuarios. Para ello se plantea llevar a cabo el proyecto *Oraciones en LSM*, que consiste en desarrollar una base de palabras o corpus en LSM, que contenga los elementos lingüísticos necesarios, para que el avatar pueda expresar oraciones imperativas, exclamativas,

interrogativas, negativas, dubitativas y desiderativas, de tal manera que el usuario, al interactuar con el sistema, muestre qué tanto entiende las oraciones que el avatar ejecuta. Este proyecto utilizará como eje de desarrollo la metodología UCD y pondrá a prueba las guías de diseño que se han propuesto en este documento.

AGRADECIMIENTOS

Se reconoce y se agradece la colaboración de la maestra Dorisel Aguirre Ramírez en este trabajo. La maestra Dorisel Aguirre Ramírez es Lic. en educación especial, tiene una especialidad en audición y lenguaje y una maestría en sicopedagogía clínica. Ella también trabaja como maestra de LSM en diferentes instituciones educativas.

REFERENCIAS

- Cano, S., Collazos, C., Fardoun, H., Alhazzawi, D., y Albarakati, A. (2016, 07). Model based on learning needs of children with auditory impairment. , 9742, 324-334.
- Cano, S., Collazos, C. A., Aristizábal, L. F., González, C. S., y Moreira, F. (2017). Assessing user experience for serious games in auditory-verbal therapy for children with cochlear implant. In Á. Rocha, A. M. Correia, H. Adeli, L. P. Reis, y S. Costanzo (Eds.), *Recent advances in information systems and technologies* (pp. 861–871). Cham: Springer International Publishing.
- Cano, S., Muñoz-Arteaga, J., Collazos, C., y Bustos Amador, V. (2015, 09). Model for analysis of serious games for literacy in deaf children from a user experience approach. doi: 10.1145/2829875.2829885
- Cruz, G., Fernández, C., y Trujillo, F. (2018, 10). Estudio contextual y propuesta de interfaz para la práctica de la lengua de señas mexicana en la mixteca oaxaqueña. In U. A. de Yucatán (Ed.), *Recent advances in information systems and technologies* (pp. 12–23).
- Cruz, G., Fernández, C., y Trujillo, F. (2019). Desarrollo de una interfaz basada en la metodología de diseño centrada en el usuario para la práctica de la lengua de señas mexicana [Tesis de maestría]. Huajuapán de León, Oaxaca, México.

- Google Inc. (2019). *Material design*. <https://material.io/design/>. UEA. ([Online; accedido 2019-05-27])
- Hutter, L., y Lawrence, H. M. (2018, October). Promoting inclusive and accessible design in usability testing: A teaching case with users who are deaf. *Commun. Des. Q. Rev*, 6(2), 21–30. Retrieved from <http://doi.acm.org/10.1145/3282665.3282668> doi: 10.1145/3282665.3282668
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2013). *Las personas con discapacidad en México: Una visión al 2010*. México.
- Marcus, A. (2016, 01). Design, user experience, and usability: Design thinking and methods: 5th international conference, held as part of hci international 2016, Toronto, Canada, July 17–22, 2016, proceedings, part i. doi: 10.1007/978-3-319-40409-7
- Mich, O. (2009). Evaluation of software tools with deaf children. In *Proceedings of the 11 th international acm sigaccess conference on computers and accessibility* (pp. 235–236). New York, NY, USA: ACM. doi: 10.1145/1639642.1639692
- Michelle, T. C. Y. (2015). Developing deaf or hard of hearing children’s social and emotional skills through interactive experiences. In *Proceedings of the international hci and ux conference in Indonesia* (pp. 61–64). New York, NY, USA: ACM. Retrieved from <http://doi.acm.org/10.1145/2742032.2742041> doi: 10.1145/2742032.2742041
- Nielsen, J. (2012). *Usability 101: Introduction to usability*. <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>. UEA. ([Online; accedido 2017-05-18])
- Othman, M. K., Sulaiman, M. N. S., y Aman, S. (2018). Heuristic evaluation: Comparing generic and specific usability heuristics for identification of usability problems in a living museum mobile guide app. *Advances in HumanComputer Interaction, Volume 2018, Article ID 1518682, 13 pages*. Retrieved from <https://doi.org/10.1155/2018/1518682> doi: 10.1155/2018/1518682
- Wong, M., Khong, C., y Thwaites, H. (2012). Applied ux and ucd design process in interface design. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 51, 703 - 708. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812033666> (The World Conference on Design, Arts and Education (DAE-2012), May 1-3 2012, Antalya, Turkey) doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.228>
- Yeratziotis, A., y Zaphiris, P. (2017, 06). A heuristic evaluation for deaf web user experience (he4dwux). *International Journal of Human-Computer Interaction*, 34. doi:10.1080/10447318.2017.1339940

NOTAS BIOGRÁFICAS

Gerardo Cruz González. Es egresado de la escuela de Físico - Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) y tiene el grado de maestría en ciencias con especialidad en Ingeniería en Sistemas Computacionales otorgado por la Universidad de las Américas-Puebla. Ha laborado como profesor en la Facultad de Computación de la BUAP y en la Universidad Tecnológica de la Mixteca (UTM), en donde actualmente tiene el nombramiento de Profesor-Investigador de tiempo completo. En la UTM también ha sido jefe de la carrera de Ingeniería en computación y secretario de la División de Estudios de Posgrado. Su línea de investigación es la Interacción Humano-Computadora en el área de discapacidad auditiva.

Carlos Alberto Fernández y Fernández. Egresado de la Facultad de Informática de la Universidad Veracruzana, con una Maestría en Ciencias de la Computación en la Fundación Arturo Rosenblueth. Recibió el grado de Doctor en Ciencias de la Computación en la Universidad de Sheffield. Se encuentra adscrito al Instituto de Computación de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, del cual es director desde el año 2017. Ha sido coordinador de la Universidad Virtual y de la Maestría en en Sistemas Distribuidos. Trabaja dentro del área de Ingeniería de Software, particularmente en las líneas de modelado visual, métodos de desarrollo y especificación formal de software. Ha sido responsable del Cuerpo Académico de Ingeniería de Software en la UTM y miembro del Verification and Testing Research Group en la Universidad de Sheffield.

Felipe de Jesús Trujillo Romero. Es Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica por la Facultad de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica (FIMEE) de la Universidad de Guanajuato, es Maestro en Ingeniería Eléctrica Opción: Instrumentación y Sistemas Digitales por la Facultad de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica (FIMEE) de la Universidad de Guanajuato y es Doctor en Sistemas Informáticos por el Institut National Polytechnique de Touloluse. Actualmente labora en el Departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Guanajuato en Salamanca, Gto., México. Sus líneas de investigación son: Robótica Inteligente, Visión por computadora, Computación evolutiva, Graficas por computadora y Sistemas reconfigurables.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.