CAPITULO V

USABILIDAD DE UN SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE VOZ PARA PERSONAS EN CONDICIÓN DE DISCAPACIDAD MOTRIZ

Luis Guillermo Molero Suárez

Doctor en Ciencias Gerenciales. Unipanamericana Fundación Universitaria Panamericana. Avenida (Calle) 32 No. 17-30, Teusaquillo, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: lmolero@unipanamericana.edu.co. <https://orcid.org/0000-0002-4117-8273>

Geovanny Poveda

Magister en Servicios Telemática. Unipanamericana Fundación Universitaria Panamericana. Avenida (Calle) 32 No. 17-30, Teusaquillo, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: gpoveda@unipanamericana.edu.co.

Judeira Batista De Abreu

Doctora en Ciencias Gerenciales. Uniguajira, G47J+F7 Divisa, Riohacha, La Guajira, Colombia. Correo electrónico: jjbatista@uniguajira.edu.co. <https://orcid.org/0000-0002-5058-9373>.

Cesar Augusto Guerrero Mateus

Magister en Educación. Universidad de Cundinamarca Extensión Soacha. Diagonal 9 #4b-85. Bogotá, Soacha, Cundinamarca. Correo electrónico: caugustoguerrero@ucundinamarca.edu.co.

Juan Camilo Valencia Hurtado

Ingeniero en Telecomunicaciones. Unipanamericana Fundación Universitaria Panamericana Avenida (Calle) 32 No. 17-30, Teusaquillo, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: jcamilovalencia@unipanamericana.edu.co.

Resumen

El presente capítulo tuvo como propósito evaluar la usabilidad y experiencia de usuario de un sistema de reconocimiento de voz para personas en condición de discapacidad motriz. Metodológicamente, está orientada bajo el paradigma cualitativo a través de un estudio de caso de tipo transversal descriptiva con diseño de campo no experimental. Las categorías analizadas fueron: 1) Usabilidad de software, 2) Sistemas domóticos y 3) Discapacidad motriz. La revisión científica referente a la usabilidad del sistema domótico permitió definir

como instrumento de recolección de datos la prueba Escala de usabilidad del sistema (SUS) de Brooke, (1996) que permitió medir a través de un valor numérico único de entre 1 y 100 la usabilidad y experiencia de usuario del sistema de reconocimiento de voz en una muestra de cinco expertos en electrónica y telecomunicaciones, mostrando una puntuación de noventa y tres (93). Como conclusión se obtuvo, la eficaz funcionalidad del sistema de reconocimiento de voz y su capacidad para generar espacios de inclusión en ambientes que mejoren la calidad de vida del paciente con discapacidad motriz, sin embargo, se hace necesario optimizar la seguridad de este servicio.

Palabras clave: discapacidad motora, experiencia de usuario, sistema domótico, usabilidad.

USABILITY OF A RECOGNITION SYSTEM OF VOICE FOR PEOPLE IN CONDITION OF MOTOR DISABILITY

Abstract

The purpose of this chapter was to evaluate the usability and user experience of a voice recognition system for people with motor disabilities. Methodologically, it is oriented under the qualitative paradigm through a descriptive cross-sectional case study with a non-experimental field design. The analyzed categories were: 1) Software usability, 2) Home automation systems and 3) Motor disability. The scientific review regarding the usability of the home automation system allowed us to define as a data collection instrument the Brooke System Usability Scale (SUS) test, (1996) that allowed us to measure through a single numerical value between 1 and 100 the usability and user experience of the voice recognition system in a sample of five experts in electronics and telecommunications, showing a score of ninety-three (93). As a conclusion, the effective functionality of the voice recognition system and its ability to generate inclusion spaces in environments that improve the quality of life of the patient with motor disabilities were obtained, however, it is necessary to optimize the security of this service.

Keywords: home automation system, motor disability, usability, user experience.

Este capítulo es resultado de un proyecto de investigación intitulado “Desarrollo de Suite Interactiva con fines de rehabilitación para personas con movilidad reducida” que se encuentra ya finalizado.

Institución financiadora: Unipanamericana Fundación Universitaria Panamericana bajo el Código del Proyecto SIGP/Código entidad financiadora número PI242019.

Introducción

Los indicadores de usabilidad y experiencia de usuario (UX), posterior al diseño y despliegue de un sistema de software y/o hardware, atañe a lo más significativo al momento

de precisar la calidad que debe ser preponderante desde la óptica del usuario final, a manera de dar garantías referentes al éxito o fracaso del producto. Sobre este respecto, versan numerosos estudios, cuerpos de conocimiento y artefactos como los expuestos por Brooke, (1996), ISO/IEC 9241-11, (1998), ISO/IEC 9126-1, (2001), entre otros, que respaldan la teoría acerca de la importancia que tiene la satisfacción del cliente con respecto al producto final de software o hardware, tomando en consideración los elementos de Eficiencia, Efectividad y Satisfacción. Derivado de estas afirmaciones, se precisa el hecho de la pertinencia acerca de los usuarios quienes actúan en cada dominio de software, al respecto de atender a las pruebas de usabilidad y UX para recoger respuestas acertadas y pertinentes (Nielsen, 1993).

Es importante destacar, que no considerar estos indicadores de calidad al momento del despliegue de nuevas soluciones convencionales o no convencionales, podrían precipitar la iniciativa primaria del producto final, más aun, cuando se generan instrumentos novedosos que rompen el hilo de lo tradicional, lo que puede traer consigo la aversión a nuevos métodos, reticencia a las tecnologías, mala reingeniería de procesos que han sido trastocados por la transformación digital (Molero *et al.*, 2019), desde la cultura tecnológica, ingeniería de requerimientos mal levantados, entre una gran variedad de constantes negativas.

Es así, como el propósito de la investigación consiste en evaluar la usabilidad y experiencia de usuario de un sistema de reconocimiento de voz a escala para personas en condición de discapacidad motriz, con el fin, de optimizar la calidad de vida de este grupo social vulnerable y darles apertura a espacios inclusivos para el desempeño de diversas actividades desde una estrategia de transformación digital propiciando la cultura tecnológica.

Fundamentación teórica

Usabilidad de software

En términos generales, el valor de un producto lo determinan atributos de calidad muy específicos que son considerados desde la misma etapa de diseño, empero, son evaluados a través del cliente luego de su despliegue de cara a su satisfacción. Uno de estos atributos de calidad primarios corresponde a la usabilidad del producto, sea este un hardware especializado o un software, y permite medir su facilidad de uso y experiencia de usuario a fin de aplicar a posteriori los correctivos necesarios para generar óptimos estados de ejecución y el máximo valor desde la percepción del cliente en el aspecto operativo, lo que trae consigo, el éxito del desarrollo sistémico. En esa constante, se hace perentorio desplegar y contextualizar los constructos teóricos necesarios a fin de determinar el propósito que conlleva a la investigación, que concierne a evaluar la usabilidad y la experiencia de usuario de un sistema de reconocimiento de voz a escala para personas en condición de discapacidad motriz, dado que esta valoración será indispensable para el éxito o fracaso en el despliegue de esta alternativa tecnológica.

Acercas de la usabilidad, existe un notario compendio de normas internacionales que versan sobre esta temática, entre ellas: ISO/IEC 9241-11 (1998), ISO/IEC 25001 (2014), ISO/IEC 2502n (2014), ISO/IEC 2503n (2014), ISO/IEC 13407 (1999), ISO/IEC 14598-1 (1999) y los derivados en torno a ISO/IEC: WUEP, Mplus+a, WebQEM, WQM, QUIN, entre otros.

La norma ISO/IEC 9126-1, (citado por Molero *et al.*, 2019), refiere que “trata únicamente sobre el concepto de usabilidad en productos de software y establece las métricas para cada indicador de calidad de software en un sistema informático” (p.85). Asimismo, la norma fija cinco atributos (figura 1) y cinco propiedades (tabla 1), que debe tener un software para lograr un nivel óptimo de usabilidad. A saber:

Figura 1
Características de calidad interna/externa del software según la (ISO/IEC 9126-1, 2001)

Fuente: (ISO/IEC 9126-1, 2001).

Tabla 1
Propiedades de un software según (ISO/IEC 9126-1, 2001)

Propiedad	Descripción
Capacidad de ser entendido	Capacidad del usuario de entender las funcionalidades de un software para desempeñar tareas específicas para lo cual fue desarrollado y de obtener los resultados idóneos que den satisfacción a sus necesidades.
Capacidad de ser aprendido	Competencia del software de operar funcionalidades que consientan al usuario obtener conocimientos de la misma.
Capacidad de ser operado	Característica del software de poder ser operado y controlados a través del usuario.
Capacidad de atracción	Propiedad del software de ser atractivo e intuitivo para el usuario.
Cumplimiento de usabilidad	Es la correspondencia del software de manejar y operar de acuerdo con estándares, normas nacionales e internacionales, estilos, entre otros.

Fuente: elaboración propia (2019).

En adición Nielsen (1993), quien ha sido uno de los pioneros en Interacción Humano-Computador (HCI) expresa que el concepto se emplea de forma holística dentro de un sistema con los cuales un usuario podría interactuar, asimismo, abarca todos los procedimientos que lo convierte en determinante para la aceptación de un producto de software. En ese sentido, se hace indiscutible subrayar que para alcanzar un valor óptimo de cara al usuario final del producto es necesario ejecutar pruebas de calidad con respecto a la usabilidad y experiencia de usuario a razón de mitigar posibles errores de diseño, desarrollo y despliegue de este sistema domótico y en consecuencia, menguar la posible reticencia ante esta nueva solución que procura mejorar la calidad de vida de personas en condición de discapacidad motriz.

Por otra parte, el autor agrega que cada usuario tiene un dominio de software o hardware por lo cual, es menester prestar la debida atención enfatizando qué tipo de usuario hará una evaluación de calidad efectiva, pues, de situar al usuario incorrecto al momento de validar a través de un instrumento un producto, los resultados finales de la prueba no serán pertinentes para la optimización del sistema. En adición, establece un número óptimo de evaluadores para obtener como resultado pruebas oportunas, que según sus apreciaciones debe encontrarse entre un número de tres a cinco.

Con relación al método de evaluación existe en la actualidad una gama muy completa de pruebas de calidad que permiten el posterior análisis y validación de usabilidad y experiencia de usuario de un producto de hardware o software, entre ellos se encuentran la prueba Escala de usabilidad del sistema (SUS), inventario de medición de usabilidad de software, cuestionario para la satisfacción de la interacción del usuario, cuestionarios de satisfacción de usabilidad informática de IBM, el cuestionario posterior al escenario, entre otros.

Es así, que motivado a las numerosas evidencias científicas discurridas sobre la eficacia de los instrumentos de recolección de información para la captura y posterior análisis, la investigación hará uso de la encuesta denominada prueba Escala de usabilidad del sistema (SUS) de Brooke (1996), esto, por su connotación e importancia demostrada como instrumento de recolección de datos.

Sistemas domóticos

Los sistemas domóticos son un conglomerado de tecnologías de información y comunicaciones, que, a través de sistemas de control permiten acondicionar espacios dentro de una locación particular, operando sistemas de iluminación, gestión de energía, seguridad, gestión del confort, entre otros aplicativos, ofreciendo comodidad y versatilidad en estos espacios. De cara a lo anterior, Huidobro y Millán (2010), refieren:

La domótica se aplica a la ciencia y a los elementos desarrollados por ella que proporcionan algún nivel de automatización o automatismo dentro de la casa; pudiendo ser desde un simple temporizador para encender y apagar una luz o aparato a una hora determinada, hasta los más complejos sistemas capaces de interactuar con cualquier elemento eléctrico de la casa. La vivienda domótica es, por lo tanto, aquella que integra una serie de automatismos en materia de electrónica, electricidad, robótica, informática, y telecomunicaciones, con el objetivo de asegurar al usuario un aumento

de confort, de la seguridad, del ahorro energético, de las facilidades de comunicación, y de las posibilidades de entretenimiento. (p. 4)

Las tecnologías dispuestas para optimizar estos espacios generan niveles de confort y versatilidad idóneos que en ocasiones, superan por mucho las expectativas de los más exigentes. Este último atributo, es la base del estudio cuyo fundamento es ofrecer atmósferas inclusivas que mejoren la calidad de vida de las personas en condición de discapacidad motora a manera de otorgarle mayor independencia no solo dentro del hogar, sino también, con la posibilidad de acondicionar entornos de desarrollo laboral.

Por su parte, Rodríguez y Casa (2005), expresan que la domótica se traduce en el funcionamiento armonioso de tecnologías y sistemas fusionados para satisfacer una necesidad particular, tales como seguridad, comunicaciones y gestión de un entorno. (Junestrand *et al.*, 2005), en contraste, alude que el simple acople de tecnologías de información y comunicación en un ambiente no define el criterio de domótica, por el contrario, para considerarse la domótica como tal es necesario la inclusión de sistemas integrados y que sean interactivos.

En consideración a lo antes expuesto, se presenta un sistema de reconocimiento de voz para optimizar los espacios y mejorar la calidad de vida de personas con discapacidad manejado a través de un aplicativo móvil que permita gestionar de forma interactiva sistemas de luminarias y accesos.

Discapacidad motriz

Para Saavedra *et al.*, (2018), la discapacidad motriz se entiende como una alteración en la capacidad de movimiento que se puede exhibir en distintos grados afectando la función de desplazamiento o manipulación de una persona, efecto que lo limita dentro de su desarrollo personal o social. Esta discapacidad, puede derivar de eventos congénitos o adquiridos, esta última producto de lesiones, accidentes o enfermedades desarrolladas a lo largo de la vida lo que conlleva a afecciones que afectan el sistema musculoesquelético.

Metodología

La investigación gira en torno al paradigma cualitativo debido a que trata de identificar, básicamente, la naturaleza profunda de las realidades, su estructura dinámica, aquella que da razón plena de su comportamiento y manifestaciones (Martínez, 2004). Como complemento, Hernández, (2014) agrega que el paradigma cualitativo utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación.

Con respecto al tipo de investigación, corresponde a un estudio de caso en virtud de que a través de los procesos cuantitativos, cualitativos o mixtos; se analiza profundamente una unidad para responder al planteamiento del problema, probar hipótesis y desarrollar alguna teoría (Hernández *et al.*, 2010). Entre tanto, Gerring, (2004) define al estudio de caso como una investigación intensiva acerca de un fenómeno con la finalidad de comprenderlo

en profundidad. Este fenómeno se convierte en la unidad y puede ser una persona o una organización.

Por otra parte, la investigación se establecerá dentro del diseño no experimental, ya que no se llevarán a cabo procedimientos que infrinjan la realidad de los hechos estudiados, sino que, en la misma se interpretará el fenómeno de la variable en estudio bajo los preceptos lógicos y objetivos planteados por el investigador durante la recaudación de los datos en la consulta del encuestado.

Para Arias, (2006), el diseño de la investigación es la estrategia adoptada por el investigador para responder al problema planteado, es decir, el procedimiento concebido para obtener la información deseada. Sin embargo, el diseño señala al investigador lo que debe hacer para alcanzar sus objetivos de estudio, a fin de dar respuesta a las interrogantes de conocimiento planteado. Esta investigación es no experimental, ya que en ella no se manipulan las variables, es decir, no se pretende modificar la realidad actual de las variables usabilidad y sistema de reconocimiento de voz, ni tampoco los efectos de estas variables sobre los pacientes con discapacidad motriz.

De acuerdo con lo planteado por Hernández *et al.*, (2010), la investigación no experimental es la que se realiza sin manipular deliberadamente variables; es decir, se observa el fenómeno tal y como se da en su contexto natural, para poder analizarlos.

De las reflexiones anteriores, la investigación se clasificó dentro del tipo transeccional descriptiva, debido a que la recolección de los datos de interés para verificar la autenticidad de la información sobre las variables en estudio se establecerá según los criterios del investigador y en el lapso programado, para ello, Hernández, (2014) considera que estos estudios recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, teniendo como propósito describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Con este tipo de investigación, se pretende documentar en un solo momento, la usabilidad y experiencia de usuario de pacientes con discapacidad motriz con un sistema de reconocimiento de voz a escala. Esta experiencia, se medirá a través del cuestionario SUS que traducirá este ejercicio en una puntuación a través de la escala Likert empleada para respuestas de cinco niveles, sin embargo, el carácter de la información recogida será cualitativa, por cuanto da cuenta del comportamiento, actitudes, entre otras, que son cualidades del objeto observado.

En otro respecto, la presente investigación se suscribe como un diseño de campo, el cual persigue como fin obtener una descripción detallada del problema planteado, mediante la observación a través de un cuestionario en el sector objeto de estudio representando de forma directa hechos extraídos de la realidad del lugar, mediante fuentes referenciales de primera mano. (Arias, 2006), expone que la investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente en la realidad donde se generan los hechos, sin manipular o controlar variable alguna.

En relación con los aspectos planteados, esta investigación se presenta como de campo debido a que la misma persigue como fin obtener una descripción detallada del problema planteado considerando la observación en el lugar de estudio donde los datos serán extraídos directamente de la realidad, es decir en la usabilidad y experiencia de usuario de un sistema de reconocimiento de voz a escala para personas en condición de discapacidad motriz. Asimismo, el diseño es transeccional, según Hernández *et al.*, (2010), debido a que

se encargan de recolectar datos en un tiempo y momento único, su propósito es estudiar la variable y analizar su incidencia en un momento dado.

Por último, la presente investigación se sitúa como un diseño no experimental, en el cual los datos de interés para la investigación serán extraídos de fuentes primarias, es decir directamente de la realidad donde ocurre el fenómeno objeto de investigación, siendo en este particular el análisis de la variable, por su parte, Hernández et al., (2010) plantean que la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlo.

En consecuencia, el presente estudio pretende evaluar la usabilidad y experiencia de usuario de un sistema de reconocimiento de voz a escala para personas en condición de discapacidad motriz a través del cuestionario de SUS. Para ello se aplicara el instrumento a una muestra intencional de 2 profesionales de la ingeniería en electrónica y 3 de telecomunicaciones, con el fin de que den su opinión experta.

Instrumento

El instrumento seleccionado fue el cuestionario de SUS herramienta desarrollada por Brooke, (1996), que consiste en un cuestionario de diez preguntas que se fija bajo la escala de Likert de cinco niveles y provee a los especialistas de usabilidad y experiencia de usuario de cada dominio una forma práctica y rápida de evaluar estos elementos de calidad. En ese sentido, el sistema de puntuación de la prueba SUS se caracteriza por los siguientes elementos:

- SUS produce un solo número que representa una medida compuesta de la usabilidad general del sistema que se está estudiando.
- Tenga en cuenta que las puntuaciones para los elementos individuales no son significativas por sí mismas.
- Para calcular el puntaje del SUS, primero sume las contribuciones de puntaje de cada elemento. La contribución de puntaje de cada ítem variará de 0 a 4.
- Para los ítems 1, 3, 5, 7 y 9, el aporte de puntaje es la posición de escala menos 1.
- Para los ítems 2, 4, 6, 8 y 10, el aporte es 5 menos la posición de la escala.
- Multiplique la suma de los puntajes por 2.5 para obtener el valor general de SU.
- Los puntajes del SUS tienen un rango de 0 a 100.

Es así, como la puntuación total recogida por el cuestionario será a través de: usabilidad del sistema de reconocimiento de voz, complejidad del sistema de reconocimiento de voz, asistencia de un experto, funcionalidad, consistencia del sistema de reconocimiento de voz y confianza en el uso del sistema de reconocimiento de voz.

Población

Se hará uso de una muestra intencional que consta de 2 profesionales de la ingeniería en electrónica y 3 de telecomunicaciones.

Por otra parte, la investigación se establecerá dentro del diseño no experimental, ya que no se llevarán a cabo procedimientos que infrinjan la realidad de los hechos estudiados, sino que, en la misma se interpretará el fenómeno de la variable en estudio bajo los preceptos lógicos y objetivos planteados por el investigador durante la recaudación de los datos en la consulta del encuestado.

Para Arias, (2006), el diseño de la investigación es la estrategia adoptada por el investigador para responder al problema planteado, es decir, el procedimiento concebido para obtener la información deseada. Sin embargo, el diseño señala al investigador lo que debe hacer para alcanzar sus objetivos de estudio, a fin de dar respuesta a las interrogantes de conocimiento planteado. Esta investigación es no experimental, ya que en ella no se manipulan las variables, es decir, no se pretende modificar la realidad actual de las variables usabilidad y sistema de reconocimiento de voz, ni tampoco los efectos de estas variables sobre los pacientes con discapacidad motriz.

De acuerdo con lo planteado por Hernández *et al.*, (2010), la investigación no experimental es la que se realiza sin manipular deliberadamente variables; es decir, se observa el fenómeno tal y como se da en su contexto natural, para poder analizarlos.

De las reflexiones anteriores, la investigación se clasificó dentro del tipo transeccional descriptiva, debido a que la recolección de los datos de interés para verificar la autenticidad de la información sobre las variables en estudio se establecerá según los criterios del investigador y en el lapso programado, para ello, Hernández, (2014) considera que estos estudios recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, teniendo como propósito describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Con este tipo de investigación, se pretende documentar en un solo momento, la usabilidad y experiencia de usuario de pacientes con discapacidad motriz con un sistema de reconocimiento de voz a escala. Esta experiencia, se medirá a través del cuestionario SUS que traducirá este ejercicio en una puntuación a través de la escala Likert empleada para respuestas de cinco niveles, sin embargo, el carácter de la información recogida será cualitativa, por cuanto da cuenta del comportamiento, actitudes, entre otras, que son cualidades del objeto observado.

En otro respecto, la presente investigación se suscribe como un diseño de campo, el cual persigue como fin obtener una descripción detallada del problema planteado, mediante la observación a través de un cuestionario en el sector objeto de estudio representando de forma directa hechos extraídos de la realidad del lugar, mediante fuentes referenciales de primera mano. (Arias, 2006), expone que la investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente en la realidad donde se generan los hechos, sin manipular o controlar variable alguna.

En relación con los aspectos planteados, esta investigación se presenta como de campo debido a que la misma persigue como fin obtener una descripción detallada del problema planteado considerando la observación en el lugar de estudio donde los datos serán extraídos directamente de la realidad, es decir en la usabilidad y experiencia de usuario de

un sistema de reconocimiento de voz a escala para personas en condición de discapacidad motriz. Asimismo, el diseño es transeccional, según Hernández *et al.*, (2010), debido a que se encargan de recolectar datos en un tiempo y momento único, su propósito es estudiar la variable y analizar su incidencia en un momento dado.

Por último, la presente investigación se sitúa como un diseño no experimental, en el cual los datos de interés para la investigación serán extraídos de fuentes primarias, es decir directamente de la realidad donde ocurre el fenómeno objeto de investigación, siendo en este particular el análisis de la variable, por su parte, Hernández *et al.*, (2010) plantean que la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlo.

Resultados

A continuación, se muestra el despliegue de la aplicación “Prevoice”, software encargado de gestionar el funcionamiento del sistema de reconocimiento de voz para personas en condición de discapacidad motriz. Este software, opera en dispositivos smartphone o tabletas con sistema operativo “Android” versión 6 o superiores. Esta interfaz de usuario permite a través de comandos de voz tomar control de luminarias y accesos, implementando un sistema de respaldo en caso de perder comunicación inalámbrica con la red de datos. Asimismo, se presenta como una herramienta sencilla que permite lograr mayor independencia a través de espacios inclusivos, adecuados y sostenibles para una vida más digna.

Inicialmente, se mostrará la dinámica dentro de la aplicación para contextualizar sus funcionalidades y como paso siguiente, los resultados de la prueba aplicada a la población intencionalmente seleccionada.

Instalación de la App en el dispositivo móvil

Paso 1: Instalación de la Interfaz 3D móvil

Como primer paso (figura 2), el usuario se dispone a ubicar el archivo de la aplicación “Prevoice” en el lugar donde fue inicialmente copiada y procede a ejecutar la instalación haciendo “tap” sobre la mismo.

Una vez que se ejecuta el proceso de instalación en el dispositivo móvil haciendo “tap” sobre la pantalla, se hace la pregunta de si “¿Deseas instalar esta aplicación? No requiere accesos especiales”, mostrando los botones “Cancelar” e “Instalar”. Al hacer “tap” sobre “Instalar”, se inicia la instalación, tal y como se muestra en la figura 3:

Luego de concluir la instalación, el sistema informará que ya es posible hacer uso de la aplicación a través de un mensaje que puede ser similar al expuesto en la figura 4:

Figura 2

Ejecución de la aplicación.

Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 3

Ejecución de la instalación.

Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 4

Finalización de la instalación.

Fuente: elaboración propia (2019).

Funcionalidades de la Interfaz 3D móvil

Importante: Tenga en cuenta las siguientes recomendaciones para hacer uso adecuado de la aplicación PreVoice:

- La herramienta debe haberse instalado y personalizado previamente antes de usar.
- Únicamente se puede instalar la aplicación en dispositivos con sistema operativo Android en su versión 6 o superiores.
- La aplicación, funciona principalmente con reconocimiento de órdenes por voz, sin embargo, cuenta con un sistema de respaldo en caso de que falle el servicio.
- La aplicación requiere estar conectada a la misma red WIFI que el sistema domótico.

Menú Principal

A continuación, el usuario inicia la interacción con la “**Pantalla de inicio transitoria**” (figura 5), que muestra la identificación del software, junto con el signo distintivo “R3D Virtual” del proyecto. Posteriormente, luego de dos segundos, ingresa a la pantalla de “**Bienvenida**” (figura 6).

Seguidamente, la pantalla de “**Bienvenida**” (figura 6) muestra tres opciones: “**Iniciar**”, “**Información**” y “**Cerrar aplicación**”.

Figura 5

Pantalla de inicio transitorio

Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 6

Pantalla “Bienvenida”

Fuente: elaboración propia (2019)

Al presionar la opción “**Iniciar**”, el usuario ingresa al “**Menú de opciones**” (figura 7), si presiona la opción “**Información**” (figura 8), se mostrará una pantalla con especificaciones acerca de la usabilidad y beneficios de la aplicación, y finalmente, la opción “**Cerrar la aplicación**” permite finalizar la interacción con la herramienta. A continuación, se muestran las pantallas de “**Menú de opciones**” e “**Información**” respectivamente:

Figura 7

Pantalla “Menú de opciones”

Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 8

Pantalla de “Información”

Fuente: elaboración propia (2019).

Una vez el usuario se encuentre en la pantalla “**Menú de opciones**” (figura 7), se pueden visualizar tres diferentes opciones para la interacción con el entorno del usuario, la primera, “**Reconocimiento de voz**”, donde, al seleccionar esta opción, es redirigido al “**Menú sistema de reconocimiento de voz**”, (figura 9).

Figura 9

Pantalla “Menú sistema de reconocimiento de voz”

Fuente: elaboración propia (2019).

Aquí, se encuentran los siguientes botones:

Encender luminarias: al hacer “**tap**” sobre esta opción me despliega la pantalla “**Serie de funciones preestablecidas para Encender luminarias**” (figura 10):

Figura 10

Pantalla “Serie de funciones preestablecidas para Encender luminarias”

Fuente: elaboración propia (2019).

Apagar luminarias: al hacer “tap” sobre esta opción me despliega la pantalla “**Serie de funciones preestablecidas para Apagar luminarias**” (figura 11):

Abrir accesos: al hacer “tap” sobre esta opción me despliega la pantalla “**Serie de funciones preestablecidas para Abrir Accesos**” (figura 12):

Figura 11

Pantalla “Serie de funciones preestablecidas para Apagar luminarias”

Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 12

Pantalla “Serie de funciones preestablecidas para Abrir Accesos”

Fuente: elaboración propia (2019).

Cerrar accesos: al hacer “tap” sobre esta opción me despliega la pantalla “**Serie de funciones preestablecidas para Cerrar Accesos**” (figura 13):

Figura 13

Pantalla “Serie de funciones preestablecidas para Cerrar Accesos”

Fuente: elaboración propia (2019).

Para finalizar, la última opción del “**Menú de opciones**” (figura 7) es la pantalla “**Sistema de Respaldo**” (figura 14), el cual consta del siguiente menú:

Figura 14

Pantalla Sistema de Respaldo.

Fuente: elaboración propia (2019).

Demostración del Sistema de reconocimiento de voz

El menú “**Sistema de reconocimiento de voz**” (figura 9) permite al usuario conocer qué funciones puede realizar sobre el sistema domótico. Dentro de estas opciones se encuentran:

- Encender o Apagar luminarias.
- Abrir o Cerrar Accesos.
- Regresar.

Si se desea elegir alguna de estas opciones, se debe seleccionar y esperar la siguiente instrucción. En la figura 15, se puede observar el menú de opciones con respecto al sistema de reconocimiento de voz.

Figura 15

Pantalla Reconocimiento de voz

Fuente: elaboración propia (2019).

Interfaz para registro de audio (Serie de funciones preestablecidas).

Luego de seleccionar la opción de “**Encender luminarias**”, se activa la pantalla “**Serie de funciones preestablecidas**” (figura 16) que muestra un mensaje preguntando: ¿Qué desea encender?

Figura 16

Interfaz para registro de audio

Fuente: elaboración propia (2019).

Registro Audio

Para poder capturar el comando por voz (figura 17), se debe oprimir la parte central de la pantalla del teléfono inteligente o la tableta, donde se ubica el logo de “Google Assistant”. Luego esperar aproximadamente 2 segundos para que la herramienta analice el audio y envíe los resultados al hardware para la acción solicitada. Hay que recordar, que para todos los casos el proceso es el mismo únicamente varía el comando de voz.

Figura 17

Registro de Audio

Fuente: Elaboración propia (2019).

Sistema de respaldo

En el caso, donde el servicio de Google esté caído, la herramienta falle o se cuente con un problema en la voz y se dificulte el reconocimiento, se habilitó la opción adicional denominada “**Sistema de respaldo**”, el cual se puede apreciar en la figura 14.

Prueba SUS

A continuación y para efectos de la investigación que persigue el evaluar la usabilidad y experiencia de usuario de un sistema de reconocimiento de voz para personas en condición de discapacidad motriz, se mostraran los resultados concernientes a la prueba SUS aplicada a 2 expertos en electrónica y 3 expertos en telecomunicaciones a fin de determinar el valor único acerca de estos dos indicadores de calidad de software a través del despliegue de las funcionalidades del sistema domótico, considerando, la entrega máxima de valor para generar espacios de inclusión en ambientes que mejoren la calidad de vida del paciente con discapacidad motriz. Seguidamente, se presenta una muestra del cuestionario aplicado a los expertos:

Por favor responda las siguientes preguntas entre 1 y 5, siendo 1 total desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo:

- 1 Creo que usaría este sistema de reconocimiento de voz frecuentemente
R: _____
- 2 Encuentro este sistema de reconocimiento de voz innecesariamente compleja.
R: _____
- 3 Creo que este sistema de reconocimiento de voz fue fácil de usar.
R: _____
- 4 Creo que necesitaría ayuda de una persona con conocimientos técnicos para usar este sistema de reconocimiento de voz.
R: _____
- 5 Las funciones de este sistema de reconocimiento de voz están bien integradas.
R: _____
- 6 Creo que este sistema de reconocimiento de voz es muy inconsistente.
R: _____
- 7 Imagino que la mayoría de la gente aprendería a usar este sistema de reconocimiento de voz en forma muy rápida.
R: _____
- 8 Encuentro que este sistema de reconocimiento de voz es muy difícil de usar.
R: _____
- 9 Me siento confiado al usar este sistema de reconocimiento de voz.
R: _____
- 10 Necesité aprender muchas cosas antes de ser capaz de usar este sistema de reconocimiento de voz.
R: _____

Es preciso resaltar, la importancia en la selección de los expertos quienes desde sus dominios y amplia experticia en el área de la electrónica y las telecomunicaciones, que involucra el presente estudio, evaluaran las funcionalidades del sistema de reconocimiento de voz con la finalidad de ser pertinente y recoger con mayor precisión la información que permitirá evaluar la entrega de valor desde los indicadores de usabilidad y experiencia de usuario de acuerdo con los postulados de Nielsen (1993). En adición a lo anterior, una vez finalizado el cuestionario por parte de esta muestra intencionalmente seleccionada, se procedió de acuerdo con la prueba SUS de Brooke (1996), al cálculo de la puntuación final de cada indicador.

Tabla 2
Resultados prueba SUS

#	Pregunta	INGENIERO 1					INGENIERO 2					INGENIERO 3					INGENIERO 4					INGENIERO 5					
		Ponderación					Ponderación					Ponderación					Ponderación					Ponderación					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	Creo que usará este sistema de reconocimiento de voz			X					X					X					X						X		4
2	Encuentro este sistema de reconocimiento de voz innecesariamente compleja	X					X					X							X						X		4
3	Creo que este sistema de reconocimiento de voz fue fácil de usar			X					X					X					X						X		4
4	Creo que necesitará ayuda de una persona con conocimientos técnicos para usar este sistema de reconocimiento de voz	X					X					X							X					X			4
5	Las funciones de este sistema de reconocimiento de voz están bien			X					X					X					X						X		4
6	Creo que este sistema de reconocimiento de voz es muy inconsistente	X							X				X											X			4
7	Imagino que la mayoría de la gente aprenderá a usar este sistema de reconocimiento de voz en forma muy rápida.			X					X					X					X					X			4
8	Encuentro que este sistema de reconocimiento de voz muy difícil de usar	X					X					X							X					X			4
9	Me siento confiado al usar este sistema de reconocimiento de voz			X					X					X										X			2
10	Necesité aprender muchas cosas antes de ser capaz de usar este sistema de reconocimiento de voz.	X												X													1
Total		97,5					85					95					95					92,5					
Promedio		93,00																									

Fuente: elaboración propia (2019).

A continuación, se muestran el gráfico correspondiente a cada pregunta formulada

Figura 18

Ponderación a cada pregunta formulada

Fuente: elaboración propia (2019).

Tomando en consideración que el valor máximo ponderado en la prueba SUS es de 4 puntos en relación a cada pregunta formulada y observando el valor resultante de la muestra intencional de 93 puntos, se evidencia que los indicadores acerca de usabilidad y experiencia de usuario del sistema de reconocimiento de voz para personas en condición de discapacidad motriz expuso un coeficiente positivo en relación a la evaluación de las

funcionalidades de este sistema domótico por parte de los cinco expertos, logrando alcanzar los objetivos de la investigación. Sin embargo, es de especial interés revisar de forma exhaustiva los resultados ofrecidos con respecto a la pregunta “9” acerca de la seguridad del sistema domótico, donde no se obtuvo una puntuación deseable y señala lo imperativo de realizar los ajustes pertinentes y robustecer ese segmento del sistema.

Conclusiones

El desarrollo de la investigación logró evaluar la usabilidad y experiencia de usuario de un sistema de reconocimiento de voz para personas en condición de discapacidad motriz, con la finalidad de medir a través de un único coeficiente estos indicadores de calidad e implementar las posibles mejoras en el producto de cara a la satisfacción del usuario en términos de valor. Estas pruebas con coste subjetivo, pretendieron develar la efectividad y eficiencia en términos de uso y experiencia de usuario demostrando que el usuario tiene la posibilidad de ejecutar tareas automatizadas a través del sistema informático, y el mismo, de proveer un producto resultante de calidad.

En otro particular, la muestra intencional seleccionada para tal evaluación permitió desde el mismo dominio, en este caso, de electrónica y telecomunicaciones, obtener resultados relevantes con respecto a estos indicadores, subrayando el hecho de que a pesar de que el 90% de las preguntas obtuvieron la máxima puntuación lo que conllevó a obtener una coeficiente de 93, se hace imperativo redimensionar lo concerniente a la seguridad del sistema domótico para ofrecer un producto de la más alta calidad. Este objetivo, será tratado en posteriores investigaciones que hagan uso de la misma tecnología.

Como conclusión general se obtuvo, la correcta funcionalidad del sistema de reconocimiento de voz y su capacidad para generar espacios de inclusión en ambientes que mejoren la calidad de vida del paciente con discapacidad motriz, sin embargo, se recomienda capturar datos de retroalimentación producto del despliegue a escala real de la aplicación y considerando los aspectos en su seguridad, donde a través de la prueba SUS se obtendría nueva información que demuestre lo ostensible de este sistema a través de su correcta operatividad.

Referencias bibliográficas

- Arias, L. (2006). *Investigación Científica. Editorial, 2da Edición*. Mc Graw Hill.
- Brooke, J. (1996). SUS: A quick and dirty usability scale. En J. Brooke, & B. T. P. W. Jordan (Ed.), *Usability Evaluation in Industry* (págs. 189-195). ed USA: Taylor & Francis. doi:<https://doi.org/10.1201/9781498710411>
- Gerring, J. (2004). *What is a Case Study and What is it Good for? En American Political Science Review*. 05 de 05 de 2019, de [http:// www.ie.ufrj.br/hpp/intranet/pdfs/texto_3_-_aula_3.pdf](http://www.ie.ufrj.br/hpp/intranet/pdfs/texto_3_-_aula_3.pdf)
- Hernández, R. (2014a). *Metodología de la investigación*. México D.F: McGrawHill.

- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010b). *Metodología de la Investigación. 5ª edición*. México: Mc. Graw-Hill.
- Huidobro, J., y Millán, R. (2010). *Manual de Domótica*. España: Creaciones Copyright. <https://books.google.com.co/books?id=V6IzqqDcfF8C&printsec=frontcover&dq=domotica&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiP16iI67jnAhUo1IkKHUWyANgQ6AEIMTAB#v=onepage&q=domotica&f=false>
- ISO 13407. (1999). *ISO 13407:1999 Human-centred design processes for interactive systems*. ISO.
- ISO/IEC 14598-1. (1999). *ISO/IEC 14598-1:1999 Information technology — Software product evaluation — Part 1: General overview*. ISO/IEC.
- ISO/IEC 25001. (2014). *ISO/IEC 25001:2014 Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Planning and management*. ISO/IEC. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/64787.html>
- ISO/IEC 2502n. (2014). *ISO/IEC 2502n – División de Medición de Calidad*. ISO/IEC.
- ISO/IEC 2503n. (2014). *ISO/IEC 25030 - Quality requirements*. ISO/IEC.
- ISO/IEC 9126-1. (2001). *IEC 9126-1: Software Engineering-Product Quality-Part 1: Quality Model*. Switzerland: Geneva.
- ISO/IEC 9241-11. (1998). *9241-11. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)*. ISO/IEC.
- Junestrand, S., Passaret, X., y Vázquez, D. (2005). *Domótica y hogar digital*. Madrid, España: Thomson.
- Martínez, M. (2004). *Ciencia y arte en la metodología cualitativa*. México.
- Molero, L., Batista, J. y Puentes, M. (2019). *Transformación digital desde la cultura tecnológica en las instituciones de educación superior del estado zulia*. Consensus, Santiago de Chile, Chile.
- Molero, L., Díaz, P., Montenegro, J., Castiblanco, L. y Ruiz, J. (2019). *Usabilidad de interfaz 3D móvil desarrollada para HMD dirigida a usuarios con movilidad reducida*. En L. Molero Suárez, P. Díaz Montaña, J. Montenegro Romero, L. Castiblanco Rosero, & J. Ruiz Carrillo, Gamificación y discapacidad. Una alternativa socialmente responsable, Volumen I. Santa Ana de Coro, Venezuela: Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering vol. 1st edition*. San Diego, CA, USA: Academic Press.
- Rodríguez, A., y Casa, M. (2005). *Instalaciones Automatizadas en Viviendas y Edificios*. Marcombo.
- Saavedra, E., Durán, C., Escalera, M., Mora, B., Pacheco, A. y Pérez, M. (2018). *Discapacidad motora y Resiliencia en adultos*. En: A. D. Marengo-Escuderos. *Estudios del desarrollo humano y socioambiental*. Barranquilla, Colombia: Ediciones C.