

Evaluación de la usabilidad en aplicaciones domóticas móviles usando el método de recorrido cognitivo  
Evaluation of usability in mobile domotic applications using cognitive walkthrough method

Coronado Arjona, M.A.<sup>1</sup>, Bianchi Rosado, V. M.<sup>2</sup>,  
Vivas Burgos, J. A.<sup>3</sup>

<sup>123</sup> Instituto Tecnológico de Tizimín, Yucatán  
Km. 3.5 Carretera Final Aeropuerto Cupul  
<sup>1</sup>mcorarj@yahoo.com.mx, <sup>2</sup>bianchitkd@hotmail.com,  
<sup>3</sup>jvivas80@hotmail.com

Fecha de recepción: 26 de marzo 2017

Fecha de aceptación: 25 de abril 2017

**Resumen.** La domótica es un conjunto de tecnologías hardware y software que se utiliza en la automatización de los hogares. A través de un software llamado aplicación domótica, las personas pueden acceder a los electrodomésticos independientemente si están dentro o fuera del hogar.

La falta de aplicaciones que consideren las necesidades de la gente de la tercera edad, representa una problemática en el ámbito de acción de la domótica toda vez que la mayoría de los sistemas software están diseñados por gente joven y para gente joven [1], esto conlleva a que en muy pocas ocasiones sean tomadas en cuenta las características, necesidades y problemas de las personas de la tercera edad y consideradas en el diseño de aplicaciones que automaticen el hogar y por consecuencia no se alcancen los objetivos que la domótica promueve de proteger y facilitar la vida del adulto mayor. Considerándolos como población objetivo de este estudio, se optó por la evaluación de la usabilidad utilizando el método de recorrido cognitivo.

**Palabras clave:** Diseño Centrado en el Usuario, Interacción Humano-Computadora, Recorrido cognitivo, Usabilidad.

**Summary.** Domotics is a set of hardware and software technologies that is used in home automation. With software called domotics applications, people can access to appliances, regardless of whether they are at home or outside them.

The lack of applications that consider the needs of the elderly represents a problem in the field of domotics, since most software systems are designed by young people to young people. This means that the characteristics, needs and problems of the elderly are considered in very few occasions in the design of applications that automate the home. Consequently, the goals that domotics promotes to protect and facilitate the life of the elderly are not achieved. Considering them as the target population of this study, we chose the usability evaluation through the cognitive walkthrough method.

**Keywords:** User-Centered Design, Human-Computer Interaction, Cognitive Walkthrough, Usability.

## 1 Introducción

La automatización es el uso de máquinas o artefactos que respondan a instrucciones predeterminadas con el objetivo de ejecutar tareas en cualquier ámbito, sin la intervención del ser humano, pero ayudándolo a hacer más ágil y efectivo su trabajo.

De acuerdo a la Asociación Española de Domótica e Inmótica (CEDOM) [2], la domótica “es el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de la vivienda, que permite una gestión eficiente del uso de la energía, que aporta seguridad y confort, además de comunicación entre el usuario y el sistema”.

La automatización de las viviendas se logra definiendo un conjunto de actividades que los electrodomésticos deben realizar. La programación de estas tareas suele realizarse enviando mensajes a los electrodomésticos con la ayuda de hardware y software para tal propósito. Al software que se utiliza en la automatización de los hogares se le conoce como aplicación domótica y puede ejecutarse tanto en dispositivos móviles como en computadoras personales.

La CEDOM también afirma que la seguridad, la comodidad, el ahorro energético, la comunicación y el entretenimiento son los objetivos de la domótica. Pero también, deben ser aspectos a mejorar cuando se trata de usuarios de la tercera edad.

Para la Organización Mundial de la Salud (OMS), toda persona mayor de 60 años es considerada como adulto mayor, persona de edad avanzada o de la tercera edad. En un informe de la Organización de las Naciones Unidas del 25 de mayo de 2000, se pronosticó que en menos de 50 años la población mundial será

mayoritariamente de personas de más de 60 años. Para el 2050, las personas mayores de 60 años representarán el 21% de la población mundial y superarán por primera vez en la historia al número de jóvenes.

Debido a que en un futuro poco más de la quinta parte de la población mundial serán las personas de la tercera edad y considerando que durante el envejecimiento se presentan tanto problemas motores, como cognitivos y sensoriales [3] que pudieran afectar la interacción entre estas personas y las aplicaciones para automatizar sus hogares, será necesario contar con aplicaciones domóticas que sean fáciles de utilizar para alcanzar niveles aceptables en los objetivos planteados anteriormente por la CEDOM.

En este documento, se refleja cómo se realizó la evaluación a las interfaces de un prototipo de aplicación domótica móvil para personas de la tercera edad utilizando el método del recorrido cognitivo como herramienta para la medición de la usabilidad.

## 2 Aspectos generales

### 2.1 Domótica

La domótica es el conjunto de tecnologías hardware y software que permite automatizar los hogares y que aporta servicios tales como: ahorro energético, accesibilidad, seguridad, comodidad y comunicación. Dichos servicios, pueden estar integrados por medio de redes interiores o exteriores de comunicación, ya sean cableadas o inalámbricas, y cuyo control goza de cierta ubicuidad desde dentro y/o fuera del hogar [4].

Como se mencionó anteriormente, la domótica utiliza medios de transmisión cableados e inalámbricos para el envío de señales. Ejemplos de estos dos tipos son: la red de energía eléctrica, la fibra óptica, los medios infrarrojos y los de radiofrecuencias.

Los dispositivos emisores son aquellos que el usuario programa para que los electrodomésticos en el hogar realicen alguna tarea encomendada. En la figura 1, este equipo se encuentra representado con un microcontrolador S110215.

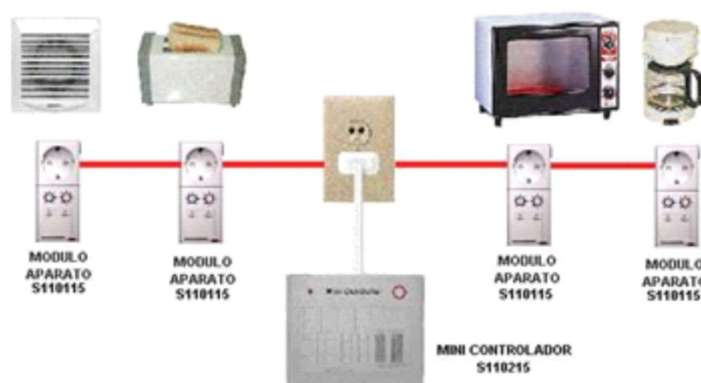


Figura 1. Dispositivos emisores y receptores utilizando la red eléctrica (obtenida de treki23.com)

Por otro lado, es necesario que cada electrodoméstico esté conectado directamente a dispositivo receptor el cual escucha y responde a las peticiones de encender, apagar, incrementar la luz de la lámpara o equipo que se desee controlar.

Uno de los estándares ampliamente utilizados por los dispositivos emisores-receptores domóticos es el protocolo X10. Este protocolo funciona enviando comandos a todos los módulos conectados a la red eléctrica. Cada módulo debe estar continuamente esperando órdenes y decidir si son para él. Para facilitar esa labor, cada orden X10 debe ir precedida por una dirección. Si la dirección de la orden concuerda con la del módulo, el módulo la ejecuta; en caso contrario, no la toma en cuenta y sigue esperando una que sea para él [5].

## 2.2 Interacción humano-computadora (IHC)

De acuerdo a Rouse [6], la interacción humano computadora es el estudio acerca de la interacción entre las personas y las computadoras; y hasta qué punto estas mismas máquinas están desarrolladas para una comunicación exitosa con los seres humanos.

Por otra parte, también es la disciplina encargada del estudio del intercambio de información mediante algún tipo de software y/o hardware entre los humanos y las computadoras [7]. De forma tal, que la comunicación entre las dos partes sea eficiente, lo cual significa que:

- Se minimicen los errores.
- Se incremente la satisfacción del usuario.
- Se disminuya la frustración referente al uso del dispositivo.
- Se hagan de manera más eficiente y productivas el trabajo de las personas.

Asimismo, a lo largo de la historia, expertos en el campo de la IHC han definido conocimientos básicos para un buen diseño con la esperanza de alcanzar los objetivos anteriormente planteados. Este conocimiento está establecido en forma de principios básicos, los cuales se enlistan a continuación [8]:

- Conocer al usuario.
- Comprender las tareas.
- Reducir la carga de memoria.
- Lograr la consistencia.
- Ayudar a los usuarios a recordar.
- Prevención de errores.
- Naturalidad.

## 2.3 Usabilidad

La usabilidad se refiere a la facilidad con la cual las personas pueden utilizar un sistema. Nielsen [9] afirma que son cinco los atributos relacionados con la usabilidad:

- Aprendizaje: el sistema debe ser fácil de aprender de manera que el usuario pueda, casi de inmediato, iniciar alguna actividad.
- Eficiencia: una vez que el usuario haya aprendido a utilizarlo, un alto nivel de productividad debe ser logrado.
- Memorabilidad: después de un cierto periodo de inactividad con el sistema, el usuario debe ser capaz de utilizarlo sin necesidad de aprender todo de nuevo.
- Errores: el sistema no debería ser demasiado propenso a errores y, en caso de que el sistema los presente, la recuperación después del fallo debe ser sencilla.
- Satisfacción: este atributo es subjetivo y determina qué tan satisfechos se encuentran los usuarios mientras interactúan con el sistema.

La usabilidad es el grado o medida en el que un producto puede ser usado por usuarios específicos para alcanzar con, efectividad, eficiencia y satisfacción; los objetivos especificados dentro de un contexto determinado [10]. La anterior, es también, la definición aceptada por la Organización de Estándares Internacionales (ISO) en la cual, se deja en claro que los tres elementos críticos son:

- Los usuarios: quienes utilizarán el producto.
- Sus objetivos: las tareas que están intentando realizar los usuarios con el producto.
- El contexto: dónde y cómo se utiliza el producto.

## 2.4 Diseño centrado en el usuario (DCU)

De acuerdo a Lowdermilk [11], el diseño centrado en el usuario emergió de la IHC y es una metodología de diseño de software para desarrolladores y diseñadores. Esencialmente, les ayuda a crear aplicaciones que reúnan las necesidades de los usuarios.

No debe confundirse con usabilidad puesto que son conceptos totalmente diferentes. La usabilidad, como ya se vio anteriormente, hacer referencia a la facilidad de uso de un sistema. Mientras tanto, el DCU es la metodología para construir esos sistemas con las características mencionadas por Nielsen en el anterior apartado.

El producto que se obtenga de esta metodología, debe reunir las necesidades de los usuarios. Para ello, los usuarios deberán ser incluidos en el proceso de diseño [12].

El diseño centrado en el usuario se divide en tres fases principales: análisis, diseño y evaluación.

## Fase 1. Análisis

La forma más sencilla de que un sistema falle es permitiendo que ésta incluya cualquier contenido. Para evitarlo, el objetivo de la aplicación debe ser establecido desde temprano a través de una serie de entrevistas o reuniones con los usuarios finales. Resultará fácil determinarlo cuando sea conocida la población de usuarios a la que va dirigida, a esto se le conoce como “definición de la audiencia”.

Una actividad fundamental para desarrollar un producto de calidad es entender quiénes son los usuarios, qué necesitan y documentar lo que se haya aprendido a través de las reuniones con ellos. Después de entrevistarlos, se realizará un perfil de usuario, es decir, una descripción detallada de sus atributos. Courage [13] define 3 tipos de usuarios y menciona cuáles son las características que se deben considerar al momento de desarrollar un perfil.

A continuación, se realiza el análisis de las tareas el cual es un proceso que consiste en examinar la manera en que las personas ejecutan sus actividades. Se indaga de manera profunda en las tareas y acciones que las personas emprenden, junto con el conocimiento que ellos necesitan para llevarlas a cabo y alcanzar un objetivo.

Posteriormente, se realiza el análisis de la arquitectura de la información [14] la cual la definen como:

- El diseño estructural de entornos de información compartidos.
- La combinación de organización, etiquetado, sistemas de búsquedas y navegación dentro de los sistemas.

En el análisis de la arquitectura se requiere establecer, para cada interfaz, grupos de elementos de información que estén muy bien definidos. Estos bloques o grupos pueden organizarse de forma alfabética, cronológica, geográfica, por tópico, por tarea, entre otros. A este tipo de sistemas se les conoce como esquemas de organización.

A partir de los grupos previos, se señalan las relaciones existentes entre ellos mismos utilizando estructuras secuenciales, jerárquicas o hipertextuales en el caso de sitios web. Es decir, se proporcionan los caminos primarios sobre los cuales los usuarios pueden recorrer y son denominados estructuras de organización.

Asimismo, la arquitectura de la información incluye el diseño de los siguientes sistemas:

- Navegación: sirven para ayudar a los usuarios a “moverse” dentro de la aplicación.
- Búsqueda: permiten indagar sobre determinado contenido.
- Etiquetado: consiste en describir los textos para las categorías, opciones, enlaces y otros elementos de la interfaz utilizando un lenguaje comprensible para los usuarios.

Por último, se realiza el análisis del flujo de trabajo [15] el cual consiste en identificar y visualizar las relaciones entre las diferentes tareas incluyendo: roles, puntos de decisión, puntos de interacción con el sistema, cambios de roles y, precisamente, el flujo entre las actividades. Una de las herramientas utilizadas en este análisis es el diagrama de flujo funcional.

## Fase 2. Diseño

El diseño es la etapa de definir un sistema con los suficientes detalles como para permitir su realización física. Esta etapa comprende el diseño de los wireframes, storyboards, metáforas y prototipos.

Los wireframes [16] (esquemas de pantalla) son un bosquejo de la ubicación de los elementos en la interfaz. Son realizados a mano alzada, utilizando trazos sencillos, cajas y líneas; no se proporcionan detalles estéticos.

Los storyboards [16] (guiones gráficos) son una serie de dibujos o imágenes que representan cómo una interfaz podría ser usada para completar una tarea en particular. A menudo, son desplegados en una pared mientras son usados para comprender el flujo de trabajo de los usuarios y cómo las interfaces darán soporte a cada paso.

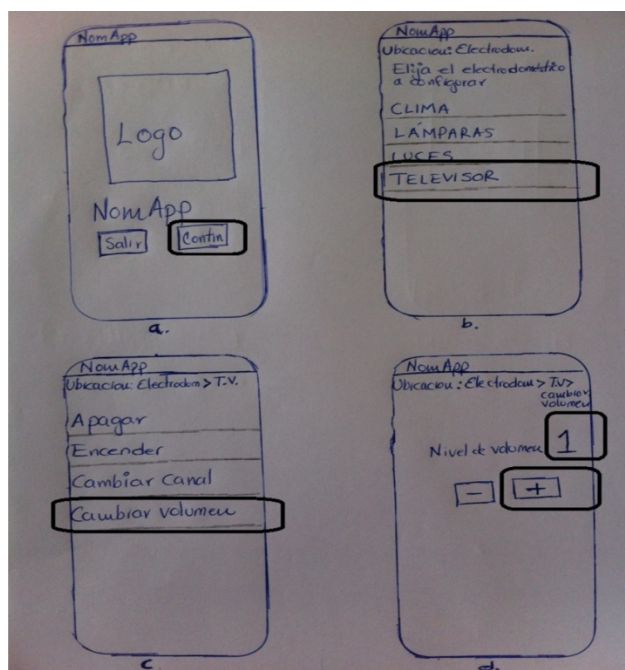


Figura 2. WireFrame de la aplicación domótica para aumentar el volumen al televisor

Las metáforas [12] son elementos dentro de la interfaz basados en objetos y conceptos de la vida diaria de los usuarios y pueden, algunas veces, asistirlos en el entendimiento de la estructura de la aplicación. Son una forma efectiva de comunicarse con comunidades de usuarios muy diversas. Metáforas como el ícono “carrito de compras” en una aplicación web son utilizados en el proceso de compras en línea.

Un prototipo [17] es “una técnica que involucra activamente a los usuarios en representar el funcionamiento de una interfaz de usuario”. Esta técnica permite ubicar las ideas dentro de un contexto para descubrir problemas o explorar nuevas direcciones. A su vez se clasifican en:

- Baja fidelidad: Los prototipos de baja fidelidad puede ser bocetos en papel o digitales pero con baja funcionalidad, de tal forma que, ésta pueda ser fingida a través de algún agente humano o pueden ser completamente estáticos. Los prototipos de baja fidelidad suelen ser de apariencia ordinaria.
- Alta fidelidad: Los prototipo de alta fidelidad son utilizados para refinar conceptos. Normalmente funcionan como debería hacerlo el producto final.

### Fase 3. Evaluación

Las pruebas de usabilidad no se enfocan en determinar si las tecnologías son funcionalmente correctas. Más bien, se centran en comprobar que las aplicaciones sean fáciles de utilizar. Las pruebas pueden ser realizadas por los usuarios que representan la población objetivo de la aplicación o por los expertos en diseño de interfaces y usabilidad. Existen diferentes métodos de evaluación que son empleados dependiendo del grupo de usuarios que vaya a realizar esta actividad [12].

## 2.5 Evaluación de la usabilidad

De manera general e independientemente de quiénes sean los evaluadores del sistema, el proceso de evaluación comprende las siguientes actividades: planificación de las pruebas (determinar número de evaluadores, selección del lugar para realizar las pruebas, seleccionar al personal que realizará las pruebas, entre otros), elaboración de las pruebas, reclutar a los evaluadores, realizar las pruebas de usabilidad, análisis de resultados y elaboración de informes.

El recorrido cognitivo es un método que se enfoca en evaluar la facilidad de aprendizaje de una aplicación o sistema, utilizando para ello, su prototipo. Consiste en solicitarle al usuario-evaluador que realice un conjunto de tareas mientras el grupo de expertos descubre áreas que podrían ser confusas, no claras o problemáticas. Las tareas a realizar con el prototipo deben ser representativas y se debe tener un entendimiento o comprensión total sobre quiénes son los usuarios finales.

Está basado en la teoría de aprendizaje por exploración, en que los usuarios infieren los pasos que deben seguir en la ejecución de determinadas tareas en el sistema. De esta forma, los usuarios no se apoyan en documentos de ayuda o manuales de uso al momento de enfrentarse a un sistema nuevo, sino que aprenden explorándolo.

Los pasos involucrados [18] en el recorrido cognitivo son los siguientes:

- Definición de los datos necesarios para realizar el recorrido: en esta etapa se determina cuáles son las tareas en común que realizan los usuarios objetivo y cuál es la secuencia exacta de acciones que se requiere para completar cada una de ellas.
- Recorrer las acciones: los usuarios interactúan con el sistema mientras que los expertos observan si se realiza correctamente cada una de las actividades.
- Documentar los resultados: se estudia si el diseño de la interfaz del sistema es correcto. Se presta especial atención en aquellas tareas que no se pudieron realizar o que fueron realizadas con dificultad, ya que éstas son las que entregan información sobre los problemas de usabilidad existentes.

Este tipo de pruebas de la usabilidad, es diferente a los grupos de enfoque (focus groups). En éstos últimos, varias personas son reunidas en un cuarto y se les solicita su opinión acerca de un producto. Por el contrario, una prueba de usabilidad, como lo es el recorrido cognitivo, involucra entrevistar a una o más personas mientras intentan utilizar un producto de acuerdo a tareas predefinidas.

Dado que un estudio cuantitativo involucra determinar respuestas a preguntas basadas en estadística, las pruebas de usabilidad son medidas cualitativas [19] porque implica la discusión del equipo siguiendo una evaluación de datos empíricos.

### 3 Metodología

En este apartado, se describirá cómo fue realizada la evaluación de la usabilidad a través del método “Recorrido Cognitivo” en dos prototipos de aplicación domótica:

Se diseñaron dos prototipos de una aplicación domótica móvil. El primer prototipo (ver figura 3) está realizado para que el usuario, primeramente seleccione el electrodoméstico que desea controlar, y después; elija la función (actividad o tarea) que desea llevar a cabo con el equipo optado.

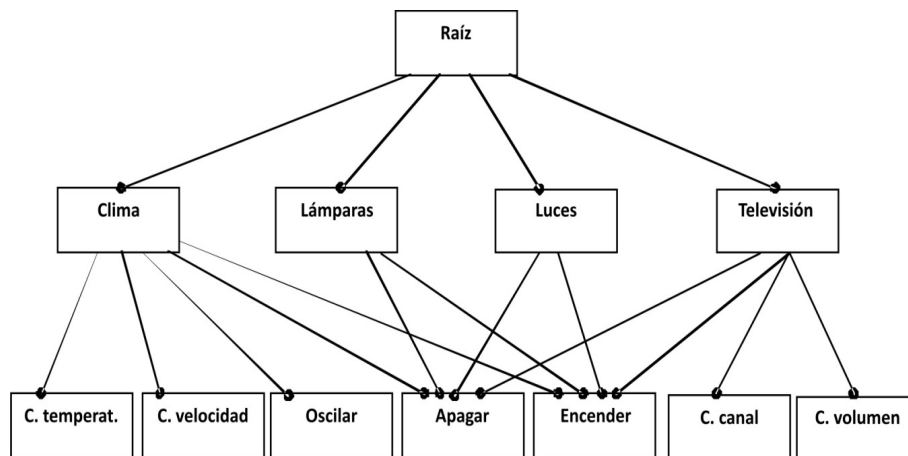


Figura 3. Jerarquía dispositivo-función del primer prototipo

En el segundo prototipo (ver figura 4), al inicio de la aplicación se le presenta al usuario la gama de funciones que se pueden realizar desde el móvil, y al final, la relación de electrodomésticos para que elija aquel que desee controlar y cuya función seleccionó al principio.

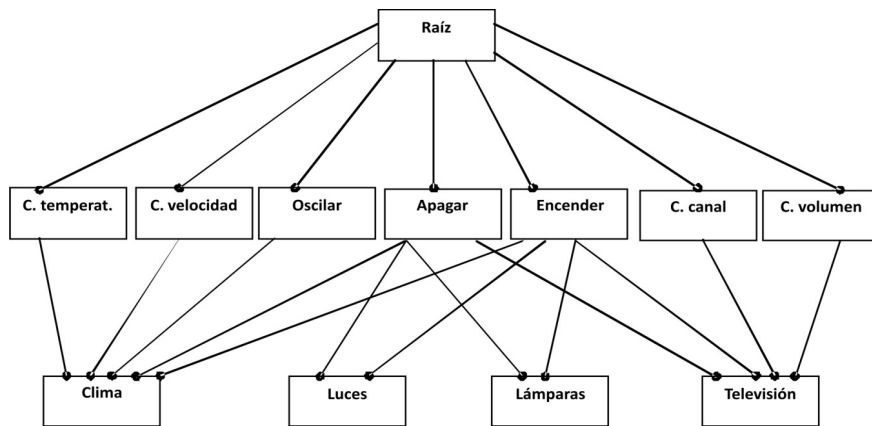


Figura 4. Jerarquía función-dispositivo del segundo prototipo

Se eligieron a cinco personas de la tercera edad para que evaluaran ambos prototipos, verificando previamente que éstos sean de las mismas características que los usuarios finales. Se les solicitó realizar tres tareas para observar cuáles eran los problemas o dificultades que tenían para concretarlas. Las actividades que se les pidió efectuar son: cambiar temperatura al clima, cambiar volumen al televisor y encender lámparas. La elección de éstas responde a que son las que más empleaban en el hogar los adultos mayores. Esta información fue obtenida a través de una encuesta.

A cada uno de los usuarios evaluadores se les dio a conocer el prototipo de aplicación domótica basado en la jerarquía dispositivo-función mostrándoles cómo realizar cada una de las actividades mencionadas en el anterior párrafo. Posteriormente, se les solicitó llevarlas a cabo mientras se observaba si dichas actividades las completaban o no, en qué tiempo, cuántos errores y de qué tipo. Para el registro de toda esta información, se diseñó una tabla (ver tabla 1) por cada una de las tareas a efectuar con los electrodomésticos.

Tabla 1. Registro de errores y tiempo consumido por actividad en el prototipo 1

	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD: AUMENTAR TEMPERATURA AL CLIMA				
	Realizó a la primera		ERRORES		Tiempo
Secuencia exacta de pasos:	SI	NO	Número	Tipos de errores	Segundos
Elegir opción "clima" dentro de la lista					
Seleccionar la opción "cambiar temperatura" dentro de la lista					
Desplazar el control Slider hacia la derecha para aumentar el clima o a la izquierda en caso contrario					
Presionar el botón de retroceso en el dispositivo móvil para llegar a la interfaz con las opciones de configuración del clima					
Presionar el botón de retroceso en el dispositivo móvil para llegar a la interfaz con la lista de electrodomésticos					

Tablas similares a la número uno fueron utilizadas para el resto de las actividades. Todas ellas diferían en la secuencia de pasos, pues esto depende del electrodoméstico elegido y la tarea que se desee realizar desde la aplicación.

En la tabla 2, pueden apreciarse la cantidad de errores cometidos por los cinco usuarios, tiempo promedio que llevó concretar las actividades y algunas observaciones realizadas para la mejora del prototipo basado en la jerarquía dispositivo-actividad.

**Tabla 2.** Resultados de la evaluación al prototipo 1

PROTOTIPO 1. DISPOSITIVO – ACTIVIDAD			
Actividad	Errores	Tiempo	Observaciones
1. Cambiar temperatura al clima	0	2 seg.	Funda protectora del móvil obstaculiza la actividad del Slider
2. Cambiar volumen al televisor	1	3 seg.	Botones de aumento y disminución se encuentran juntos
3. Encendido de lámparas	1	3 seg.	

La tabla 2 puede interpretarse de la siguiente manera: para la actividad 1 (cambiar temperatura al clima), los cinco usuarios no registraron un sólo error, mientras que el tiempo promedio para llevarla a cabo fue de dos segundos. Las otras dos actividades tuvieron un comportamiento similar, en ambas, fue cometido un error y el promedio para completarlas fue de tres segundos.

Un proceso similar fue realizado para el prototipo 2 basado en la jerarquía función-dispositivo: se les explicó el funcionamiento de las mismas actividades y, posteriormente, se verificó y asentó la información obtenida durante la interacción con el prototipo. Los resultados se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3.** Resultados de la evaluación al prototipo 2

PROTOTIPO 2. ACTIVIDAD – DISPOSITIVO			
Actividad	Errores	Tiempo	Observaciones
1. Cambiar temperatura al clima	0	1 seg.	Funda protectora del móvil obstaculiza la actividad del Slider
2. Cambiar volumen al televisor	0	1 seg.	Funda protectora del móvil obstaculiza la actividad
3. Encendido de lámparas	1	2 seg.	

Todos los usuarios coincidieron en que el segundo prototipo es más rápido pero prefieren el primero por las siguientes razones:

- Es más intuitivo.
- Es más sencillo de utilizar.
- Más fácil de entender.
- Cuando entra a la interfaz donde se localizan las opciones de configuración de los electrodomésticos, sabe en qué nivel de la estructura se encuentra.
- Las instrucciones son más claras.

Asimismo, los usuarios realizaron sugerencias sobre algunas de las interfaces con el objetivo de mejorar la aplicación:

- En la interfaz de inicio se encuentran muy juntos los botones salir y continuar lo que podría causar problemas de navegación.
- La funda protectora del dispositivo móvil dificulta interactuar con el Slider al momento de aumentar o disminuir la temperatura del clima.
- Pese a que el móvil cuenta con la función de retroceso, consideraron agregar un botón específico para retroceder a la interfaz previa.
- Los botones para cambiar la programación del televisor se encuentran juntos por lo que pueden haber dificultades para pasar de un canal a otro.

Se construyó un tercer prototipo para hacer más sencilla la selección del dispositivo y de las funciones. Este último prototipo, está basado en el primer esquema (dispositivo-actividad) ya que fue el que contó con más características del agrado de los participantes e incluye las sugerencias de mejora que los usuarios hicieron notar y de las observaciones recabadas durante la interacción con los dos prototipos.

Se realizó una última evaluación, pero en esta ocasión, para medir los mismos criterios en el tercer y último prototipo y compararlos con los resultados obtenidos del prototipo 1 (ver tabla 4).



#### 4 Análisis de resultados

Como puede observarse en la tabla 4, es evidente la desaparición de errores y la reducción del tiempo promedio que les llevó finalizar cada una de las actividades cuando utilizaron el prototipo final.

**Tabla 4.** Comparativo del tiempo consumido entre el prototipo 1 y el final

ACTIVIDAD	PROTOTIPO 1		PROTOTIPO 3	
	Tiempo	Errores	Tiempo	Errores
Cambiar temperatura al clima	2	0	2	0
Cambiar volumen al televisor	3	1	2	0
Encendido de lámparas	3	1	2	0

La tabla comparativa señala que, con respecto al prototipo 3, ningún usuario cometió algún tipo de error. Mientras que, para la actividad “cambiar temperatura al clima”, el tiempo promedio se mantuvo en dos segundos y en las demás actividades el tiempo para culminarlas, descendió hasta llegar también a los dos segundos. Cabe mencionar que para reducir tiempos de ejecución de las tareas, fue necesaria la incorporación de elementos gráficos (íconos) en lugar de etiquetas para una selección más rápida y disminuir en los usuarios la carga cognitiva.

El prototipo 3 cumple con los cinco atributos de la usabilidad descritos por Nielsen, ya que:

- Aprendizaje: Por sus comentarios, los usuarios encontraron en la jerarquía dispositivo-función unas interfaces sencillas de aprender.
- Eficiencia: Con el tercer prototipo, los 5 participantes concluyeron sus actividades de manera eficiente. Sin errores y logrando reducir el tiempo promedio en llevarlas a cabo.
- Errores: No se registraron errores durante la interacción con el prototipo 3.
- Memorabilidad: Después de explicarles el funcionamiento de la aplicación para la realización de 3 actividades, posteriormente y después de un lapso de tiempo, realizaron esas mismas tres tareas encomendadas sin ningún tipo de ayuda externa.
- Satisfacción: Los usuarios manifestaron sentirse a gusto y cómodos con el tercer prototipo basado en la jerarquía dispositivo-función.

#### 5 Conclusiones

Debido a las necesidades y limitaciones propias de las personas de la tercera edad, cualquier herramienta o dispositivo que utilicen para desempeñarse en la vida cotidiana, incluyendo el software, deben ser diseñados y desarrollados tomando en consideración los cinco atributos de la usabilidad expuestos en este documento. Por lo tanto, desarrollar un software con interfaces usables a través de una metodología como el diseño centrado en usuario, repercute en beneficios los cuales no son únicos para los usuarios finales al contar con un producto “cómodo”; sino también, para la empresa que lo desarrolla ya que un sistema que es fácil de utilizar se vende más.

Las aplicaciones domóticas son software, como es el caso de los prototipos desarrollados para este trabajo, y su propósito es facilitar la interacción entre las personas y los dispositivos del hogar, más aún si los usuarios padecen limitaciones físicas, lo que hace deseable, sino obligatorio involucrarlos en cada una de las etapas de la metodología elegida, especialmente en el análisis y diseño pero sobre todo en la evaluación de los prototipos. La técnica seleccionada y usada para realizar la evaluación de la usabilidad fue de tipo “recorrido cognitivo”. Esto permitió garantizar que no existieran desviaciones entre las etapas y mantener la facilidad de uso deseada además que permitió compara los prototipos entre sí.

Se desarrollaron dos prototipos, el 100% de los usuarios que participaron en las pruebas admiten que el prototipo 2 es más rápido pero que el primero es más intuitivo, lo cual les proporciona muchas facilidades de comprensión, uso y ubicación.

Al retroalimentar el diseño con las observaciones hechas por los usuarios participantes en la evaluación de la usabilidad se logró desarrollar el “Prototipo 3” que redujo el tiempo para ejecutar las tareas así como eliminó los errores cometidos por los usuarios en los prototipos predecesores lo que demuestra que si se considera al usuario final en las pruebas y diseño de las aplicaciones éstas incrementan su eficiencia y efectividad al contar con las características de usabilidad propuestas por Nielsen: Aprendizaje, Eficiencia, Errores, Memorabilidad, Satisfacción e impactando significativamente en el confort y calidad de vida de este grupo poblacional.

Se puede concluir que la evaluación de la usabilidad utilizando recorrido cognitivo permite desarrollar aplicaciones domóticas para personas de la tercera edad con alto grado de usabilidad.

## 6 Trabajos futuros

A continuación, se detalla una relación de actividades futuras en donde bien podrían aplicarse los conocimientos y habilidades generados en este proyecto:

- Automatización del encendido y apagado de luces en las aulas del Instituto Tecnológico de Tizimín (I.T.T.) utilizando sensores de movimiento.
- Implementación de la metodología diseño centrado en el usuario (DCU) en el desarrollo de una aplicación inmótica móvil para controlar el encendido y apagado de luces de las aulas en el I.T.T. utilizando tecnología Arduino.
- Estudio comparativo del ahorro energético entre utilizar sólo sensores de movimiento contra una aplicación inmótica móvil.
- Automatización de la unidad climatológica del I.T.T.
- Desarrollo de una aplicación móvil basada en principios de usabilidad para la recepción y registro de los datos de la unidad climatológica y su posterior envío al personal de la Comisión Nacional del Agua (CNA).
- Desarrollo de una aplicación móvil para controlar el sistema de riego del invernadero en el I.T.T. utilizando sensores Arduino para medir factores ambientales como humedad, temperatura, entre otros.

## Referencias

1. Santa María, L.: *Diseño web para la tercera edad: las distintas formas en que las personas mayores usan la tecnología*. <http://www.staffcreativa.pe/blog/disenio-web-para-la-tercera-edad/>. (2015). Accedido el 26 de agosto de 2016
2. CEMOD: *¿Qué es domótica?*. <http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>. (2015). Accedido el 26 de agosto de 2016
3. Borelli, B.: *Condición motriz y calidad de vida en adultos mayores*. [http://www.cienciared.com.ar/ra/usr/41/1184/calidaddevidauflo\\_n6pp69\\_81.pdf](http://www.cienciared.com.ar/ra/usr/41/1184/calidaddevidauflo_n6pp69_81.pdf). (s.f.) Accedido el 26 de agosto de 2016
4. Orghidan, R.: *Domótica*. <http://eia.udg.es/~radu/downloads/Domotica.pdf>. (s.f.) Accedido el 27 de agosto de 2016
5. Meyer, G.: *Un pie en la puerta*. Ruíz, V.; Fernández, R. (Ed). *Domótica. Los mejores trucos*. O'Reilly, pp. 35-47 (2005)
6. Rouse, M.: *IHC (Human-Computer Interaction)*. <http://searchsoftwarequality.techtarget.com/definition/IHC-human-computer-interaction>. (2005). Accedido el 26 de agosto de 2016
7. Pérez, S.: *Interfaces de usuario [Interacción Humano-Computadora]*. <http://computacion.cs.cinvestav.mx/~sperez/cursos/ui/Interaccion.pdf>. (s.f.). Accedido el 26 de agosto de 2016
8. Jounghyun, G.: *Introduction*. Taylor & Francis Group (Ed). *Human-Computer Interaction. Fundamental and Practice*. CRC-Press, pp. 1-10 (2015)
9. Nielsen, J.: *What is Usability?*. Academic Press (Ed). *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann, pp. 23-26 (1993)
10. Barnum, C.: *Establishing the essentials*. James, M. (Ed). *Usability Test Essentials. Ready, Set ... Test!*. Morgan Kaufmann, pp. 11-14 (2011)
11. Lowermilk, T.; *What is User-Centered Design*. Treseler, M. (Ed). *User-Centered Design*. O'Reilly, pp. 5-7 (2013)
12. Lazar, J.: *Introduction to User-Centered Design for the Web*. Jones and Bartlett Publishers (Ed). *User-Centered Web Development*. Jones and Bartlett Publishers, pp. 7-8, 70-71 (2001)
13. Courage, C.; Baxter, K.: *Before you choose an activity: learning about your product and users*. Card, S.; Grudin, J.; Nielsen, J.; Nielsen, N. (Ed). *Understanding Your Users*. Morgan Kaufmann, pp. 29-52 (2005)
14. James, J.; *The Structure Plane*. Nolan, M. (Ed). *The Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web and Beyond*. New Riders, pp. 81-98 (2011)

15. Arnowitz, J.; Arent, M.; Berger, N.: *Develop task flows and scenarios*. Card, S.; Grudin, J.; Nielsen, J.; Nielsen, N.: *Effective prototyping for software makers*. Morgan Kaufmann Publishers, pp. 51-72 (2007)
16. Snyder, C.: *Introduction*. Buehler, M. (Ed). *Paper Prototyping: The Fast and Easy Way to Define and Refine User Interfaces*. Morgan Kaufmann, pp. 13-15 (2003)
17. Ríos, D.: Diseño y evaluación de interfaces de usuario. *Komputer Sapiens*, Año 5, Vol. 3. pp. 17-21 (2013)
18. Solano, A.: *Metodología para la evaluación colaborativa de la usabilidad de sistemas software interactivos*. [http://www.unicauca.edu.co/doctoradoce/publicaciones/Anexos\\_Solano.pdf](http://www.unicauca.edu.co/doctoradoce/publicaciones/Anexos_Solano.pdf). Accedido el 30 de agosto de 2016
19. Weiss, S.: *Usability Testing*. John Wiley & Sons (Ed). *Handheld usability*. John Wiley & Sons, pp. 154-156 (2002)