

**DOMART: Diseño y prototipado de un sistema de objetos inteligentes que facilite la entrada y salida del hogar**  
*DOMART: Design and prototyping of smart connected objects that improve the entry and exit to the home.*

Emilio Bermúdez-Koumineva<sup>1</sup>, Marco A. Cantillo-Pérez<sup>2</sup>,  
Gloriana Montealegre-Aguilar<sup>3</sup>, Stephanie Rojas-Villafuerte<sup>4</sup>

Fecha de recepción: 10/06/2019

Fecha de aprobación: 19/09/2019

Emilio Bermúdez-Koumineva, Marco A. Cantillo-Pérez, Gloriana Montealegre-Aguilar, Stephanie Rojas-Villafuerte  
DOMART: Diseño y prototipado de un sistema de objetos inteligentes que facilite la entrada y salida del hogar  
Revista IDI+ Volumen 2 N°2. Enero - Junio 2020  
Pág 41-53

---

1. Emilio Bermúdez-Koumineva  
Correo electrónico: ebermudezk@estudiantec.cr  
Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial

2. Marco A. Cantillo-Pérez  
Correo electrónico: marco-50.000@hotmail.com  
Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial

3. Gloriana Montealegre-Aguilar  
Correo electrónico: glorimontealegrea@gmail.com  
Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial

4. Stephanie Rojas-Villafuerte  
Correo electrónico: sdrojas94@gmail.com  
Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial

Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Escuela de Diseño Industrial  
Cartago, Costa Rica.

## Resumen

En el marco del mercado actual, en donde la domótica y los productos inteligentes se han convertido en una tendencia con un fuerte crecimiento, se decide desarrollar un sistema de objetos inteligentes que faciliten tanto la salida como la entrada al hogar. Se realiza una investigación para determinar la población meta, familias de clase media, y se estudia el tamaño del mercado y sus características. Además, se definen los requisitos de diseño que buscan solventar las necesidades y problemas percibidos cuando se sale y se entra al hogar. Se genera un concepto de diseño: "Optimización inteligente". El concepto da forma a las propuestas, las cuales deben ser modernas, minimalistas y tecnológicas. Además, deben enfocarse en la necesidad principal del usuario, que es sentir seguridad al entrar y salir de su hogar. Una vez definida la mejor propuesta, a través de retroalimentación de posibles usuarios, se detalla la manufactura y se construye un prototipo funcional para su posterior validación con usuarios de la población meta.

## Palabras clave

Optimización; domótica; diseño para el hogar; sistema inteligente, internet de las cosas; hogar

## Abstract

In the current market scenario, where home automation and smart products have become a growing trend, it is decided to develop a system of smart connected objects that make the task of entering and exiting homes easier. Research is conducted to determine the target market, upper middle-class families, and the market size and its characteristics are carefully analyzed. Furthermore, the design requirements that seek to solve the needs and problems that occur when you enter and exit your home are defined. The design concept is specified as "Smart optimization". The concept allows for the design ideas to take shape as modern, minimalistic and technological. They should also focus on the user's main need, which is to feel safe while exiting or entering the home. Once the best proposal is chosen, through feedback from possible users, the manufacturing process is established, and the functional prototype is built for its further validation with users that belong to the target market.

## Key Words

Optimization; home automation; home design; smart connected objects; internet of things; home.

## Introducción

Una de las tareas diarias más comunes es entrar y salir del hogar. Dicha tarea se puede llegar a repetir varias veces al día, y pueden surgir diversos problemas que perturban este flujo de acciones, inclusive mientras se está fuera del hogar. De acuerdo con el estudio realizado como parte de esta investigación, los problemas más comunes son:

- Olvidar objetos en casa.
- Falta de iluminación al llegar de noche.
- Pérdida de llaves que imposibilita la entrada a la casa.
- No conocer quién llega a la casa.
- Llegar con muchos artículos en las manos.

Todos los eventos mencionados pueden perturbar el bienestar del usuario y retrasar el flujo de acciones de esta tarea diaria.

Debido a la cotidianidad y alcance de la tarea, el tamaño del mercado que se puede beneficiar es muy grande. De acuerdo con Hiscock (2016), la utilización de la domótica puede aumentar la intención de compra de una casa en un 81% entre personas jóvenes, y un 57% de usuarios norteamericanos expresaron que objetos de este tipo les ahorran tiempo. No solo existe una motivación particular de ahorro de tiempo, sino que la domótica es una sección del mercado de objetos inteligentes en auge. Según el reconocido sitio de negocios MarketWatch (2019), el mercado de la domótica experimentará un crecimiento del doble con respecto al 2015. Mientras que en el año 2016 tenía un valor de 39,93 billones de dólares, para finales de 2022 se espera que su valor incremente a 79,57 billones de dólares. Estos indicadores son sumamente positivos para un concepto que es relativamente joven.

Además, según el sitio Transparency Market Research (2019), este mercado será uno de los de mayor crecimiento durante la década por venir y entre algunos de los factores se le atribuye al aumento del alcance del internet y la rápida adopción de nuevas tecnologías por parte del público general.

En este contexto, en donde la domótica experimenta un crecimiento en el mercado, y el ahorro de tiempo es vital, el equipo llega a la conclusión de que es conveniente desarrollar un sistema de productos que esté orientado en este campo.

Como ya se mencionó, lo que se pretende con DOMART es ahorrar tiempo y acciones tediosas para el usuario. Para poder conseguirlo se toman en cuenta los problemas descritos anteriormente y se plantean los siguientes requisitos para el sistema inteligente, conformado por dos productos, una superficie estilo repisa y una puerta con cerrojo integrado. Estos deben:

- Tener un sistema de monitoreo que permita detectar la presencia de personas en el entorno en un ángulo de 150° para alertar por medio de SMS a los integrantes del hogar cualquier acción sospechosa.

- Propiciar una interacción ágil con la puerta, al reducir la interacción con esta y un cambio del paradigma tradicional de la llave.
- Emitir recordatorios con señales sonoras y visuales, además del aprovechamiento de las tecnologías de SMS.
- Iluminar la entrada mediante un sistema de luz por demanda para evitar accidentes.
- Ofrecer múltiples superficies para facilitar la colocación de diferentes tipos de objetos y proporcionar un sistema de recordatorios para no olvidar dichos objetos.
- Optar por un diseño compacto y neutro, para que encaje en la mayoría de entornos, pero con una apariencia tecnológica para que no sea confundido con un objeto tradicional.

Para cumplir con cada uno de estos requerimientos se incorporarán en el diseño funciones tanto tradicionales como inteligentes en ambos objetos del sistema, guiadas por el concepto “Optimización inteligente” que se detalla en la figura 1.

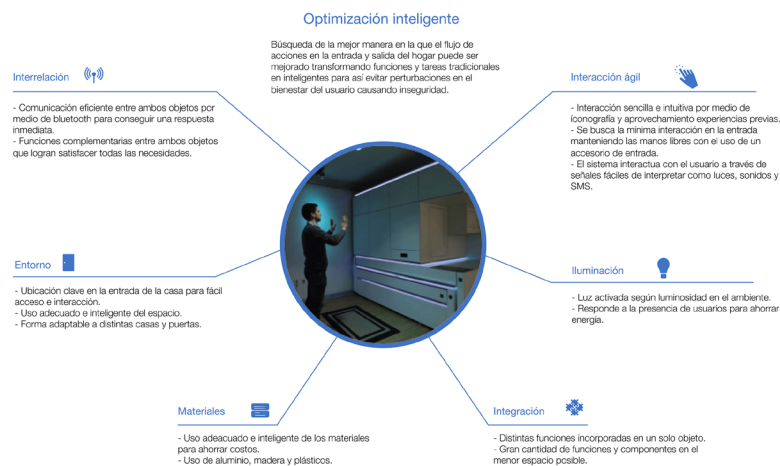


Figura 1. Concepto de Diseño de DOMART  
 Fuente: Elaboración propia.

## Método

Para el desarrollo del sistema de objetos se utilizó el proceso proyectual propuesto por la Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial (Araya-Rojas, Granados-Gómez, 2016). Este comprende seis etapas en las cuales se busca recolectar información del entorno y los usuarios, analizarla y generar conclusiones útiles para el desarrollo de las características formales, funcionales y de usabilidad de los productos. Se comprueba al final de cada etapa que los resultados concuerdan o satisfacen las necesidades iniciales. Estas etapas son:

## Investigación - Comprensión

### 1. Definición del problema

En esta etapa se define lo que es un objeto inteligente y su alcance en el mercado. Esto resulta fundamental para conocer el sector del mercado en el que se está enfocando la investigación. A partir de este conocimiento, se establece la población meta y el entorno de uso del sistema DOMART. Posteriormente, se define el tamaño del mercado utilizando datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), por medio del método de porcentajes recesivos. En este estudio se utilizan datos del quintil de clase media alta en el país, viviendas con acceso a internet y cantidad de habitantes en promedio por familia. Por último, se realiza un análisis de lo existente para conocer el paradigma actual del mercado.

### 2. Conceptualización de la idea

Esta etapa tiene como objetivo darle forma al sistema de objetos inteligentes y definir sus funciones.

Primero, se realiza una investigación etnográfica que permite conocer cuáles son aquellos problemas a los que los posibles usuarios se enfrentan durante la entrada y salida del hogar. Para ello se utiliza la observación como técnica de estudio. Dichos problemas se apuntan en *post it* y se agrupan por afinidad para definir cuatro grandes necesidades que el producto debe resolver: agilidad en la entrada y salida del hogar, iluminación, seguridad emocional y física, y organización. Estas cuatro grandes necesidades se clasificaron de acuerdo con la pirámide de Maslow (ver figura 2). Por su naturaleza emocional, estas necesidades se ubican dentro de la zona de seguridad, definiendo esta como la necesidad principal. Se definen los requisitos de diseño y se plantean múltiples soluciones que se colocan en una matriz morfológica para, finalmente, definir las funciones inteligentes de cada objeto. Como último paso, se validan los requerimientos con los usuarios a partir de una propuesta primaria de valor del producto.



Figura 2. Pirámide de Maslow

Fuente: Elaboración propia a partir de la pirámide de Maslow.

## Creación

### 3. Definición de las funciones

Esta etapa busca definir la funcionalidad de DOMART. Utilizando un diagrama de funciones, se definen las funciones principales y auxiliares de cada objeto. También resulta útil la creación de un diagrama de flujo y señales para verificar que no falte ninguna función. Posteriormente, se realiza un análisis tecnológico valiéndose de una matriz de selección, con criterios como el precio, la disponibilidad y la facilidad de programación, para elegir los componentes más apropiados. Este se complementa con un análisis de interacción para definir la manera óptima de interacción con DOMART. Como siguiente paso, se realiza un análisis comparativo de materiales y de posibles procesos de fabricación.

La información de funciones y análisis tecnológico se cruza en un diagrama de sistemas, subsistemas y partes para definir la arquitectura de los productos, lo cual da como resultado cinco funciones para la puerta y tres funciones para la repisa; estas tienen funciones auxiliares. Finalmente, se programan dichas funciones utilizando la interfaz de Arduinoy se validan con usuarios a través de entrevistas y pruebas de uso.

### 4. Definición de la forma

En esta fase, se definen la estética y la forma del producto. Se inicia definiendo el concepto de diseño, que en el caso de DOMART supone una etapa de iteración para depurarlo bien. Con el concepto definido, se procede a realizar un análisis perceptual completo para conocer los elementos que se deben colocar en DOMART. Este análisis consta de análisis semántico (en donde se definen los axiomas para los productos y una frase semántica), análisis topológico y análisis cromático de las propuestas ya existentes en el mercado. Posteriormente, se inicia con la búsqueda de soluciones a través de 10 bocetos, tomando en cuenta las conclusiones de las etapas anteriores y del análisis perceptual, para luego seleccionar una propuesta utilizando criterios definidos tanto por los requisitos de diseño como por el propio grupo de trabajo. Cada propuesta se evalúa mediante la técnica de objetivos ponderados, que consiste en que grupos de usuarios asignan puntajes basados en los requerimientos de cada una de las alternativas para seleccionar aquella con el puntaje más alto. Dicha propuesta escogida se depura para ser validada nuevamente con usuarios de la población meta, a través de entrevistas presenciales en donde se les solicita validar la propuesta utilizando los criterios ya establecidos.

## Experimentación - Concreción

### 5. Manufactura

En esta etapa se define la manufactura del producto, desde planos hasta el proceso de fabricación en forma de un cuaderno técnico. Para la creación de dicho cuaderno primero es necesario realizar un pequeño análisis ergonómico para la definición de altura de la zona de interacción de la puerta y la forma y tamaño de la manija. Para la repisa se toma en cuenta la importancia de un tamaño compacto, debido al entorno relativamente reducido que se suele poseer en la entrada del hogar. Dicho cuaderno cuenta con planos, *renders*, documentación electrónica que incluye el código de programación y la

definición de la manufactura del mueble, desde un punto de vista de costos, ensambles y estrategia de manufactura.

## 6. Validación del diseño

En esta última etapa, se valida el diseño de DOMART con grupos de usuarios meta. Para esto se elige una metodología de validación por entrevista, compuesta por descripción de la tarea, ejecución de esta, documentación de la observación, explicación de la tarea y recepción de comentarios por parte del sujeto de validación; todo esto se logra mediante el uso del prototipo construido. Durante la validación, se asignaron dos roles dentro del grupo de investigación: el moderador (encargado de explicarles la tarea a los usuarios) y el observador (encargado de tomar tiempos y añadir las respuestas a la encuesta). Posteriormente, estos datos fueron analizados partiendo de los resultados de la validación recogidos por la encuesta para finalmente concluir con cambios que debería tener el sistema en su conjunto.

## Resultados

En la etapa de definición del problema, se determina que DOMART está dirigido a una población que pertenece a la clase media alta con vivienda propia, no solo por contar con fácil acceso a la tecnología, sino también por formar parte de un mercado amplio y con posibilidades de adoptar soluciones que podrían ser consideradas invasivas, ya que implican cambios notables en la entrada de su vivienda. Esta población se enfrenta a ciertas dificultades como la falta de organización y ausencia de vigilancia en la entrada de su hogar, además de los inconvenientes que surgen al interactuar con la puerta al tener las manos ocupadas. Al analizar las estadísticas obtenidas del Instituto Nacional de Censos y Estadística (INEC), se determinó que el tamaño del mercado en Costa Rica es de alrededor de 1300 personas. Estas corresponden a jefes de hogar puesto que solo se compraría un producto por domicilio. Como conclusión de esta etapa, se identifica el problema a resolver, la creación de un sistema para facilitar la organización en la entrada y salida de la casa, que brinde confianza al usuario mientras está fuera.

En la etapa de conceptualización de la idea, se observa que los usuarios tienen cuatro grupos de necesidades importantes: agilidad y facilidad para abrir la puerta, iluminación, seguridad y organización. Cada una responde a diferentes problemas como olvidar objetos en casa, llegar con las manos muy ocupadas, poca luminosidad en la entrada, entre otros. Estas dificultades se relacionan con una necesidad en particular: sentirse seguro al entrar y salir del hogar. Esta necesidad se determina ubicando cada uno de los problemas en la pirámide de Maslow, en donde se observa que la mayoría pertenece al área de seguridad. En DOMART, la seguridad se define como la no perturbación del bienestar, la cual ocurre cada vez que sucede alguno de los contratiempos antes descritos. Para resolver dicho problema se define una serie de requisitos que se pueden observar en la figura 3.

Necesidad	Requerimientos	Requisitos	Tipo	Parámetros
Sentirse seguro al entrar y salir de la casa	1. Monitoreo	Visualización del entorno	I	Ángulo de visualización de 150°
				Sensor de proximidad 2m de distancia y tiempo de 10 s
	2. Aviso	Aviso de llamada a la puerta	D	Señal luminica 9.000 mcd
				Señal sonora 92-150 dB
	3. Interacción ágil con cerrojo y puerta	Interacción mínima con la puerta	D	Apertura en menos de 5 s
		Cambiar sistema convencional de llave	I	Sensor biométrico o señal inalámbrica
	4. Mantener la entrada limpia y seca	Espacio para objetos mojados o sucios	I	Espacio para zapatos de 40-45 cm <sup>2</sup> y sombrillas 1m x 20 cm
	5. Recordatorios	Emisión de una señal	D	Señal sonora 92 dB y texto legible a 50 cm de distancia
	6. Iluminación en la entrada	Fuente de luz por demanda (no fija)	I	Luz difusa de 500-900 lm
	7. Iluminación del cerrojo	Fuente de luz en el cerrojo	D	Luz de 300-500 lm
	8. Organización de objetos	Espacio fijo para llaves	D	A una altura de 1.30 m
Espacio de almacenamiento		D	A una altura de 1-1.5 m	
9. Personalización	Distribución y medidas personalizables	D	Modificar volumen y orientación de organizador	
	Reproductor de música	D	volumen de 90 dB	
	Color de fuente de luz	D	Opciones de colores RGB	
	Detección de un usuario	D	Identificador cifrado o un código	
	Aromatizador de ambiente	D	Expulsión de partículas por 1/2 s	

Figura 3. Requisitos de diseño de DOMART.

Fuente: Elaboración propia.

En esta misma etapa de conceptualización, se asignan las funciones inteligentes que cada grupo de objetos debe tener. En el caso de la puerta, se trata de un sistema de monitoreo, iluminación por demanda, reconocimiento de la presencia de personas y desbloqueo con un accesorio de entrada, mientras que le repisa debía cumplir las funciones de recordatorios con iluminación y sonido e iluminación por demanda en la noche al entrar. Se puede observar que algunos requisitos se quedan sin resolver y esto es porque en el camino se eliminan ciertas funciones, como el secador de sombrillas y la aromatización, por cuestiones de practicidad de realización y recursos, además de no considerarse indispensables para los usuarios.

Para la etapa de definición de funciones, se determinan todas las funciones que tiene que cumplir cada uno de los objetos, en esta ocasión tanto auxiliares como principales. En el caso de la puerta, debe monitorear el entorno, iluminar ante la presencia de una persona, reconocer los usuarios autorizados, su bloqueo o desbloqueo y emitir avisos bajo el estándar SMS en caso de actividad sospechosa. Para la repisa, se define que esta debe brindar almacenaje, luz en la entrada del usuario cuando es de noche y emitir recordatorios tanto visuales como sonoros. Ambos objetos deben ser capaces de comunicarse entre sí. Con las funciones, se seleccionan los componentes por comprar; algunos de los más importantes son los módulos HC-05 para una comunicación *bluetooth* entre objetos y los sensores RFID para el reconocimiento y desbloqueo en la superficie o repisa. Al analizar las interacciones, se concluye que debe incluirse un teclado como método alternativo de acceso, para que las personas fuera del núcleo familiar puedan ingresar sin problema a través de un código generado por el dueño de la casa. Los sensores RFID son comunes, pero la forma como se plantea en el proyecto es innovadora, ya que busca mayor agilidad al abrir la puerta con un accesorio. Este análisis también permite definir una pulsera como el accesorio más adecuado, debido a que logra liberar las manos y la persona lo puede utilizar cómodamente durante el día. Por último, se concretan como materiales adecuados la madera y el acrílico, lo anterior por sus amplias posibilidades de manufactura al disponer de las herramientas necesarias dentro de la Universidad y ser óptimos a nivel de producción industrial.



Como parte de la etapa de definición de la forma, se determina que su apariencia debe transmitir el concepto de *Wabi Sabi*, combinación de lo natural con lo sintético basado en el minimalismo, para el cual se define un *moodboard* (ver figura 4). Además, se desean transmitir ciertas características con cada objeto; en la puerta, una apariencia resistente e intuitiva para generar confianza en el usuario, mientras que en la repisa se busca un aspecto heterogéneo y minimalista que evite que el espacio luzca sobrecargado. Esta apariencia se puede observar en los renders de las figuras 5, 6 y 7.



Figura 4. Moodboard del concepto *Wabi Sabi*  
Fuente: Elaboración propia.

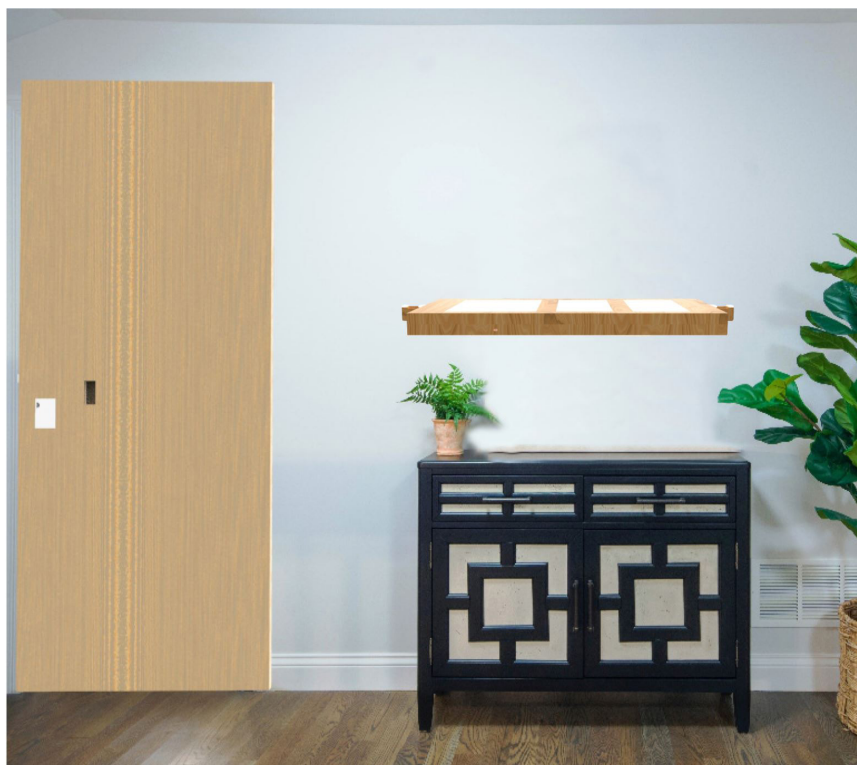


Figura 5. Render del sistema dentro  
Fuente: Elaboración propia.



Figura 6. Render de la puerta de la casa  
Fuente: Elaboración propia.

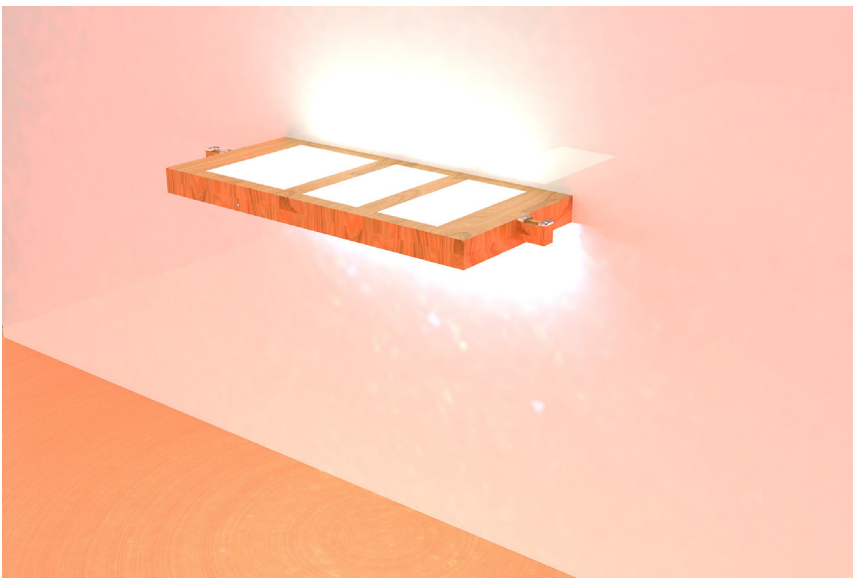


Figura 7. Render de la repisa  
Fuente: Elaboración propia.

El resultado de esta etapa es coherente con los análisis propuestos en la etapa anterior, dado que el contraste entre materiales se da de manera natural. El reto recae en la ubicación y disposición de los componentes para que no exista interferencia en el método propuesto de interacción con ambos objetos.

En la etapa de manufactura, se inicia con la construcción de los prototipos de ambos objetos. Durante esta etapa se toma la decisión de construir el prototipo de la puerta a escala 1:3, debido a la dificultad de transportar una puerta a escala real, y la cantidad de recursos que requiere su construcción. En esta fase, la estrategia de ensamble resulta clave, porque se deben armar los objetos con sus respectivos componentes internos hasta el final, debido a que estos se encuentran empotrados en los objetos. También, se toma la decisión de hacer un prototipo de la manija a tamaño real con el objetivo de probar la ergonomía para los usuarios.

Para la validación del diseño o etapa final se realizan múltiples entrevistas presenciales con los usuarios, en las cuales se les pide probar el prototipo construido. Consiste en ejecutar cinco tareas en las cuales se evalúa el tiempo de concreción y la tasa de éxito, la emoción predominante y la opinión del usuario con respecto a las funciones que se ponen a prueba con dicha tarea. De estas entrevistas, se concluye que las emociones predominantes en los usuarios al interactuar con los objetos son el asombro y la satisfacción. Esto es altamente positivo, puesto que se añade un componente emocional que aumenta el valor del producto. Además, la tasa de éxito en la concreción de tareas es mayor a un 85%, ya que la mayoría se completa en tiempos menores a 10 s.

En cuanto a aspectos negativos, la función que causa mayor confusión es la del teclado, porque para el momento de la validación este no emite alguna alerta de que se está introduciendo una combinación incorrecta, razón por la cual sería recomendable añadir sonido para esta tarea. Algunas observaciones también están orientadas al sonido de alerta de recordatorios de la repisa, que de acuerdo con los usuarios era bajo y no tan intuitivo la primera vez.

Pese a lo anterior, DOMART resulta ser un sistema que logra satisfacer a la mayoría de usuarios. Por lo tanto, como resultado del proceso de diseño, se obtiene un sistema de dos productos inteligentes tangibles, orientados a optimizar el flujo de tareas en la entrada y salida del hogar, que a fin de cuentas es lo que se buscaba alcanzar con el proyecto.

## Conclusiones

El sistema de objetos inteligentes DOMART logra satisfacer la necesidad principal: sentirse seguro al entrar y salir del hogar. Los requisitos del producto se delimitan para incluir los de mayor importancia para cumplir con la necesidad. Los que no son indispensables se eliminan para así poder enfocarse en los que tienen mayor valor agregado.

Durante el desarrollo del prototipo, el equipo logra adquirir experiencia con el trabajo en madera, además conocimientos básicos en la elaboración de circuitos eléctricos. Se extiende la recomendación de soldar el sistema eléctrico con tiempo de antelación, puesto que se encontraron diversas dificultades al momento de hacerlo, como cuando algunos componentes dejaron de funcionar correctamente.

Pese a dicho contratiempo, se obtiene un prototipo (figuras 8 y 9) que, según los posibles usuarios, cumple la mayoría de funciones y tiene una estética acorde a sus necesidades y al concepto de diseño, percibiéndose como moderno, minimalista y tecnológico.

Durante las validaciones, la tasa de éxito de ejecución de las tareas es bastante alta, porque se consigue un sistema simple y fácil de usar debido a las interfaces sencillas para el usuario. En este ámbito, se hacen observaciones con respecto a la superficie, puesto que no se considera tan intuitiva con el sistema de recordatorios (por lo que se podría haber utilizado iconografía). Sin embargo, una vez se ha realizado la tarea, la funcionalidad fue considerada buena. La función que recibió valoraciones negativas fue la del teclado, por la falta de avisos de intentos incorrectos. Dicha observación se puede corregir

fácilmente colocando un sistema de alertas sonoras e iluminación que responda al tocar una tecla.

En general, de la validación se observa que los puntos negativos son mínimos comparados con el nivel de satisfacción, la tasa de éxito de realización de tareas y las emociones positivas generadas por DOMART. Por esto, se considera que el resultado es satisfactorio para el equipo de trabajo.



Figura 8. Puerta final  
Fuente: Elaboración propia.



Figura 9. Repisa final  
Fuente: Elaboración propia.

## Referencias

- Araya-Rojas, L. C., y Granados-Gómez, D. (2016). *Experiencia de aplicación del design thinking al curso de métodos de desarrollo de productos*. Recuperado de <http://memoriascimted.com/wp-content/uploads/2016/02/memorias-cimted-version-completa-2016.pdf>
- Hiscock, K. (2016). How Has Smart Home Technology Impacted Real State? [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://www.rochesterrealestateblog.com/smart-home-technology-impacted-real-estate/>
- MarketWatch. (2019). *Home Automation Market Demand Analysis Report by 2024*. Recuperado de <https://www.marketwatch.com/press-release/home-automation-market-demand-analysis-report-by-2024-2019-02-11>
- Transparency Market Research. (2018). *Home Automation Market*. Recuperado de <https://www.transparencymarketresearch.com/home-automation-market.html>

## Bibliografía

- Araya-Rojas, L. (2019). *Etapa 1: Definiendo la forma* [PDF]. Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
- Araya-Rojas, L. (2019). *Etapa 2: Conceptualizando la idea* [PDF]. Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
- Araya-Rojas, L. (2019). *Etapa 3: Definiendo la funcionalidad* [PDF]. Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
- Araya-Rojas, L. (2019). *Etapa 4: Definiendo la forma* [PDF]. Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2018). *Costa Rica en cifras*. Recuperado de <http://www.inec.go.cr/sites/default/files/documetos-biblioteca-virtual/recostaricaencifras2018.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2019). *Estadísticas demográficas. 2011-2050. Proyecciones nacionales. Población por años calendario, según sexo y grupos especiales de edades*. Recuperado de <http://www.inec.go.cr/poblacion/estimaciones-y-proyecciones-de-poblacion>.