

**Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada, Baja California**



**Programa de Posgrado en Ciencias
en Ciencias en Computación**

**Pantallas ambientales para el monitoreo
nocturno de adultos mayores**

Tesis
para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
Maestro en Ciencias

Presenta:

Carlos Armando Alemán Magdaleno

Ensenada, Baja California, México
2016

Tesis defendida por
Carlos Armando Alemán Magdaleno

y aprobada por el siguiente Comité

Firma

Doctor Jesús Favela Vara
Director de tesis

Dra. Ana Isabel Martínez García

Dra. Layla Michán Aguirre

Dra. Rufina Hernández-Martínez



Dr. Jesús Favela Vara

Coordinador del Posgrado en Ciencias de la
Computación

Dra. Rufina Hernández Martínez

Directora de Estudios de Posgrado

Carlos Armando Alemán Magdaleno © 2016

Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor y director de la tesis.

Resumen de la tesis que presenta **Carlos Armando Alemán Magdaleno** como requisito parcial para la obtención del grado de **Maestro** en Ciencias en **Ciencias Computacionales**.

Pantallas ambientales para el monitoreo nocturno de adultos mayores

Resumen aprobado por:

Dr. Jesús Favela Vara
Director de tesis

Las pantallas ambientales son dispositivos inteligentes que de manera periférica, proporcionan al usuario conciencia de un evento o situación que pudiera ser importante pero no crítico. Un evento de esta índole es el monitoreo del sueño de adultos mayores con demencia. Las personas con demencia con frecuencia exhiben comportamientos erráticos en la noche, como despertarse frecuentemente y deambulación. Esto provoca una carga importante de trabajo a los cuidadores que los monitorean. En esta tesis, se propone el uso de pantallas ambientales para los cuidadores de una residencia geriátrica a fin de que tomen conciencia sobre el sueño de los residentes con demencia. A partir de un análisis etnográfico se derivaron conceptos de diseño y escenarios de aplicación. Los resultados se validaron con los cuidadores de dos residencias geriátricas. Con base en estos resultados, se implementaron dos prototipos de pantallas ambientales para evaluar en una residencia geriátrica. Los dos prototipos fueron evaluados a lo largo de 10 noches de monitoreo con cinco cuidadores y cuatro residentes. Una de las pantallas ambientales implementadas hace uso de estímulos auditivos, mientras que la segunda utiliza percepción háptica como canal de información. A pesar de que durante la evaluación las dos pantallas ambientales recibieron buenos comentarios por parte de los cuidadores, la pantalla ambiental auditiva permitió un mejor conocimiento de los eventos, por lo tanto, mejores resultados en los tiempos de respuesta; sin embargo la pantalla háptica fue percibida como más notable.

Palabras clave: Pantallas ambientales, cómputo consciente del contexto, inteligencia ambiental, monitoreo de adultos mayores, demencia

Abstract of the thesis presented by **Carlos Armando Alemán Magdaleno** as a partial requirement to obtain the **Master** of Science degree in Computer Science.

Ambient displays as night monitoring aids for caregivers of patients with dementia

Abstract approved by:

PhD. Jesús Favela Vara
Thesis Director

Ambient displays provide peripheral awareness of an event or situation that might be important but not critical. One such situation is monitoring the sleep of older adults with dementia. People with dementia frequently exhibit problematic behaviors at night, such as waking up often, wandering, etc. This causes significant burden to caregivers. In this thesis the use of ambient displays for caregivers in a geriatric residence to be aware of the sleep of people with dementia is proposed. Results of an evaluation conducted in a geriatric residence to determine potential applications of two prototype ambient displays are reported. From an ethnographic analysis design insights and application scenarios were derived. Results were validated with caregivers who work in two geriatric residences. From these results, two ambient displays were developed to evaluate them in a geriatric residency with five caregivers and four older adults for ten nights. One ambient display is based on auditory stimulus and the other on haptic perception. Although during the evaluation both ambient displays were highly praised by the caregivers, the auditory ambient display allowed for better awareness of events, hence better results response times even though the haptic display was more noticeable.

Keywords: Ambient Displays, context aware computing, ambient intelligence, elderly monitoring, dementia

Dedicatoria

Agradecimientos

Tabla de contenido

	Página
Resumen en español.....	ii
Resumen en inglés.....	iii
Dedicatorias.....	iv
Agradecimientos.....	v
Lista de Figuras.....	ix
Lista de tablas.....	x
Capítulo 1. Introducción	
1.1 Introducción.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específico.....	4
1.4 Metodología.....	4
1.5 Organización de la tesis.....	6
Capítulo 2. Marco Teórico	
2.1 Introducción.....	7
2.2 Cómputo Consciente del contexto.....	8
2.3 Sueño y tecnología.....	9
2.4 Pantallas Ambientales.....	12
2.5 Cuidado de adultos mayores.....	14
Capítulo 3. Caso de Estudio	
3.1 Introducción.....	16
3.2 Diseño del estudio.....	16
3.3 Análisis de datos.....	20
3.4 Resultados.....	21
3.5 Resumen.....	27
Capítulo 4. Diseño	

4.1	Introducción.....	28
4.2	Ideas de diseño.....	28
4.3	Evaluación de personas y escenarios.....	32
4.4	Resumen.....	39
Capítulo 5. Implementación		
5.1	Introducción.....	41
5.2	Arquitectura.....	41
5.3	Sistema de sensado.....	42
5.4	Pantallas ambientales.....	45
5.5	Servidor.....	48
5.6	Resumen.....	48
Capítulo 6. Evaluación y resultados		
6.1	Introducción.....	49
6.2	Objetivos.....	49
6.3	Metodología.....	49
6.4	Definición del problema.....	50
6.5	Diseño de la evaluación.....	51
6.6	Análisis de resultados.....	65
6.7	Resumen.....	76
Capítulo 7. Conclusiones		
7.1	Aportaciones.....	77
7.2	Trabajo futuro.....	78
	Literatura citada.....	79
	Anexos.....	83

Lista de Figuras

Figura		Página
1	Metodología.....	6
2	Ejemplos de pantallas ambientales.....	15
3	Pantallas ambientales en centros comerciales.....	16
4	Mapa de la residencia 1.....	20
5	Diagrama de afinidad.....	23
6	Residentes descansando.....	24
7	Itinerario de cuidadores.....	25
8	Ideas de diseño.....	33
9	Arquitectura.....	46
10	Tapete inteligente.....	48
11	Interfaz de app móvil.....	49
12	Reloj háptico.....	52
13	Equipo de sonido.....	53
14	Servidor.....	53
15	Metodología de evaluación.....	56
16	Instalación de tapete.....	59
17	Mapa de la residencia 2.....	60
18	Generación de eventos.....	61
19	Residente provoca falso positivo.....	66
20	Distribución de eventos.....	81
21	Noches participadas por cuidador.....	82
22	Eventos por cuidador por noche.....	82

Lista de tablas

Tabla		Página
1	Especialistas entrevistados	22
2	Stakeholders entrevistados en el caso de estudio	38
3	Participantes de la evaluación	58
4	Asignación de residentes a código morse y sonidos	62
5	Descripción de eventos sensados	67
6	Relación evento - cuidador	71
7	Eventos no reales	81

Capítulo 1. Introducción

1.1 Introducción

El sensado a través del cómputo ubicuo hace factible medir distintos parámetros fisiológicos que nos permiten estudiar y entender diferentes procesos biológicos como el sueño. Por medio de este sensado podemos interpretar los diferentes parámetros biológicos y de comportamiento asociados a la calidad del sueño. Existen muchas formas de realizar este sensado. En el área clínica se realizan estudios de poligrafía y de polisomnografía. En el área de cómputo, se puede realizar por medio del uso de distintos sensores como cámaras, micrófonos, acelerómetros, sensores de temperatura y ritmo cardiaco, la mayoría de ellos se encuentran al alcance en un Smartphone. Este sensado permite medir la calidad del sueño entre otros parámetros relacionados con el bienestar físico.

Según el Instituto Nacional de Desórdenes Neurológicos e Infarto Cerebrovascular (NINDS por su nombre en inglés, *National Institute of Neurological Disorders and Stroke*) de Estados Unidos, actualmente existen 40 millones de norteamericanos que sufren de trastornos del sueño crónicos (Bauer et al., 2012). Esto, sin contar a los 20 millones de norteamericanos que ocasionalmente presentan problemas para dormir. Una población que suele ser afectada por problemas de sueño son, tanto los cuidadores formales (personal profesional), como los informales (familiares por lo general), que atienden a pacientes que requieren de atención y vigilancia en horarios variados, que van desde matinales hasta nocturnos. Entre las principales afecciones inmediatas que experimentan están: la somnolencia diurna, insomnio, cambios de humor, disminución de la habilidad de concentración, y aumento de errores cognitivos (Poissonnet & Véron, 2000). A largo plazo, estas afecciones del sueño pueden provocar problemas de hipertensión pulmonar, factor de riesgo cardiovascular, ansiedad, depresión, y somnolencia crónica, ésta última es responsable por provocar entre 5,000 y 6,000 accidentes automovilísticos fatales al año, según el Centro de Control y Prevención de Enfermedades de Estados Unidos (Park et al., 2009).

Este es un problema de mucho interés para los cuidadores de pacientes vulnerables ya que según Suzuki y colaboradores (2005), esto provoca un aumento en diferentes tipos de errores médicos. Por lo que no sólo es afectada la salud del personal médico, también se ve perjudicada la atención y el servicio proporcionado a los pacientes.

Casi la mitad de los adultos mayores presentan dificultades para quedar y mantenerse dormidos (Roepke, 2010). Un adulto mayor de 70 años puede despertar múltiples veces en una noche sin que esto se deba a algún trastorno del sueño o alguna otra afección de otra naturaleza (U.S. National Library of Medicine, n.d.). Distintas variaciones de insomnio se suelen presentar a partir de los 60 años. Entre las consecuencias de este padecimiento se encuentran la falta de atención y la disminución de tiempos de respuesta. Esto se traduce en un gran peligro de presentar caídas, mal funcionamiento físico y discapacidades cognitivas.

En el caso de adultos mayores con demencia, es muy común que sufran de apnea del sueño (Grace et al., 2000), misma que está asociada al incremento de la demencia (Ancoli-Israel, 1991). Entre los síntomas que experimenta esta población debido a trastornos del sueño están la confusión durante el ocaso, deambulación nocturna, somnolencia aguda y aumento de las siestas diurnas (Ancoli-Israel et al., 1997; Grace et al., 2000). Es por ello que los cuidadores mantienen un monitoreo constante de sus residentes.

Los cuidadores tienen que estar atentos a las necesidades de los pacientes desde que estos despiertan, porque muchos de ellos no pueden desempeñar actividades básicas por sí mismos como bañarse solos, tomar sus medicamentos, alimentarse, vestirse o ir al baño. Tomando en cuenta las problemáticas antes mencionadas, es útil que los cuidadores cuenten con información contextual de sus pacientes. En particular información relacionada con sus ciclos de sueño.

En cómputo ubicuo, existen distintos métodos de monitoreo de sueño, los cuales dan información sobre la cantidad de horas dormidas, movimientos nocturnos, detección de ronquidos, calidad del sueño, horarios de sueño-vigilia, monitoreo de temperatura, ritmo cardiaco, etc. Tener acceso a esta información, puede dar oportunidad a los cuidadores para que aborden a los residentes apoyados en esta información. Un ejemplo sería que con base en esta información, el cuidador despierte en la mañana al paciente en el momento en el que este se encuentre en una etapa de sueño ligero para no interrumpir su sueño profundo. También con base en el monitoreo del movimiento matinal en la cama, el cuidador puede deducir que el paciente ya está despierto.

Una buena manera de monitorear estos parámetros de sueño, es por medio de pantallas ambientales. Las pantallas ambientales son superficies digitales integradas en el ambiente con el fin de proporcionar información contextual de los usuarios. Tienen las características de ser estéticas, periféricas y funcionales, despliegan información al usuario de manera no intrusiva por lo que, sin ideales para generar pasivamente una conciencia sobre un contexto o actividad específicos.

Una de las principales ventajas de desplegar la información de esta forma, es que la interpretación se puede reducir al uso exclusivo de los cuidadores y al ser ellos los únicos en saber interpretar la información, se protege la privacidad de los residentes frente a terceros.

Por medio del uso de pantallas ambientales, los cuidadores pueden tomar decisiones basadas en la información obtenida de los pacientes. Además, las pantallas ambientales no sólo pueden mostrar información contextual, también pueden utilizarse para desplegar información histórica relacionada con el entorno medido per se. Un ejemplo podría ser una pantalla ambiental que al momento de desplegar información sobre la noche de sueño de un paciente, en caso de haber tenido cinco noches consecutivas de mala calidad de sueño, la pantalla muestre este patrón de eventos fuera de los parámetros normales del paciente. Así el cuidador puede hacer una correlación entre el número de noches mal dormidas del paciente con, por ejemplo, la fecha en la que se le empezó a administrar algún medicamento y plantear una solución pertinente.

1.2 Planteamiento del problema

La investigación en el área del sensado del sueño tiene mucha importancia ya que, por ejemplo, en Estados Unidos alrededor de 40% de la población en edad adulta tienen problemas para conciliar el sueño o sufre de somnolencia durante el día.

En una residencia geriátrica, constantemente se deben monitorear la salud y el bienestar de los residentes. Es de suma importancia que los cuidadores cuenten con una forma de poder monitorear simultáneamente a múltiples residentes de manera sencilla y precisa. Esto con el objetivo de poder basar sus decisiones de monitoreo en la información contextual de los residentes.

Las pantallas ambientales tienen como función, el proveer de información relevante al usuario de una manera sutil y no intrusiva por medio de luces, movimientos, sonidos, etc. presentada en un dispositivo estético integrado al ambiente. Esto representa una buena forma de exponer información para un entorno hospitalario o de una residencia de pacientes, ya que una pantalla ambiental, al estar mezclada con el ambiente, no ocupa espacio que pudiera percibirse como útil para otros artefactos esenciales en un ambiente de esta naturaleza. Además, tiene la ventaja de proteger la privacidad de los residentes ya

que el acceso a la interpretación de la información, puede reducirse a un grupo selecto de usuarios (en este caso los cuidadores).

El punto de interés es estudiar cómo percibe la gente la información desplegada en la pantalla ambiental y cómo el contar con esta información, influye en las actividades de los cuidadores de adultos mayores.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar cómo distintos mecanismos de visualización de información influyen en las actividades de los cuidadores en una residencia de adultos mayores con demencia, al monitorear por medio de la pantalla ambiental el contexto y los patrones de comportamiento relacionados con el sueño de sus pacientes.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar un estudio de campo en una residencia geriátrica para entender las necesidades y problemas con los que se enfrentan los cuidadores.
- Encontrar escenarios en los cuales una pantalla ambiental mejore la eficiencia de los cuidadores en una residencia geriátrica al tomar decisiones basadas en la información obtenida de la pantalla.
- Diseñar, desarrollar y evaluar dos prototipos de pantallas ambientales para cumplir con todos los aspectos del objetivo general.

Con base en lo anterior, en la siguiente sección se presentan las preguntas de investigación y objetivos para apoyar esta problemática.

1.4 Metodología

Siguiendo los objetivos específicos, se planteó una pregunta de investigación para orientar el trabajo en una metodología centrada en el usuario.

1.4.1 Pregunta de investigación

¿Cómo distintos estímulos sensoriales, proporcionados por una pantalla ambiental, pueden apoyar la labor de los cuidadores de adultos mayores con demencia en una residencia geriátrica?

1.4.2 Metodología

Siguiendo los objetivos específicos y la pregunta de investigación, se siguió una metodología iterativa centrada en el usuario para la generación de tecnología (Figura 1).

Revisión de literatura. La primera etapa de la metodología consistió en una revisión bibliográfica, con el fin de conocer las múltiples áreas específicas de estudio. Se revisaron distintas tecnologías con posibles implementaciones como pantallas ambientales. Se estudiaron aspectos en materia de salud del sueño y cuidado de adultos mayores con énfasis en aquellos con demencia.

Estudio contextual. El objetivo del estudio contextual fue obtener un entendimiento del ambiente específico en el cual se desenvuelven los usuarios. Para esto se realizaron una serie de entrevistas semi-estructuradas con expertos en diversas áreas como especialistas en tecnologías para el adulto mayor, médicos y cuidadores de adultos mayores con demencia. Además se realizó un estudio sombra en una residencia geriátrica para obtener un contexto de las características específicas del cuidado de adultos mayores durante las noches. Los datos obtenidos de las entrevistas y estudios sombra fueron analizados utilizando técnicas de diseño contextual rápido y teoría fundamentada.

Modelo de escenarios. Con base en el estudio contextual, se generaron escenarios basados en los datos obtenidos y observados. Por medio del modelado de escenarios se agruparon distintas situaciones reales

y usuarios con los cuales era factible implementar la tecnología deseada. Los escenarios fueron validados con usuarios finales en sesiones de evaluación.

Diseño e implementación. En esta etapa se generaron una serie de prototipos de baja y media fidelidad de pantallas ambientales, los cuales fueron evaluados por usuarios finales donde se obtuvieron recomendaciones de diseño. Con base en las recomendaciones de diseño se implementaron dos prototipos funcionales.

Evaluación. En la última fase, se realizó una evaluación en sitio en una residencia geriátrica en Rosarito, B.C. México, durante la cual los usuarios finales, hicieron uso de dos prototipos por un periodo de diez noches. Durante la evaluación se registraron el número de eventos monitoreados y se tomaron notas de campo sobre cada uno de estos. Adicionalmente, a los usuarios se les realizó una serie de entrevistas de evaluación final las cuales evaluaron la percepción de los usuarios respecto a los prototipos; de esta manera se pudo obtener una retroalimentación que permitió profundizar en la apreciación de la tecnología y factibilidad de uso.

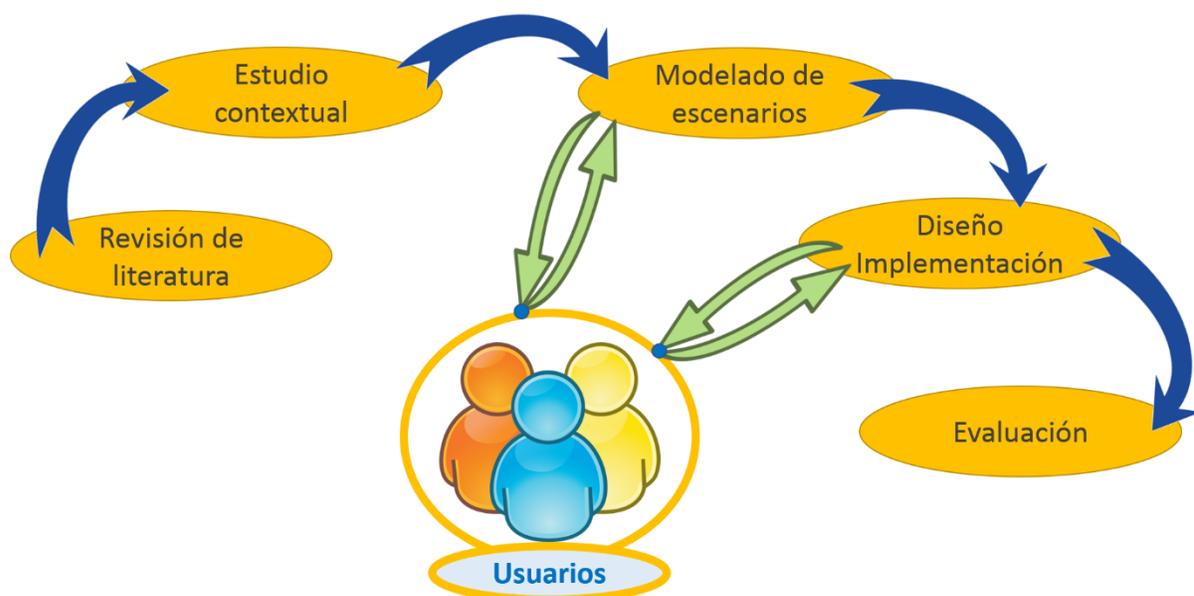


Figura 1. Metodología utilizada en este trabajo.

1.5 Organización de la tesis

La presente tesis está formada por siete capítulos. A continuación se da una breve descripción de cada uno.

El capítulo dos contiene una revisión de la literatura para obtener un contexto en conceptos como cómputo ubicuo, pantallas ambientales y salud del sueño. También se describen algunos sistemas de pantallas ambientales en el contexto de la salud.

En el capítulo tres se presenta el caso de estudio el cual sirve de base para la generación de escenarios que subsecuentemente generan los diseños de prototipado. Se presentan los procedimientos de colección de información y se describen detalladamente los escenarios obtenidos.

El capítulo cuatro describe el procedimiento de diseño iterativo y la generación de los distintos prototipos. Se discute la evaluación del mismo y se presentan los resultados del diseño final a implementar.

El capítulo cinco describe la fase de implementación de los prototipos y la arquitectura del sistema.

En el capítulo seis se presenta la evaluación en sitio realizada a lo largo de 10 noches en una residencia geriátrica y se hace un análisis cualitativo y cuantitativo de los datos obtenidos. Al final del capítulo se presenta una discusión sobre los resultados del estudio.

Por último, en el capítulo siete se presentan las conclusiones del presente trabajo de tesis.

Capítulo 2. Marco Teórico

2.1 Introducción

En este capítulo se presentan los antecedentes teóricos y tecnológicos sobre los cuales se basa el trabajo de investigación de esta tesis. Se da una breve explicación de conceptos como cómputo ubicuo, cómputo consciente del contexto, pantallas ambientales como medio de propagación de información; además abordamos temas de cuidado de salud del sueño con énfasis en el cuidado de adultos mayores.

Hoy en día el comportamiento humano es muy distinto al que la naturaleza nos dictó. La cultura laboral es culpable en gran medida de estos cambios en el comportamiento humano. El trabajo, el tráfico, los compromisos sociales (Abdullah et al., 2014), etc. afectan nuestros ciclos biológicos naturales.

Estos cambios a largo plazo provocan distintas afecciones en nuestra salud; por ejemplo, el trabajo modifica nuestros horarios naturales de descanso y alimentación y nos provoca estrés; al transportarnos, el tráfico nos genera problemas de circulación sanguínea y estrés.

En el campo de la Interacción Humano Computadora (HCI por sus siglas en inglés) y el cómputo ubicuo, el estudio del comportamiento ha tomado relevancia en los últimos años. Desde la concepción de Weiser (Weiser, 2002) el cómputo ubicuo ha crecido, por medio del estudio y análisis del contexto y las actividades que ejecutan y viven los usuarios (Favela, 2012). Actualmente los esfuerzos sobre este tema se concentran en el estudio del comportamiento (Favela, 2013). El cómputo consciente del comportamiento se refiere a la habilidad que tienen las aplicaciones para adaptarse a las acciones dinámicas y responder basado en el contexto establecido (Favela, 2012). En general, las aplicaciones basadas en este paradigma presenta grandes retos, estos derivan del gran dinamismo de las actividades humanas, así como de lo complejo que puede ser un contexto. El hecho de que estas tecnologías no sólo monitoreen el contexto de un usuario, sino que también puedan responder proactivamente basados tanto en la actividad como en análisis de comportamiento, representa retos no solo a nivel técnico, sino también a nivel de diseño (que debe ser centrado en el usuario).

Una de las consecuencias de salud provocadas por malos hábitos, es la salud del sueño. Al dormir, el cuerpo pasa por todo un proceso fisiológico de descanso en el cual la actividad cerebral aumenta y se somete a una recuperación tanto física como mental; recuperación que es vital para poder ejecutar las actividades de la vida diaria.

Debido a distintos comportamientos derivados, por ejemplo del trabajo cuestiones sociales, falta de ejercicio o mala alimentación (Abdullah et al., 2014), el cuerpo empieza a mal funcionar porque sus ciclos biológicos naturales de descanso se ven afectados. La mayoría de las veces los trastornos del sueño (enfermedades relacionadas con el sueño) son tomadas como síntomas de otras afecciones. Esto es un problema de salud pública ya que Roebuck y colaboradores (2014) reportan que por ejemplo la apnea, uno de los trastornos del sueño más comunes relacionado con la respiración, es un predictor muy certero de futuros o ya existentes problemas cardiovasculares y respiratorios (Roebuck et al., 2014).

Tomando en cuenta las problemáticas antes mencionadas, proponemos el uso de cómputo consciente del comportamiento como una posible solución no farmacológica y no intrusiva para promover conductas saludables. Por ejemplo, desplegando información de manera no intrusiva, para generar conciencia sobre algunos hábitos de comportamiento que tengan los usuarios y provocar cambios saludables en su vida. Rogers y colaboradores (2010) reportaron que por medio de una pantalla ambiental en el piso, los usuarios en un plazo de ocho semanas mostraron un cambio en su comportamiento al usar más las escaleras que el elevador (Rogers et al., 2010).

2.2 Cómputo consciente del comportamiento

Los ambientes inteligentes han evolucionado mucho desde las primeras ideas de Weiser a principios de los 90's (Weiser, 2002). El cómputo ubicuo cada vez nos permite acercarnos más a la visión futurista y automatizada de Weiser (Weiser, 2002) en la cual las computadoras se integran a objetos comunes para sensor su ambiente o proveer de servicios a los usuarios. Actualmente muchas tecnologías son capaces de no solo monitorear el contexto en el que se encuentran los usuarios, también son capaces de reaccionar proactivamente con base en las necesidades de estos.

Existen muchas tecnologías que utilizan el paradigma de conciencia de contexto para servir al usuario con base en las circunstancias que lo rodean, como ubicación, compañía, tarea que realiza, etc. Algunas aplicaciones comerciales que siguen este paradigma son por ejemplo Google Maps® que alerta al usuario sobre el tráfico vial y IFTTT® (If This Then That), en la que dependiendo del contexto (localización, tipo de conexión a internet, evento en redes sociales, etc.), el usuario puede automatizar acciones en su *smartphone*.

Actualmente existe una necesidad de entender a los usuarios más allá de del contexto y las actividades que están ejecutando (Favela, 2013). Por medio del estudio del comportamiento no sólo se pueden entender patrones y tendencias poblacionales o culturales como tradicionalmente se hace en las ciencias sociales, además podemos crear tecnologías inteligentes que reaccionen en pro del usuario. El estudio del comportamiento humano en el campo de la salud puede traer grandes beneficios. Por ejemplo Gokee y colaboradores (2009) reportan que por medio de una regulación de comportamientos que van desde técnicas de autocontrol, auto-monitoreo y conciencia de metas para prevenir la recaída en los malos hábitos, los sujetos prueba lograron mantener y continuar con una rutina diaria de dieta y ejercicio que antes no tenían.

Como se reportó anteriormente (Bauer et al., 2012; Choe et al., 2011; Lawson et al., 2013), actualmente ya existen muchas tecnologías comerciales con aplicaciones a la salud y el deporte como lo son las bandas de monitoreo como el FitBit[®], MyBasis[®], Empática[®], Zeo[®] etc. Por medio de éstas, los usuarios pueden monitorear su actividad física diaria, para en algunos casos corregir malos hábitos en sus vidas. La ventaja de poder tener estos monitoreos médicos integrados ubicuamente en nuestras vidas a un precio comercial, presenta muchas oportunidades para la investigación en informática médica.

Rogers (Rogers et al., 2010) por medio de distintos estímulos ambientales, estudió por ocho semanas si podía influenciar el comportamiento de las personas para que estas usarán más las escaleras que los ascensores. A pesar de que obtuvo conclusiones un poco contradictorias, los datos revelan que sí existió un cambio (a nivel sub-consciente) en la preferencia de escaleras sobre los ascensores.

Las aplicaciones en salud conscientes del comportamiento pueden ayudar a dar diagnósticos tempranos para distintas enfermedades. El paradigma actual de salud está preparado para atender enfermedades, no para prevenirlas. El diagnóstico temprano de enfermedades no sólo ofrece oportunidades para mejorar la salud de las personas (Mendis, 2010), es un factor que también repercute tanto a nivel social, como a nivel económico en el sector de salud pública gubernamental.

El dispositivo móvil más utilizado en la actualidad es el celular, con miles de aplicaciones para propósitos muy variados. La frecuencia y los hábitos de uso de los celulares pueden cambiar dependiendo de la época del año (Abdullah et al., 2014) o la aparición de enfermedades (Madan et al., 2010). Así por medio del uso del celular se pueden calcular cambios en los patrones de sueño, los cuales están íntimamente ligados con los ritmos circadianos (Abdullah et al., 2014).

2.3 Sueño y tecnología

Entre las muchas afecciones provocadas por los ritmos de vida y los comportamientos de las personas, unas de las más importantes y que por lo general no se atienden, son las afecciones relacionadas con el sueño. Según el Centro Nacional de Información de Biotecnología (NCBI por sus siglas en inglés) el sueño es “la suspensión reversible de las interacciones sensomotoras con el ambiente, usualmente asociada con la inmovilidad y el recostado del cuerpo” (National Center for Biotechnology Information, n.d.).

Las funciones principales de este estado son el descanso y la auto-regulación del cuerpo. Durante el sueño el ritmo cardíaco y el respiratorio disminuyen. La NCBI divide al sueño en cuatro etapas (National Center for Biotechnology Information, n.d.):

1. Etapa de somnolencia
 2. Etapa de sueño ligero
 3. . }
 4. . }
- Sueño delta, sueño ligero, sueño pesado y sueño telencefálico

A parte de las consecuencias externas (aletargamiento, pérdida de atención, disminución de concentración, etc.) estas etapas se miden por medio de la actividad encefalográfica (National Center for Biotechnology Information, n.d.). Las primeras dos fases se clasifican como NREM (*Non Rapid Eye Movement*) y representan aproximadamente del 75%-90% del sueño en adultos jóvenes y sanos. Las etapas tres y cuatro se clasifican como REM (*Rapid Eye Movement*) y representan aproximadamente del 10%-25% del sueño (Roebuck et al., 2012). Cada ciclo de fases dura de 90-110 minutos y se repite de 4 a 6 veces por noche (Roebuck et al., 2012).

Debido a la recuperación física y mental del cuerpo al dormir, es de suma importancia tener buenos hábitos de sueño para mantener la salud. El estilo de vida actual con frecuencia afecta la salud del sueño a través del estrés, horarios de trabajo, falta de ejercicio y mala alimentación entre otros.

Actualmente la Clasificación Internacional de Trastornos del Sueño ha identificado más de 80 diferentes trastornos del sueño (Roebuck et al., 2012). Estos trastornos están divididos en ocho categorías (Roebuck et al., 2012):

1. Insomnios
2. Trastornos del sueño relacionados con la respiración
3. Hipersomnias
4. Trastornos del sueño relacionados con el ciclo circadiano
5. Parasomnias
6. Trastornos del sueño relacionados con el movimiento
7. Variantes de las anteriores aún sin clasificar
8. Otros trastornos del sueño

Por lo general este tipo de trastornos suelen confundirse con síntomas de otras enfermedades cuando en realidad no lo son. Los fuertes trastornos del sueño no tratados provocan a largo plazo problemas cognitivos como falta de concentración, falta de creatividad, falta de reacción, confusión temporal, depresión y ansiedad entre otros. Entre las consecuencias físicas más graves, se encuentran problemas respiratorios y cardíacos (Roebuck et al., 2012). Esto debido a la íntima relación del proceso del sueño con los ciclos respiratorios y cardiovasculares.

Actualmente en el campo de la medicina, existen distintos métodos para monitorear el sueño. Entre los más importantes están: el monitoreo de señales encefalográficas, la oximetría (saturación de oxígeno), monitoreo cardiovascular, monitoreo de respiración por neumotacografía, monitoreo de audio, monitoreo de movimiento por acelerometría, video y temperatura (Roebuck et al., 2012).

La investigación en el área del monitoreo de la somnolencia tiene mucha importancia ya que en Estados Unidos ~40% de la población en edad adulta tienen problemas para quedarse dormidos o sufren de somnolencia durante el día (Roebuck et al., 2012). Desafortunadamente muchos de los accidentes automovilísticos en carretera se deben justamente a la falta de sueño en los conductores. Es por eso que existen una gran cantidad de esfuerzos para detectar oportunamente la somnolencia al volante por múltiples métodos como por oximetría (Bundele & Banerjee, 2009), monitoreo no intrusivo del pulso cardíaco (Park et al., 2009) o por video al monitorear tanto al usuario (Bai, 2012; Zhang et al., 2015) como al camino (You et al., 2012).

Como podemos ver desde un punto de vista computacional, existe un campo muy amplio para integrar distintas tecnologías centradas en el usuario, que son capaces de monitorear muchas de las reacciones fisiológicas usadas para medir el sueño.

V. Anna utilizan un Kinect® como cámara de monitoreo nocturno con la cual detecta cuando los usuarios duermen (Anna et al., 2014). Abdullah por medio del uso de una aplicación simple en teléfonos móviles, puede deducir el tipo de patrón de sueño y de ciclo circadiano en estudiantes universitarios (Abdullah et al., 2014). Con este tipo de aplicaciones se pueden llegar a detectar tempranamente algunos trastornos del sueño como lo hace SleepAp, una aplicación móvil que por medio del micrófono y del acelerómetro detecta problemas de apnea del sueño (Behar et al., 2013).

También existen otras aplicaciones que no sólo monitorean el sueño del usuario, también monitorean su contexto. Esto es importante ya que distintos factores ambientales como la temperatura o la iluminación pueden afectar el sueño. Por ejemplo, una aplicación de la Universidad de Washington hace uso de toda una suite de sensores que incluye una cámara infrarroja, detectores de movimiento, sensores de luz, micrófono y sensor de temperatura; al monitorear simultáneamente al usuario y los agentes ambientales que influyen en la calidad del sueño, se puede obtener una mejor inferencia sobre cuáles son los factores externos que pueden llegar a provocar alguna afección del sueño (Kay et al., 2012).

2.4 Pantallas ambientales

Según Flores (Flores, 2015) las pantallas ambientales se definen como *“aquellas pantallas disponibles en el ambiente que brindan información con el rol ambiguo de ser perceptibles pero a la vez invisibles al usuario”*. Tienen la característica de que al estar completamente integradas en el ambiente los usuarios pueden obtener información contextual de una manera no intrusiva por medio de estímulos sensoriales sutiles. Mankoff y colaboradores (Mankoff et al., 2003) indicaron que las pantallas ambientales suelen encontrarse dentro de la periferia de la percepción de las personas, por lo que se necesita una carga cognitiva y nivel de atención mínimo; esto las vuelve un buen canal de percepción para información no crítica. Otra ventaja de las pantallas ambientales es que la información que despliegan puede estar dirigida tanto para usuarios individuales o para un grupo.

Las pantallas ambientales son altamente versátiles, ya que la forma en la que presentan información al usuario está relacionada con los sentidos primarios que tenemos los humanos por naturaleza. Luz, sonido, olores, percepción háptica (presión o calor) o percepción kinestésica, pueden ser algunos de los canales sensoriales por los cuales las pantallas ambientales entregan información a los usuarios. Como diseñadores de interfaces humano computadora, esto nos da la oportunidad de abstraer distintas ideas

o conjuntos de información en un estímulo simple que se oculte en la periferia del usuario y que llame su atención de forma no intrusiva.

Debido a que pueden existir distintos tipos de roles ambiguos, en los cuales una pantalla ambiental puede mezclarse con el ambiente y a la vez ser perceptible, Vogel & Balakrishnan (2004) definen cuatro niveles de interacción entre un usuario pasivo y una pantalla ambiental. Se establece un primer nivel de interacción en el que un usuario obtiene una idea global de la información presentada con tan solo percibirla suavemente, ya sea de manera voluntaria o involuntaria. Esta es el nivel de interacción en el que un usuario pasivo hace conciencia de la relación estímulo-información. El segundo nivel es en el cual el usuario enfoca su atención y adquiere interés en el estímulo presentado por la pantalla ambiental. Es en esta capa en la cual los usuarios trascienden la percepción inicial y adquieren el mensaje o la información proporcionada por la pantalla ambiental. Las subsecuentes capas del modelo de interacción de Vogel involucran a un usuario con rol activo el cual enfoca toda su atención en la pantalla ambiental e incluso interactúa con ella de manera proactiva.

En algunas plazas comerciales, existen pantallas ambientales integradas como publicidad en segundo plano de las tiendas departamentales de la plaza. También en algunas de estas pantallas, hay disponible un modo de interacción por el cual el usuario puede acceder a un mapa de la plaza y buscar direcciones para llegar a la tienda de su elección desde su posición actual (Figura 2).

Flores (Flores, 2015) también menciona otras pantallas ambientales que “inducen el cambio de comportamientos y aumentan el bienestar”. Un enfoque en salud bajo este paradigma es el de Rogers (2010) en el que propone una pantalla ambiental sobre el suelo para alentar a los transeúntes a usar las escaleras en lugar de los ascensores.



Figura 2. Ejemplos de pantallas ambientales interactivas en centros comerciales.

Otro ejemplo es la escultura “Breakaway” (Jafarainimi et al., 2005) (Figura 3-A), el cual por medio de sensores en la silla del usuario, monitorea el tiempo que ha estado sentado. Con el transcurso de cada hora, la escultura cambia de posición, cada vez aparentando estar más cansada. Al pararse el usuario, la escultura vuelve a su posición inicial. Con el mismo objetivo también tenemos HealthBar, una pantalla ambiental en forma de tubo de luz inspirada en la barra de vida de los videojuegos; esta barra inicia totalmente iluminada en verde, conforme pase el tiempo disminuye la iluminación de la barra y cambia de color, una vez que el usuario se para de la silla por al menos cinco minutos, la barra vuelve a su estado inicial de iluminación verde (“vida recargada”) (Hehe, 2006; Jafarainimi et al., 2005; Mateevitsi et al., 2014).

“Smoking Lamp” (Hehe, 2007) es una pantalla ambiental en forma de lámpara (Figura 3-B), la cual tiene un sensor de contaminación que con base en el nivel de nicotina en el aire, cambia el tono de luz de claro a rosado para iluminar las partículas en el aire que los fumadores están inhalando. Esto con el fin de motivar a los fumadores a disminuir su consumo de tabaco.

Para un contexto hospitalario se presenta FlowerBlink, (Segura et al., 2009) una pantalla ambiental en forma de florero (Figura 3-C), la cual por medio de LED’s en las flores del florero, se presenta información sobre el estado de las bolsas contenedoras de orina de los pacientes internados. Esta pantalla tiene la característica de que a pesar de estar en un ambiente público (sala de hospital), solamente las enfermeras conocen la clave del significado de cada una de las luces. Debido a esta abstracción de información en forma de estímulos, el uso de pantallas ambientales, tiene la ventaja de mantener privacidad de los datos en el flujo de información, cuando es implementado en ambientes públicos; esta característica las vuelve una tecnología atractiva para ambientes hospitalarios en la que se requiera

tener un flujo constante del estado de los pacientes, sin que se viole la privacidad de la naturaleza del evento provocado por la persona monitoreada.

La versatilidad de las pantallas ambientales como medio no intrusivo para interactuar con los usuarios, presenta retos no solo computacionales, también de diseño, psicología y antropología. Esto abre muchas oportunidades y retos en el campo de la Interacción Humano Computadora para hacer muchas propuestas interesantes sobre no sólo como presentar información, sino para influenciar pasivamente y mejorar sus hábitos de salud (esto visto desde un enfoque de cómputo consciente del comportamiento)



Figura 3. Ejemplos de implementaciones de pantallas ambientales persuasivas para la salud.

2.5 Cuidado de adultos mayores

Con la edad, es normal que los adultos mayores desarrollen distintas patologías relacionadas con el sueño. Casi la mitad de los adultos mayores presenta dificultades para quedarse y mantenerse dormidos (Roepke, 2010). Estas dificultades pueden presentarse tanto por la falta de actividad física, como por afecciones provocadas por medicamentos o incluso por el desbalance del ritmo circadiano que se presenta naturalmente por la edad (Roepke, 2010).

Es importante denotar que, estas variaciones en el ritmo circadiano, tienen consecuencias no necesariamente malignas. Un adulto mayor de 70 años puede despertar múltiples veces en una noche, sin que esto se deba a algún trastorno del sueño o alguna afección de otra naturaleza (U.S. National Library of Medicine, n.d.). Las distintas variaciones del insomnio se suelen presentar a partir de los 60 años. Entre las consecuencias de este padecimiento se encuentran, la falta de atención y la disminución

de tiempos de respuesta. Esto se traduce en un gran peligro de presentar caídas, mal funcionamiento físico, discapacidades cognitivas y está relacionada con la ansiedad y la depresión (Roepke, 2010). Se reporta que las principales afecciones del sueño en adultos mayores corresponden a desórdenes del sueño relacionados con la respiración, el síndrome de las piernas inquietas y desorden del comportamiento de la fase REM de sueño (Ancoli-Israel et al., 1997; Roepke, 2010). De estos tres, el más peligroso es el relacionado con la respiración. Esto debido a la conexión que tiene con las enfermedades cardiovasculares. Sin embargo Launois y colaboradores (2007) indican que estos riesgos son mayores cuando se acarrea esta enfermedad respiratoria desde una edad adulto-joven (Launois et al., 2007).

Estos trastornos del sueño también se ven reflejados en los cuidadores de adultos mayores. Sveinsdóttir reporta que las enfermeras que tienen horarios de rotación día-noche, describen sentir días más largos, ambientes laborales estresantes y en algunos casos se desarrollan problemas gastrointestinales (Sveinsdóttir, 2006). Debido a los constantes cambio de horarios de sueño, los ciclos circadianos de las enfermeras nunca están sincronizados con las actividades que realizan. Este tipo de afecciones pueden reflejarse en sus actividades laborales, ya que al no contar con horarios fijos de sueño, son susceptibles a experimentar somnolencia diurna, la cual está asociada a distintos tipos de errores médicos (Suzuki et al., 2005). Después de ocho horas de laborar, existe una reducción en el desempeño, se reduce la habilidad de concentración y aumenta el riesgo de sufrir errores motores o cognitivos (Poissonnet & Véron, 2000). Todo este conjunto de repercusiones en la salud de los cuidadores, puede llegar a provocar un error médico que culmine en provocar involuntariamente una afección a algún paciente.

Es por eso que es importante desarrollar tecnologías para el monitoreo nocturno de adultos mayores orientadas a los trastornos del sueño. Como ya vimos existen múltiples aplicaciones para monitorear el sueño y detectar algunos de estos trastornos; sin embargo hace falta en la literatura aplicaciones que sean proactivas y vayan más allá del sensado de datos.

Capítulo 3. Caso de Estudio

3.1 Introducción

En este capítulo se describe el estudio contextual realizado para identificar los perfiles persona¹ y los escenarios² del uso de pantallas ambientales para apoyar el trabajo de monitoreo que realizan los cuidadores de adultos mayores durante el turno nocturno.

El objetivo del estudio es conocer a los usuarios potenciales y el contexto en el que hacen su trabajo para identificar posibles escenarios, en los cuales sea factible introducir tecnología.

- Objetivos específicos del caso de estudio:
 - Conocer el contexto general de la residencia geriátrica
 - Identificar actividades y rutinas de los cuidadores del turno nocturno
 - Identificar residentes que generen eventos nocturnos

- Resultados
 - Identificación de escenarios problema en los que sea factible recibir información por medio de una pantalla ambiental
 - Identificación de perfiles persona para establecer las características de la población con la que se implementarán los prototipos

El estudio se dividió en dos fases. En la primera se contó con la participación de dos estudiantes de posgrado que hicieron trabajo de campo en esa residencia y tenían experiencia previa en inserción de tecnología en residencias geriátricas (Soto-Mendoza, 2012; Zúñiga-Rojas, 2012); también se contó con la participación de dos neumólogos especialistas en trastornos del sueño para obtener antecedentes sobre la salud del sueño y los trastornos más comunes. La segunda fase se realizó con la participación del personal de la residencia geriátrica en Rosarito, Baja California.

1.-Perfil persona. Perfiles de usuarios potenciales de un sistema los cuales son basados en las características de distintos usuarios reales.
2.- Escenario. Descripción de un caso de uso potencial en el cual los perfiles 'Persona' se enfrentan a problemáticas potencialmente solucionables por medios tecnológicos.

3.2 Diseño del estudio

3.2.1 Residencia

La residencia brinda servicios de atención y cuidados especializados en adultos mayores con distintos padecimientos. La casa está equipada con 19 habitaciones para alojar a adultos mayores con distintos padecimientos que van desde trastornos neurológicos como el Alzheimer o trastornos conductuales como la bipolaridad, hasta padecimientos físicos que les impidan realizar actividades básicas como Parkinson, parálisis o fibromialgia.

Se brinda una atención integral del adulto mayor que incluye vigilancia las 24 horas por un circuito cerrado de cámaras, dieta personalizada según el padecimiento, atención médica, enfermería y realización de distintas actividades recreativas para que los residentes tengan un esparcimiento físico y mental i.e. clases de yoga o juegos de mesa para estimular la agilidad mental. Además, como se ve en la Figura 4, la casa cuenta con un patio y un jardín botánico para el uso de los residentes.

La residencia cuenta con un servicio de *call-center* que funge como el agente de seguridad. Este es el encargado de administrar las entradas y salidas tanto de personal, como de residentes y visitas, es el responsable de proveer comunicación de la residencia con servicios de emergencia en caso de un siniestro y además es el encargado del monitoreo de los residentes por medio de cámaras internas.

Cada semana, los residentes reciben la visita de un médico, el cual con base en los reportes de enfermería de los cuidadores y los reportes médicos de los doctores particulares, valora el estado de los residentes y provee de instrucciones adicionales a los cuidadores para mejorar la atención a los residentes.



Figura 4. Mapa de la residencia. Las áreas en blanco son espacios comunes para cuidadores y residentes.

3.2.2 Personal de la residencia

El estudio se centró en el personal de la residencia encargado del monitoreo nocturno de los residentes.

En comparación con los cuidados requeridos durante el día, el turno nocturno cuenta con un personal reducido. Está compuesto por dos cuidadores, un agente de *call-center* y un coordinador de enfermería, el cual no se encuentra presente toda la noche. Al momento de realizar el estudio la residencia contaba con un total de 14 residentes.

3.2.3 Colección de datos

Para un mejor entendimiento del entorno, y definición de la problemática, se realizó un estudio cualitativo por un periodo de tres meses en la residencia geriátrica en Rosarito Baja California y en dos

consultorios médicos particulares. El trabajo de investigación de campo incluyó entrevistas a distintos especialistas y usuarios potenciales, y observaciones en la residencia durante el turno nocturno. Además, se utilizó la información recabada de estudios anteriores en pantallas ambientales y monitoreo oportunista para la salud (capítulo dos).

Asimismo, los resultados de este estudio cualitativo, fueron validados por los cuidadores de la residencia en sesiones de evaluación, lo cual enriqueció los modelos producidos y el entendimiento del contexto en la residencia.

3.2.4 Entrevistas

Se realizaron un total de nueve entrevistas semi-estructuradas (Tabla 1), con el objetivo de obtener una apreciación sobre las distintas problemáticas con las que se presentan los cuidadores del turno nocturno y las repercusiones que tienen sobre la salud del sueño de los adultos mayores.

Médicos. Se entrevistó a dos neumólogos especialistas en trastornos del sueño, con el fin de identificar padecimientos comunes del sueño en adultos mayores así como distintos tratamientos y cuidados que frecuentemente necesitan durante la noche. Ambas entrevistas fueron realizadas en los consultorios particulares de los doctores.

Estudiantes de Ciencias de la Computación. Se entrevistó a dos estudiantes con experiencia previa en la integración de tecnología en la residencia geriátrica para obtener una percepción previa sobre cómo reaccionan los cuidadores al momento de integrar distintas tecnologías en sus ambientes de trabajo (Soto Mendoza, 2012; Zúñiga Rojas, 2012).

Coordinador de enfermería. Se entrevistó a los coordinadores de enfermería del turno matutino y diurno-nocturno, con el objetivo de conocer las actividades básicas del personal de la residencia. También, los coordinadores, describieron a los residentes y proveyeron un perfil básico de los cuidados que cada uno requiere según su padecimiento.

Cuidadores. Se entrevistó a dos cuidadores del turno nocturno los cuales informaron sobre las actividades y rutinas que realizan con los residentes. Además los cuidadores proporcionaron algunos escenarios relevantes con los que suelen enfrentarse.

Agente de Call-Center. Se entrevistó al agente de *call-center* del turno nocturno para conocer su percepción sobre el monitoreo por medio de cámaras de la residencia y obtener escenarios de emergencia en los cuales hayan intervenido.

Tabla 1. Especialistas entrevistados por lugar, método y tiempo.

Categoría	Total de participantes	Lugar	Método	Tiempo total
Médico	2	Consultorio particular	Entrevista	1H:39:M:56S
Estudiante	2	CICESE	Entrevista	1H:17:M:25S
Coordinador de enfermería	2	Residencia Geriátrica (Rosarito)	Entrevista	1H:22:M:06S
Cuidador de residentes	2	Residencia Geriátrica (Rosarito)	Entrevista	1H:07:M:15S
Agente de Call-Center	1	Residencia Geriátrica (Rosarito)	Entrevista	16:M:56S

En todas las entrevistas se usaron de distintos protocolos de entrevista personalizados según el entrevistado (Ver apéndice A). Todas fueron grabadas y transcritas para su posterior análisis. Se obtuvo un total de 5h:43m de audio de entrevistas.

3.2.5 Estudios sombra

Un estudio sombra, es un tipo de observación no participativa en la que el observador se vuelve la “sombra” del experto. El observador se limita a registrar las acciones de los sujetos bajo observación. Durante dos noches se realizó un estudio sombra con los cuidadores del turno nocturno de la residencia, con el objetivo de estudiar las actividades y rutinas de los cuidadores. Igualmente permitió observar los distintos tipos de interacción que tienen con los residentes. Además, se pudo identificar las ubicaciones en las cuales los cuidadores recurrentemente se encuentran, cuando no están realizando sus rondines en los cuartos de los residentes.

Ambos estudios sombra se ejecutaron bajo el marco del turno nocturno de los cuidadores (de las 19 horas a las 7 horas) obteniendo un total de 24h51m de monitoreo.

3.3 Análisis de datos

Para el análisis de los datos obtenidos de las entrevistas y del estudio sombra, se utilizaron técnicas de teoría fundamentada y diseño contextual rápido para generar diagramas de afinidad. En la codificación abierta de la teoría fundamentada se analizó cada párrafo de las entrevistas para identificar códigos recurrentes en los datos. Posteriormente en la codificación axial, estos códigos se agruparon en categorías, las cuales por medio de una sesión de interpretación se produjo un diagrama de afinidad (Figura 5).

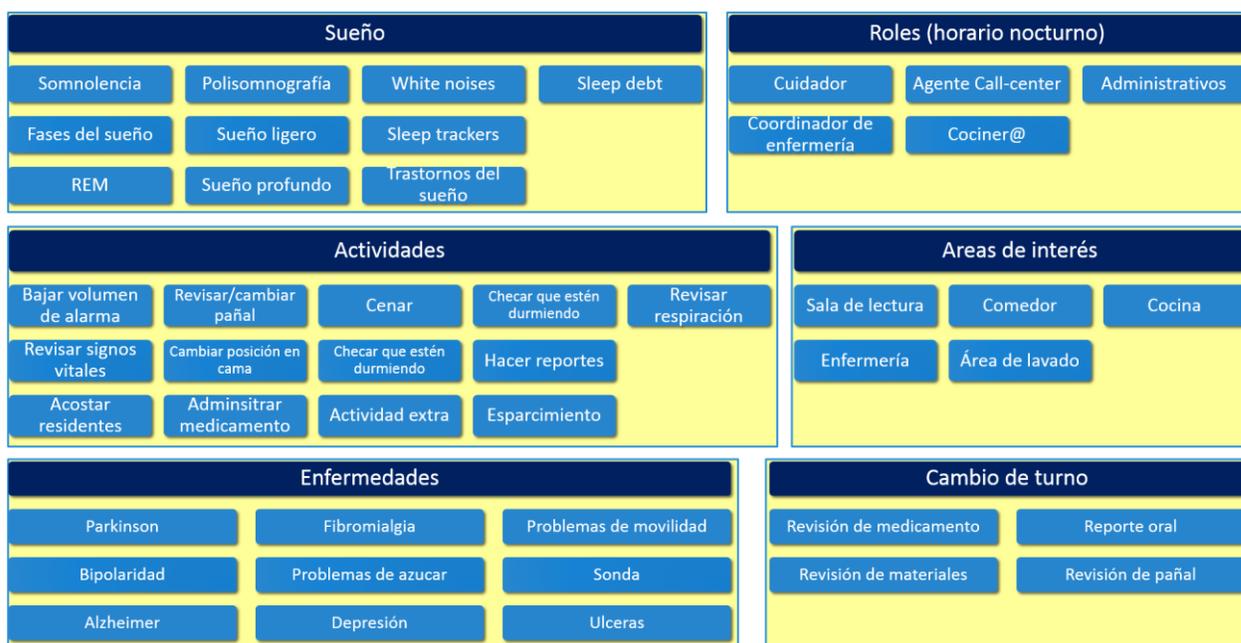


Figura 5. Diagrama de afinidad del análisis de datos.

3.4 Resultados

El estudio contextual permitió obtener un entendimiento sobre los problemas y escenarios con los que se encuentran los cuidadores durante su monitoreo nocturno. Este entendimiento permitió plantear en qué tipo de escenarios una pantalla ambiental pudiera apoyar el trabajo de los cuidadores. Para esto, se

generaron perfiles persona de residentes y cuidadores para entender el contexto particular de la población a estudiar. Además, con los perfiles persona se generaron escenarios recurrentes en la residencia que pudieran ser favorecidos por una pantalla ambiental para apoyar el trabajo de los cuidadores.

3.4.1 Actividades del turno nocturno

A pesar de que los residentes duermen durante el turno nocturno, los cuidadores se mantienen ocupados con múltiples actividades. El turno nocturno inicia a las 19:00 horas y tiene una duración de doce horas.



Figura 6. Residentes viendo la tele después de cenar al inicio del turno nocturno.

La residencia está dividida en tres áreas (A, B y C). A pesar de que durante el día hay un cuidador por área, durante el turno nocturno solo hay dos debido a que la demanda de atención disminuye, se dividen el área A un cuidador y las áreas B y C el otro cuidador. Esta segmentación está basada en el nivel de atención requerida por los residentes de cada área. Al iniciar el turno, las cuidadoras del turno anterior dan un reporte oral de cada residente. Por lo general, los cuidadores dan un rondín cada hora a partir de las 22:00 horas. Además de los rondines, los cuidadores deben cumplir con ciertas tareas de aseo que impone la administración de la residencia con el fin de mantenerlos alertas durante la noche. Este tipo

de actividades incluyen aseo de pisos, acomodo de cuartos y closets de los residentes, limpiado y planchado de ropa, etc. Igualmente, deben generar dos reportes de enfermería. El primer reporte es una descripción general sobre cómo pasaron la noche los residentes y de si hubo alguna situación de interés como en el que hayan tenido evacuación o no hayan dormido. El segundo reporte es un reporte formal de enfermería en el cual se detallan medicamentos administrados, situaciones de riesgo, alimentos ingeridos, curaciones, cambios de pañal, etc. A las 5 de la mañana, los cuidadores hacen un rondín general en el cual revisan pulsos y cambian pañales para que cuando los cuidadores del turno matutino entren, los residentes estén listos para desayunar. Por lo general a esta hora los cuidadores ya finiquitaron sus actividades y reportes. Entre 6:30 y 7:00 de la mañana, llegan las cuidadoras del turno matutino a que los cuidadores entreguen residentes.

El papel del coordinador del turno nocturno es más bien administrativo. Esto debido a que sus responsabilidades incluyen i.e. administración de insumos, medicamentos y materiales. También de requerirse, apoyan y supervisan a los cuidadores en sus actividades. El papel de los coordinadores durante la noche es reducido; esto porque el turno de estos inicia a las tres de la tarde y finaliza a las 12 de la noche. Solo comparten cinco horas con los cuidadores del turno nocturno.

Durante las horas de trabajo, tanto coordinadores como cuidadores tienen prohibido hacer uso de teléfonos celulares y dormir; esto con el fin de que se mantengan atentos a los residentes bajo su cuidado.

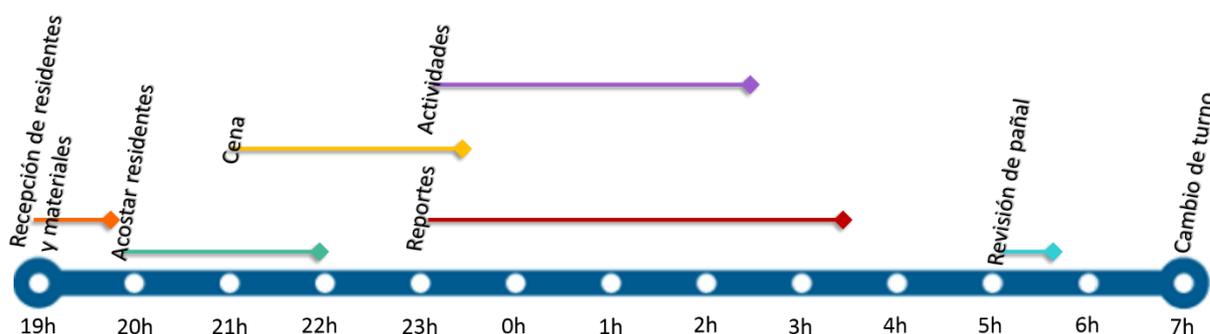


Figura 7. Horario típico de actividades de los cuidadores.

3.4.2 Personas

Los perfiles persona, son descripciones detalladas de usuarios típicos de usuarios finales. Cada una de las 'Personas' describe un perfil de usuario compuesto de múltiples usuarios potenciales reales los cuales son sintetizados en un solo sujeto. Esto con el objetivo de obtener un diseño centrado en el usuario que satisfaga las necesidades reales de los Stakeholders. Esto se traduce en la obtención de metas de usabilidad en la etapa de diseño.

A continuación se describen tres perfiles persona de tipo residente, y tres perfiles persona de tipo cuidador derivados de los datos del estudio. Se seleccionaron ambos tipos de usuario debido a que durante el turno nocturno son los únicos que laboran en la residencia. Dado que el agente de *call-center* se encuentra en área 'desconectada' de la casa, no se le incluyó ya que sus actividades son independientes a lo que suceda dentro de la residencia.

Residentes

1. **Patty.** La residente de 74 se encuentra bien de sus facultades mentales, sin embargo, sufre de fuerte problema de reumas y osteoporosis.

No puede moverse sin sufrir de muchos dolores. Constantemente llama a las enfermeras tocando su timbre repetidamente porque necesita ayuda para realizar tareas que involucren cualquier movimiento con esfuerzo; desde alcanzar el control de la tele, hasta pararse con ayuda de su andadera y de la cuidadora para poder ir al baño. Por los dolores que experimenta, en las noches frías y húmedas se le dificulta conciliar el sueño por lo que pide medicamentos adicionales a las cuidadoras. Esto provoca que tenga un sueño muy fragmentado dividido entre día y noche.

Pasa sus días encerrada en su cuarto con su gato Perry viendo la tele en la cama, leyendo y tocando el timbre para que vengan a ayudarlo; aprovecha estas oportunidades para socializar.

En su opinión todas las cuidadoras son muy lindas por aguantarla tanto, pero a veces son muy desconsideradas porque no le dan medicamento cuando ella los pide y a veces tardan mucho en atender sus llamados.

2. **Jackson.** Es un señor en sus 71 que sufre de Alzheimer severo que fue diagnosticado hace 10 años. Su familia lo ingresó a la residencia ya que no podían cuidarlo. El mes pasado cumplió 2 años de vivir en la residencia. Jackson ya perdió el habla y toda noción de tiempo y espacio. En general, se la pasa deambulando. Si por alguna razón se despierta en la noche, acostumbra salir de su cuarto y deambular por la residencia. Los cuidadores deben estar muy al pendiente de él durante la noche ya que si se levanta a deambular, Jackson sufre el riesgo de tropezarse y caer porque no todas las áreas de la residencia se encuentran iluminadas. Las cuidadoras también tienen que estar al pendiente de no tropezarse con él porque muchas veces deambula a gatas ya que le dan curiosidad los patrones en los mosaicos del piso.
3. **Alice.** Es la residente más nueva en la casa. Tiene 65 años y sufre de Alzheimer en una etapa leve-intermedia. A pesar de aún poder caminar, anda en silla de ruedas porque se cansa rápido.

Su hija la ingresó hace un mes ya que con el paso del tiempo se ha vuelto un tanto agresiva, lo que dificulta su cuidado ya que el tenerla en casa estaba afectando su trabajo y matrimonio.

En general Alice es bastante independiente y no titubea en hacérselo saber a las cuidadoras de la casa que insisten en ir a revisarla a pesar de que ninguna habla inglés como a ella le gustaría. Le guarda rencor a la hija por haberla sacado de su casa. Es muy exigente y si algo no le gusta lo dice.

Cuando recién entró, solía pasar los días encerrada en su habitación y sólo salía al comedor para comer, ya que le molesta ver a tanta gente enferma. Aunque estos últimos días si hay sol, después de desayunar sale al jardín para evitar el bullicio de los demás residentes mientras los cuidadores desempeñan sus tareas matutinas (dar medicamentos, cambiar y bañar residentes).

Le molesta que las cuidadoras entren a su cuarto para despertarla en la madrugada. A veces entran en la madrugada a verla y se van; Alice se molesta porque tiene la idea de que entran para robarle sus cosas si la encuentran dormida. También le disgusta que la despierten temprano para llevarla a desayunar con los enfermos. Tampoco le gusta el no tener baño en la habitación y tener que salir y compartirlo con otras personas enfermas. También suele pelear con las cuidadoras ya que insisten en ponerle pañal nada más porque no le quieren dar un baño.

Cuando está de buen humor suele preguntar a las cuidadoras por su hija.

Cuidadores

1. **Liliana.** Liliana es una joven de 28 años estudiante de terapia física y rehabilitación. Hace seis meses entró a trabajar a la residencia en el horario nocturno para no dejar la escuela.

A pesar de ser muy pesado el horario, en general disfruta mucho su trabajo. Además, le da la oportunidad de ganar experiencia para cuando le toque hacer prácticas profesionales como parte de sus estudios.

Ocasionalmente se le dificulta trabajar e ir a la escuela porque a veces está somnolienta durante clases. Hay ocasiones en las que cuando se sienta a descansar, le gana el cansancio y se queda un poco distraída. De descanso en descanso se recupera lo suficiente para no resentirlo al otro día.

Es muy social y le gusta hablar con los otros cuidadores y con los residentes, especialmente con Patty que suele estar despierta durante las noches y le cuenta sobre su vida de joven en Los Ángeles.

2. **Diana.** Diana es una enfermera jubilada de 53 años. Actualmente divorciada. A pesar de estar jubilada y de tener un trabajo de medio tiempo en el día, no le alcanza para vivir tranquila. Por esta razón tuvo que entrar a trabajar a la residencia en el horario nocturno hace cinco meses.

En la residencia se limita a hacer su trabajo de manera eficiente y no le gusta mucho entretenerse platicando mientras está haciendo sus tareas. Diana considera que se lleva bien con todos a pesar de ser tan poco social, después de todo ella va ahí a hacer su trabajo.

No le gusta que la estén vigilando con las cámaras, pero entiende que monitorean a los cuidadores para que no se distraigan y se mantengan alertas.

Con los residentes con los que trabaja procura ser muy amable y atenta. A pesar de estar tan frágiles y enfermos los ve con ternura y cariño. Después de todo, lo que le gusta de ser enfermera, es que ayuda a la gente.

Si ya acabo sus tareas y reportes, y no hay alguna actividad con los residentes, en ocasiones Diana se distrae con un dispositivo móvil para pasar el rato.

3.4.3 Escenarios

Haciendo uso de los perfiles persona, se generó un conjunto de cinco escenarios basados en las observaciones y comentarios de las entrevistas, en los cuales se describen situaciones o problemáticas a las cuales los cuidadores se enfrentan con los residentes. Los escenarios describen la forma en que un padecimiento de alguno de los residentes genera alguna actividad a los cuidadores. Todos los escenarios son narrados observando las actividades de los cuidadores.

A. Problema: Sueño profundo o REM interrumpido por actividades o rondines de las cuidadoras

Son las 5:04 de la madrugada. Diana y Liliana se dirigen cada una a sus respectivas áreas para realizar el rondín de cambio de pañal a los residentes.

Liliana se dirigió al pasillo uno de habitaciones y revisó a Don Esteban. Estaba dormido. Prendió la luz y revisó el pañal. Como no estaba mojado, sólo aprovecho para recoger la basura del bote.

Cuando terminó, siguió por el pasillo al siguiente cuarto que es el de la señora Alice. Abrió la puerta y entró. Casi se tropieza con unos zapatos tirados. Como no veía nada, prendió la luz para poder revisar si Alice estaba mojada. En eso se despierta Alice y aun con los ojos cerrados le empieza a gritar que se vaya de su cuarto y que deje sus cosas. Diana se apresuró, apagó la luz y salió rápidamente del cuarto. Alice se queda desorientada y enojada acostada en su cama mientras intenta conciliar el sueño otra vez.

B. Problema: Residente se levanta en medio de la noche y empieza a deambular por la residencia

Eran las 11:30 de la noche y Esperanza la coordinadora nocturna de cuidadoras tuvo que salir debido a una emergencia. Mientras Liliana acababa de cenar, Diana empezó a barrer el pasillo que conduce al lado A. De repente escuchó la alarma #8 que le correspondía a Liliana. Sonó como tres veces y fue por el botón para apagarla. Más tarde volvió a sonar la misma alarma y le habló a Liliana. Como no contestó, supuso que podría haberse quedado dormida por lo que puede que sus residentes estén desatendidos. Fue a apagar la alarma otra vez y fue a ver qué pasó con la señora Paty en la habitación #8. Resulta que quería ir al baño y requería ayuda. Al salir, fue al comedor a buscar a Liliana y se encontró con que el señor Jackson ya estaba fuera de la cama. En eso entra Liliana que en realidad estaba afuera en el área de lavado. Diana le reclamó que no se puede tardar tanto porque a ella es a la que le toca ir con Patty y también tiene que estar pendiente de que no se le salga Jackson.

C. Problema: Residente se para en medio de la noche

Es la 1:30 de la mañana y Liliana y Diana están haciendo sus reportes. Diana en la computadora y Liliana en la tableta. Diana se está apurando para a las 2:00 ir a hacer su turno y dejarle la computadora a Liliana. Dan las 2:00 y Diana termina a tiempo el reporte para ir a hacer su rondín. Va por sus guantes y se va cuarto por cuarto. Cuando llega al cuarto de la Sra. Alice ve que el piso esta mojado de orín. Cierra la puerta silenciosamente y va por el trapeador y un pañal para limpiar a la señora Alice.

D. Problema: Residente no puede dormir por dolores nocturnos

Liliana escucha la alarma de Patty pero como ella está haciendo una curación a Don Mario la deja sonar hasta que se desocupe. Cuando va a ver qué pasa con Patty, esta le dice que le dé medicamento porque le duele el cuerpo. Liliana le dice que no puede darle medicina porque aún no le toca hasta la mañana. Recoge a Perry del piso y lo acomoda en la cama para que le haga compañía a Patty.

Media hora después mientras Diana y Liliana cenan, otra vez empieza a sonar la alarma de Patty. Liliana acaba de cenar y va a ver que tiene Patty. Al final como no le pudo dar medicamento le puso otra cobija y se quedó platicando un rato con ella.

E. Problema: Los residentes son despertados abruptamente en la mañana para llevarlos al comedor a desayunar

Liliana y Elsa abren la puerta del cuarto de Alice para despertarla y llevarla al comedor. Como no despierta al hablarle, Elsa le empieza a acariciar la cabeza para irla despertando. Alice despierta confundida y de mal humor, les dice que se vayan porque no le gusta que la despierten para ir a desayunar con todos. Entre las dos la paran y le dicen que se despeje, que ahorita vienen por ella. Alice se queda enojada sentada al borde de su cama mientras las dos cuidadoras continúan con la entrega de turno.

3.5 Resumen

En este capítulo, se describió el estudio contextual realizado con el objetivo de identificar los perfiles persona y escenarios en los cuales se pueda implementar tecnología en apoyo a los cuidadores. De este estudio se obtuvieron dos perfiles persona de cuidadores, tres perfiles persona de residentes y cinco escenarios basados en las entrevistas y observaciones realizadas. En el siguiente capítulo discutimos cómo estos escenarios pueden ser implementados con tecnología de cómputo ubicuo y se presentan

distintos prototipos de diseño basados en las necesidades de los perfiles persona y que resuelvan los problemas de los escenarios planteados.

Capítulo 4. Diseño

4.1 Introducción

En este capítulo se describen las actividades seguidas para determinar los prototipos de diseño y el escenario a desarrollar por medio de pantallas ambientales. Para determinar el diseño de las pantallas ambientales, se generaron prototipos de baja fidelidad de cinco pantallas ambientales, éstos fueron integrados a los escenarios y posteriormente evaluados por los usuarios potenciales.

Se concluye el capítulo con un análisis sobre los comentarios de los cuidadores y los resultados de la evaluación. Con base en esto, se decide el diseño de las pantallas ambientales idóneas a implementar.

4.2 Ideas de diseño

Se generaron cinco conceptos de diseño de pantallas ambientales, los cuales hacen uso de elementos visuales, auditivos, hápticos y kinestésicos para captar la atención del usuario y transmitir la información deseada según el escenario en el que se implemente. A continuación se describe brevemente cada uno de los diseños que pueden ser implementados.

- A. **Portarretrato digital.** Portarretrato digital que despliega la imagen de un paisaje con una cascada. Por medio del sonido de la caída de la cascada se llama la atención del usuario. Al mismo tiempo, diferentes elementos de la imagen resaltarán por medio de iluminación. Cada elemento representa la ubicación del evento a atender. Por ejemplo, si se ilumina la cascada ocurrió un evento en la habitación del residente 1; en cambio si se ilumina el río, el evento ocurrió con el residente 4.

- B. **Tempescope.** Esta pantalla ambiental hace uso de elementos auditivos, visuales y kinestésicos. Este dispositivo es capaz de simular distintos elementos de clima, como lo es la lluvia, iluminación o neblina. Haciendo uso de los tres canales de percepción, se puede informar al

usuario de distintos eventos con distintas prioridades de atención. Por ejemplo si se ilumina de un color verde con neblina significa que en el cuarto del residente 3 sucedió un evento pero por ser neblina no requiere de atención crítica; en cambio sí tiene la misma iluminación pero intercambiamos la neblina por la lluvia (caída de agua), esto da a entender que la situación requiere de atención inmediata.

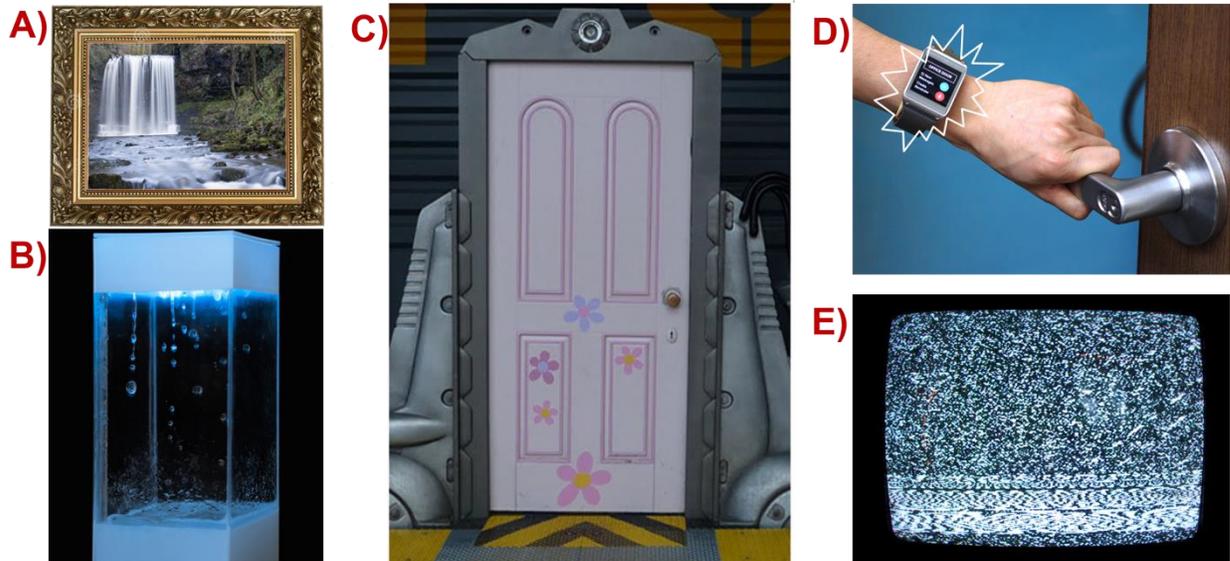


Figura 8. Ideas de diseño. A) Portaretrato digital. B) Tempescope. C) Puerta luminosa. D) Reloj háptico. E) Sonido ambiental.

- C. **Puerta Luminosa.** Cada puerta de los cuartos de los residentes contará en el marco con un foco que ilumine de distintos colores. Cada color representa un estado. Por ejemplo si al dar su rondín, el cuidador ve que todos los focos de un pasillo están iluminados de azul, puede darse cuenta de que todos los residentes se encuentran profundamente dormidos. En cambio si el foco de la puerta del residente 2 se encuentra iluminado de amarillo puede significar que el residente despertó pero que no se ha levantado de la cama. Si cambia a un estado en el que la luz del marco de la puerta del mismo residente se encuentra iluminada parpadeando de rojo, quiere decir que el residente se levantó y probablemente vaya a deambular.
- D. **Reloj Háptico.** Basados en la definición de la Real Academia Española, definimos ambiente como “Que rodea algo o a alguien como elemento de su entorno” se diseñó una pantalla ambiental que hace uso de estimulaciones hápticas en la muñeca del usuario para que por medio de clave morse, en forma de vibraciones, el usuario identifique el tipo de evento y la ubicación de este.

- E. **Sonido Ambiental.** El ruido blanco son ondas de sonido en las que no existe correlación estadística entre los valores de la señal en dos tiempos diferentes. Debido a esta característica la onda puede simular parecer plana. Este tipo de señales de audio tienen la facultad de enmascarar otros sonidos. En la naturaleza, algunos sonidos simulan las propiedades del ruido blanco. Por ejemplo el sonido de la lluvia; las gotas de lluvia al caer a distintas velocidades sobre distintos materiales generan múltiples y variadas vibraciones acústicas que en conjunto producen un sonido 'plano'. Otros sonidos naturales con estas características son el sonido del mar, o del viento.

Basados en este concepto, esta pantalla ambiental por medio de distintos sonidos naturales con estas características puede alertar a los cuidadores de distintos eventos. Por ejemplo, si un cuidador percibe un sonido de lluvia, este de inmediato sabe que el sonido de lluvia está asociado con el residente 8, por lo que va a atenderlo. Estos sonidos tienen la ventaja de ser agradables, se integran naturalmente al ambiente en el que se encuentran y en caso de que lleguen a un volumen elevado, no perturban el sueño de los residentes.

4.2.1 Integración de ideas de diseño con escenarios

Con el fin de exponer de manera clara un concepto tan amplio como el de las pantallas ambientales, y con el objetivo de validar las ideas de diseño, se integraron las pantallas ambientales a los escenarios problema vistos en el capítulo anterior. Con esto se generaron distintos escenarios solución en los cuales múltiples pantallas ambientales pueden resolver distintos escenarios. Esto nos da una idea de lo flexible que es el uso de las pantallas ambientales.

A continuación se nombra el nombre del escenario, seguido por la descripción de los escenarios solución según la pantalla ambiental implementada:

Escenario A) Sueño profundo o REM interrumpido por actividades o rondines de las cuidadoras

1) Luz de colores en puerta. Son las 5:04 de la madrugada y Liliana se dirige a su área para realizar el rondín de cambio de pañal a los residentes. Se dirigió al pasillo 1 de habitaciones. Vio la luz que emite el foco en el marco y como era color verde decidió entrar, ya que Don Esteban estaba en una fase de sueño ligero. Prendió la luz y revisó el pañal. Como no estaba mojado, solo aprovecho para recoger la basura del bote. Cuando terminó, siguió por el pasillo al siguiente cuarto que es el de la señora Alice. Vio el foco y el color que emitía era azul. Decidió saltársela y continuar con los demás residentes porque se pone de mal humor cuando se le despierta en fase de sueño profundo.

2) Sonido ambiental y puerta luminosa. 4:50, de la madrugada y empieza a escucharse un sonido apenas perceptible.

4:55, se distingue el sonido de una playa distante.

5:02, Liliana se dirige a su área para realizar el rondín de cambio de pañal a los residentes.

Se dirigió al pasillo 1 de habitaciones. Vió la luz que emite el foco en el marco y como era color verde decidió entrar, ya que Don Esteban estaba en una fase de sueño ligero. Prendió la luz y revisó el pañal. Como no estaba mojado, sólo aprovecho para recoger la basura del bote. Cuando terminó, siguió por el pasillo al siguiente cuarto que es el de la señora Alice. Vio el foco y el color que emitía era verde por lo que la Sra. Alice estaba en una fase de sueño ligero. Decidió entrar y revisarla.

4:10, el sonido se pierde lentamente.

3) Reloj Háptico. Son las 5:04 de la madrugada y Liliana se dirige a su área para realizar el rondín de cambio de pañal a los residentes. Se dirigió al pasillo 1 de habitaciones. Cuando puso la mano sobre la chapa de la puerta la pantalla del reloj que traía en la mano se iluminó de verde y vibró

suavemente indicando que Don Esteban se encuentra en una fase de sueño ligero. Prendió la luz y revisó el pañal. Como no estaba mojado, sólo aprovecho para recoger la basura del bote. Cuando terminó, siguió por el pasillo al siguiente cuarto que es el de la señora Alice. En cuanto su mano se acercó a la chapa, el reloj empezó a vibrar fuertemente, lo que significa que la señora Alice se encuentra en una etapa de sueño ligero. Decidió saltársela y continuar con los demás residentes porque se pone de mal humor cuando se le despierta en fase de sueño profundo.

Escenario B) Residente se levanta en medio de la noche y empieza a deambular por la residencia

- 1) **Tempescope.** 11:30 pm. Mientras Liliana acababa de cenar, Diana empezó a barrer el pasillo que conduce al lado A. Liliana se fue al área de lavado a recoger la ropa seca para ponerse a planchar. De repente escuchó un sonido como de agua cayendo; era el tempescope del área de lavado el cual emitía una luz color violeta. Eso significaba que alguien en el área C se había parado. Salió del área de lavado y regreso a la residencia. Se detuvo en la enfermería a ver si veía a Diana pero no estaba. Salió al pasillo y vio la luz violeta en la junta de la pared y el piso que le decía dónde estaba el residente que se había parado. Dio vuelta en el pasillo y vio que Jackson estaba caminando por ahí. Fue con él y lo regresó al cuarto. Cuando salió se encontró con Diana la cual le había hecho favor de atender a Patty mientras ella estaba en el área de lavado.

Escenario C) Residente se para en medio de la noche

- 1) **Sonido ambiental y luces.** Diana y Liliana están en la sala de lectura haciendo sus reportes, de repente se escucha un leve sonido de caída de agua. Una vez que se intensifica de manera gradual el sonido, Diana toma conciencia y se da cuenta de que algo pasa con alguno de sus residentes. Como de todas formas tiene que hacer rondín en 20 minutos aprovecha y va a revisar a todos. Camina por el pasillo de su área y ve que el foco del marco de la puerta de la Sra. Alice este encendido color verde. Esto indica que Alice está despierta y se paró, lo más seguro es que quiera ir al baño.

Escenario D) Residente no puede dormir por dolores nocturnos.

- 1) **Tempescope.** Liliana llega y recibe turno. Mientras revisa que tareas tiene para la noche, se percata de que el tempescope está lloviendo con neblina. La lluvia le da a entender que hay humedad en el ambiente y la nube que va a hacer frío. En base a esto programa sus actividades para ir a planchar y doblar ropa con Patty para entretenerla, ya que cuando el clima está así, Patty suele pedir medicamento para el dolor.

- 2) **Portarretrato Digital (Flor).** Liliana llega y recibe turno. Mientras acomoda el medicamento que va administrar durante el turno ve la imagen de una flor congelada en el cuadro de la enfermería; esto le da a entender que va a hacer frío en la noche. En base a esto programa sus actividades para ir a planchar y doblar ropa con Patty para entretenerla, ya que cuando el clima esta así, Patty suele pedir medicamento para el dolor.

Escenario E) Los residentes son despertados bruscamente en la mañana para llevarlos al comedor a desayunar

- 1) **Sonido ambiental.** A las 6:55 empieza a escucharse en la residencia un sonido como de bosque con pajaritos y un río pasando. Conforme pasa el tiempo el sonido aumenta sin llegar a ser muy intenso. Durante el cambio de turno, a las 7:10 am, Liliana le entrega la guardia a Elsa. Cuando llegan al cuarto de Alice, abren la puerta y la ven despierta sentada peinándose.

–Señora Alice ¿ya lista para desayunar?

–Preferiría que me lo traigan para no ir a desayunar con los demás pero ya que.

–Ahorita vengo por usted

4.3 Evaluación de perfiles persona, escenarios e ideas de diseño

Con el fin de validar los perfiles persona, escenarios e ideas de diseño, se realizaron dos sesiones de evaluación; la primera con dos cuidadores y un coordinador de cuidadores de la residencia, y la segunda con un cuidador de una residencia geriátrica en Ensenada. Se realizó una presentación oral seguida de una entrevista semi-estructurada individual para que los cuidadores y el coordinador de cuidadores (Tabla 2) calificaran los siguientes puntos:

- Realismo de los escenarios
- Importancia del monitoreo nocturno
- Percepción de implementación
- Importancia de no sustituir ciertas prácticas con tecnología
- Personalización a residentes
- Percepción de las pantallas ambientales
- Implicaciones de las pantallas ambientales
- Luces como pantalla ambiental
- Sonido como pantalla ambiental

Después, se registraron los comentarios adicionales de los cuidadores con los cuales se concluye la definición del escenario problema más crítico a apoyar con pantallas ambientales. Como resultado de esta evaluación, se identificó el escenario problema y la pantalla ambiental a implementar.

Tabla 2. Usuarios potenciales entrevistados con los que se realizó la evaluación.

Residencia	Rol	Tiempo laborando en la residencia	Tiempo total de la entrevista
Serena (Rosarito)	Coordinador de noche (CO)	8 meses	23M:55S
Serena (Rosarito)	Cuidador (CU1)	11 meses	12M:40S
Serena (Rosarito)	Cuidador (CU2)	1 año, 3 meses	13M:42S
ACAM (Ensenada)	Cuidador (CU3)	7 meses	1H:10M:19S

4.3.1 Realismo de escenarios

Durante la presentación y las entrevistas se encontró que todos los escenarios eran realistas según los informantes. Esto valida los resultados obtenidos del análisis conceptual de las entrevistas y las observaciones. La coordinadora de cuidadores hizo el siguiente comentario:

“... los escenarios están de acuerdo a lo que viste, y lo que viste fue la realidad... los escenarios que planteaste son los que se dan comúnmente. Los escenarios de que el residente se levanta a media noche. A veces en su confusión, la demencia hay demencias que se exacerban más en la noche. En el día están muy tranquilos y en la noche están a todo lo que dan” (CO)

4.3.2 Importancia del monitoreo nocturno

Así mismo, resaltaron el valor que tiene el monitoreo nocturno de los residentes, ya que la calidad de sueño de los residentes y el comportamiento que tienen durante las noches, son factores que influyen en el tratamiento indicado por los médicos.

“... para nosotros el dato del sueño es importante porque por ejemplo, hay medicamentos que tienen como efecto secundario insomnio y a todo eso se le da al médico cuando va a consulta y el médico en base a esto le modifica el tratamiento también” (CO)

4.3.3 Percepción de implementación

Sin embargo, los cuidadores mostraron inquietud por la futura implementación de los prototipos, ya que el costo del equipo podría ser un obstáculo para su instalación:

“Ya sería por parte de la administración. De ellos depende mucho que digan si o no” (CU2)

“Que [los sistemas] no sean caros porque si no, no los van a comprar” (CU1)

Esto contrasta con la opinión de la coordinadora de cuidadores, ya que ella vio como posible impedimento, la instalación de las pantallas ambientales en la infraestructura de la residencia:

“A lo mejor adaptarlos a lo que es la construcción de la casa... utilizarlos ya una vez impuestos, no creo que sea difícil” (CO1)

4.3.4 Importancia de no sustituir ciertas prácticas con tecnología

No obstante, tanto los cuidadores como la coordinadora hicieron observaciones sobre los escenarios solución porque es necesario mantener ciertas prácticas de enfermería; como lo es el entrar a los cuartos cada rondín sin importar la fase de sueño de los residentes. Ambos resaltan que no sólo se debe monitorear el sueño ya que existen otros factores como la respiración o la posición del residente en la cama a la hora de revisarlos durante la noche.

“... no nada más es que esté dormido, si no que este respirando bien. Porque por ejemplo a veces ellos se acuestan en una postura en que no respiran correctamente, no oxigenan correctamente o por ejemplo están nada más acostados de un lado y al día siguiente amanecen hinchados. Entonces esos yo también tengo que entrar a ver para voltearlos, para acomodarlos” (CO)

Otro punto que deben revisar constantemente es el estado en el que se encuentra el cuarto. Esto debido a que algunos de los residentes suelen sacar sus pertenencias personales de closets y alacenas y ponen en el piso. Para un adulto mayor con demencia que se levante en la noche desorientado y sin iluminación, esto representa un factor de riesgo de caída. Es por eso que las cuidadoras deben entrar a revisar que los cuartos estén recogidos y despejados.

“Uno de los residentes, a veces antes de acostarse, saca toda la ropa de su cuarto, tira los zapatos en el suelo. Entonces yo entro, veo todo esto y lo levanto porque yo sé que si se levanta a media noche, con eso se puede caer. Entonces si es importante que yo entre al cuarto” (CO)

Otra situación de interés que notamos es que muchas veces durante los rondines las luces de las habitaciones son encendidas para revisar pañales, administrar medicamentos, revisar estado de cuartos y closets, etc. Tanto las cuidadoras como la coordinadora mencionan que si bien despertarlos no es lo ideal, muchas veces es necesario, tanto por instrucción médica como por exigencia de los residentes.

“[un residente] necesitaba un medicamento cada tres horas. Estuviera dormido o no, yo se lo tenía que poner... A veces incluso tenía que despertarlo para que viera que se lo puse, porque como que él tenía

como cierta obsesión del medicamento... una vez me pasó que se lo puse y no se dio cuenta pues estaba bien dormido... ahora lo tengo que despertar porque o si no, te dice que no se lo has dado” (CO)

4.3.5 Personalización de residentes

Este tipo de situaciones como la previamente presentada no es generalizable; es importante denotar que cada residente tiene distintos padecimientos, por lo que la atención y cuidados muchas veces cambian de residente a residente. Conforme pasa el tiempo, los cuidadores van conociendo la rutina y costumbres de los residentes a tal grado de que en algunos casos modifican sus rutinas de trabajo conforme a los residentes.

“Ya los conocemos. Tu sabes quien tiene el sueño bien ligero y por eso muchas veces no hacemos las actividades o las hacemos antes o hasta la mañana cuando ya están casi despiertos” (CU2)

Este conocimiento que los cuidadores poseen de los residentes los ayuda a conocer ciertos patrones de comportamiento. Los cuidadores saben quién de los residentes requiere más atención en la noche según el reporte oral a la entrega de turno. Como apoyo para poder atender todas las necesidades de los residentes, cada uno de estos cuenta con un botón que al presionarlo genera una notificación en forma de alarma auditiva que se genera en el área de enfermería de la residencia. Estas alarmas son los números con los cuales están identificados cada uno de los residentes. Dependiendo del padecimiento de cada uno de los residentes, no todos las utilizan y no todos son capaces de utilizarla. Sin embargo hay ocasiones en las cuales múltiples residentes lo utilizan para llamar a los cuidadores. En un horario nocturno en el que hay menos cuidadores que durante el día, esto representa un reto de atención y de elección de quien es la persona que requiere de atención más urgente.

“Es una locura porque estos no paraban de sonar y a ti te estresa. Porque andas por ejemplo, atendiendo a una residente, y el botón sonando. Y no puedes ir con el que llama si con el que estás, exige de mucha atención. Muchos te exigen que vayas al momento.” (CO2)

4.3.6 Percepción de las pantallas ambientales

Sobre las pantallas ambientales, las reacciones fueron positivas. Tanto la coordinadora como los cuidadores aprobaron la utilización de las pantallas.

“En general todos tus aparatos están muy bien, pongan lo que quieran para mejorar” (CU1)

4.3.7 Implicaciones de las pantallas ambientales

Sin embargo hicieron algunas observaciones sobre la posible implementación de los prototipos. Como ya se mencionó antes, para los cuidadores es de vital importancia el entrar a los cuartos a revisar visualmente a los residentes. En el escenario de la iluminación de colores en la puerta, la coordinadora comentó que si bien sería interesante saber la fase del sueño, no sirve de nada tener la información si de todas formas se tiene que dar el rondín completo.

“aunque el foquito de la puerta me indique que el residente está muy dormido, yo también necesitaría entrar a verificar”(CO)

Sin embargo los cuidadores tuvieron otro enfoque en el cual las revisiones visuales pudieran hacerse de forma selectiva según los residentes que requieren de mayor vigilancia.

“Yo decía que como para dar rondines no daríamos como quien dice a todos rondín. Ya sería específicamente a los que en verdad se ocupa...” (CU2)

“Yo creo que si sería útil para las personas que no deambulan, ya no estaríamos constantemente abriendo su puerta. Para los demás sería más fácil identificar quienes si lo ocupan. Quien está pidiendo en ese momento auxilio o ayuda” (CU1)

4.3.8 Luces como pantallas ambientales

En cuanto al uso de luces, también resaltaron que en caso de tener que entrar, el saber en qué fase de sueño están los residentes los ayudaría a prepararse para conocer el efecto de su intrusión en el cuarto.

“No creo que sea, no creo que nos vaya a afectar. Hasta más tranquilo, entramos con más confianza”

(CU1)

4.3.9 Sonidos como pantallas ambientales

En cuanto al uso de sonido como pantalla ambiental, mencionaron que puede funcionar como forma de notificación ya que no hay otros ruidos que hagan que se pierda el ruido blanco.

“En la noche si porque hay menos ruido. En el día hay más ruido y a lo mejor se pierde” (CO)

También mencionaron que en contraste con las alarmas de botón con las que cuentan actualmente, el uso de un ruido blanco como pantalla ambiental volverían más ameno su ambiente laboral.

“Entonces con el sonido ambiental y todo, pues ayuda a crear un ambiente pues propio para trabajar”

(CO)

4.3.10 Escenario problema

Comentaron que este tipo de notificaciones no urgentes (en contraste con las del botón) pueden ser muy útiles para un problema recurrente que tienen durante las noches que es el que se levanten de la cama. Para esta población en específico, los informantes reportaron que el que se levanten de la cama puede ultimar en dos situaciones:

1. Deambulación no supervisada del residente en cuarto o residencia
2. Que el residente se quite el pañal, haga del baño en el piso de su cuarto y se acueste sucio en la cama.

Los informantes manifiestan que a pesar de que tienen sus rondines cada hora, no se dan cuenta de cuando los residentes se paran hasta que se los encuentran caminando por la residencia, o cuando hacen el rondín y encuentran el piso del cuarto sucio. Comentaron que un aviso sutil podría ayudarlos a identificar y prevenir este tipo de situaciones.

“Es que la residente 4 no hace ruido cuando se levanta, ella ya tiene como un mes que está levantándose y no hace ruido y hace pipi o popo en el suelo. Ya está como la residente 7. Solo que la residente 7 si hace algo de ruido y la residente 4 no hace nada de ruido. Entonces ahí sí que sería cómodo que nos avisara”

(CU1)

Este es un problema recurrente ya que reportan al menos un evento de este tipo por noche:

“Es que diario es lo mismo, diario se levanta el residente 9 o se levanta la residente 3 o se levanta la residente 4 o la residente 7 al baño” (CU2)

4.3.11 Sobre los diseños de las pantallas ambientales

Todos los diseños resultaron atractivos tanto para la coordinadora como para los cuidadores. Los percibieron estéticamente adecuados y consideran que ninguna de las pantallas ambientales representa un factor de distracción para ellos como cuidadores. También resaltaron que ninguna de las pantallas ambientales representa un riesgo que pueda afectar el sueño de los residentes.

“El de agua, el del chorrito de agua, está muy bien. El del que si vas a abrir la puerta con el reloj pues no tanto... el de las luces estaba muy bien... El del [sonido] ambiental para cuando se van a levantar me parece muy bien. El del cuadro que suene, está muy bien porque el puro sonido del botón te estresa” (CO)

Me gustó el del agüita... el que nos llama (en referencia al sonido blanco como pantalla ambiental) (CU3)

Solamente la pantalla ambiental del reloj fue valorada negativamente ya que fue percibida como problemática en el sentido de llevar un dispositivo todo el tiempo y que había que estarlo cuidando durante curaciones o cambios de pañal.

En cuanto la implementación, todas las pantallas ambientales fueron percibidas como fáciles de usar. Los cuidadores afirmaron que si bien este tipo de dispositivos son útiles para todos los residentes, les ven mayor provecho específicamente en los residentes que se paran en las noches:

Conveniente aplicarlos con todos los que deambulan. Yo creo que esas ideas están muy buenas para personas que deambulan para no molestarlos [mientras duermen]. Entonces todos los demás que no deambulan o que dependen prácticamente de nosotros, no es conveniente porque igual tenemos que entrar a revisarlos o que estén dormidos. (CU2)

4.4 Conclusiones

Los resultados obtenidos de esta validación confirman los resultados obtenidos del estudio cualitativo de campo. Esto nos permitió evaluar las ideas de diseño con los stakeholders principales para determinar la factibilidad de implementación de las pantallas ambientales.

Como resultado de esta evaluación se determinó que el principal problema que enfrentan los cuidadores del turno nocturno son los residentes que se paran de sus camas. Como se mencionó anteriormente el que se paren a deambular de manera no supervisada los pone en riesgo de caídas. También el que se levanten a hacer del baño en su habitación conlleva un doble riesgo: el cuidador deberá desatender otras actividades por limpiar piso, cambiar sábanas, pañal y ropa de residentes; la ejecución de estas actividades afecta el sueño del residente.

Como resultado de las pantallas ambientales, se determinó que si bien todas les fueron atractivas, el uso de sonidos ambientales para llamar su atención a distintas situaciones es una forma amena para ellos y no intrusiva tanto en las actividades que realizan como que vaya a afectar el sueño de los residentes.

Basados en el escenario problema seleccionado, se tomó la decisión de diseño de implementar dos pantallas ambientales: Sonido ambiental y reloj háptico. Estas decisiones se basaron en la valoración dada por los cuidadores y en la factibilidad de implementación e integración. Ambas pantallas ambientales trabajan con distintas capas de percepción y memoria. La primera con el tipo de sonidos y volumen que tenga; la segunda con el patrón de vibración y el tiempo que lleve activa.

El procedimiento de implementación de las pantallas ambientales y el método de censado serán explicados en el siguiente capítulo.

Capítulo 5. Implementación

5.1 Introducción

En este capítulo se describe el proceso de implementación del sistema de sensado y de las pantallas ambientales. Como se discutió en el capítulo anterior, con base en las evaluaciones de escenarios y de las ideas de diseño, se decidió implementar dos pantallas ambientales, “*Sonido Ambiental*” y “*Reloj Háptico*”. Los prototipos de alta fidelidad de ambas pantallas ambientales proveerán de información contextual en los escenarios en que el residente se levanta de la cama a deambular o a hacer del baño; ambos escenarios identificados por los cuidadores como de más relevancia e importancia.

En la primera sección de este capítulo se detalla el diseño físico y la implementación del sistema de sensado. En las siguientes dos secciones se describe el proceso seguido para la implementación de las pantallas ambientales. Y en la última sección del capítulo se explica la arquitectura utilizada entre el sistema de sensado y las pantallas ambientales.

5.2 Arquitectura

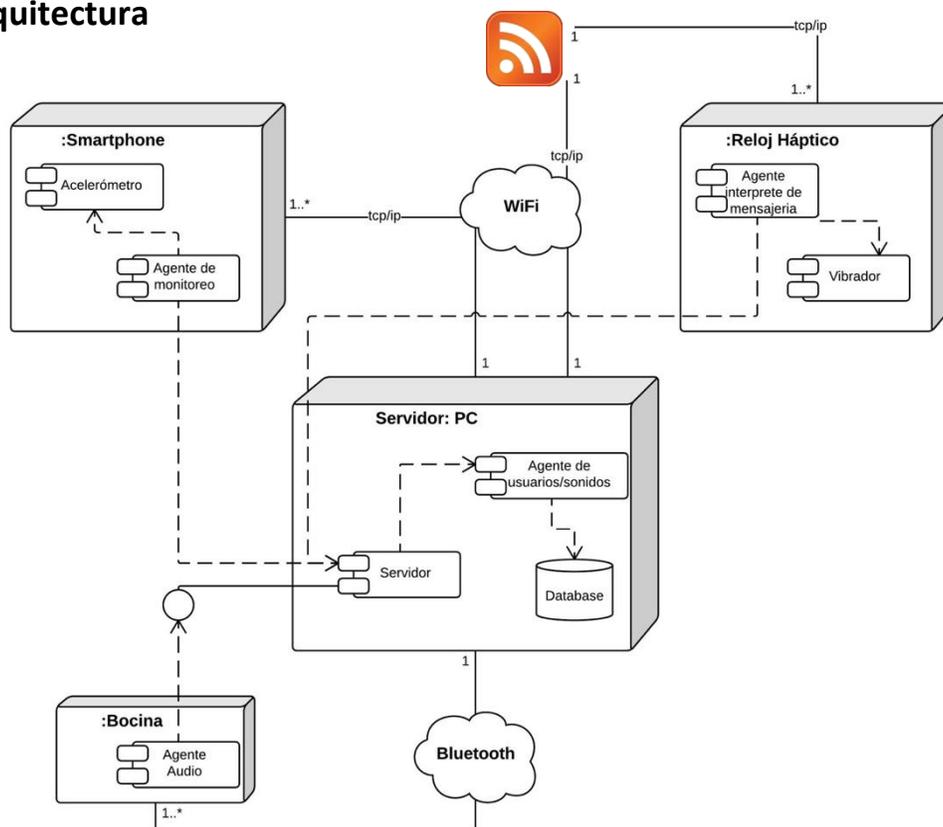


Figura 9. Arquitectura del sistema.

El sistema está compuesto por 4 elementos principales, un sistema de audio (compuesto por 4 bocinas inalámbricas), reloj háptico, sistema de sensado (compuesto por 4 smartphones) y un servidor el cual es el encargado de gestar las comunicaciones entre todos los elementos del sistema.

El servidor está conectado a una LAN (*Local Area Network*) con conexión a internet. Por medio de esta red, el servidor se comunica con los smartphones usando el protocolo TCP/IP. La comunicación con el sistema de audio lo hace a través de una interface Bluetooth multipunto para distribución de audio. La comunicación con el reloj háptico, la hace vía internet haciendo uso de servicios RSS.

En las siguientes subsecciones, se detalla el funcionamiento y los métodos de comunicación entre cada uno de los dispositivos.

5.3 Sistema de sensado

El objetivo principal del sistema de sensado es el detectar el momento en el que el residente se levanta de la cama ya sea para deambular o hacer sus necesidades. Se tomó la decisión de crear un “tapete inteligente” el cual detecte estas acciones en los residentes.

5.3.1 Acomodo físico

Se diseñó un prototipo de tapete el cual se compone de tres elementos:

- Una superficie rígida la cual funge como base física del tapete de 65cm x 41cm (Figura 10-A)
- Hoja de foam acolchonado el cual sirve como soporte/base de la superficie rígida (Figura 10-B)
- Dispositivo móvil que cuenta con acelerómetro, giroscopio y conectividad inalámbrica (Figura 10-C)

La base del tapete es una superficie rígida cubierta en la superficie por una capa plástica; Cuenta en uno de sus extremos con un una barra de foam acolchonado, que le da una altura de 3 cm en uno de sus costados. Sobre el borde elevado del tapete, se encuentra empotrado uno de los celulares móviles. El

dispositivo móvil, al igual que la superficie rígida, cuenta con una capa plástica de protección. Basándonos en las recomendaciones de diseño, tanto la superficie rígida como el dispositivo móvil están protegidos de agentes externos como humedad o diversas sustancias; esto con el fin de proteger la integridad de la tecnología.

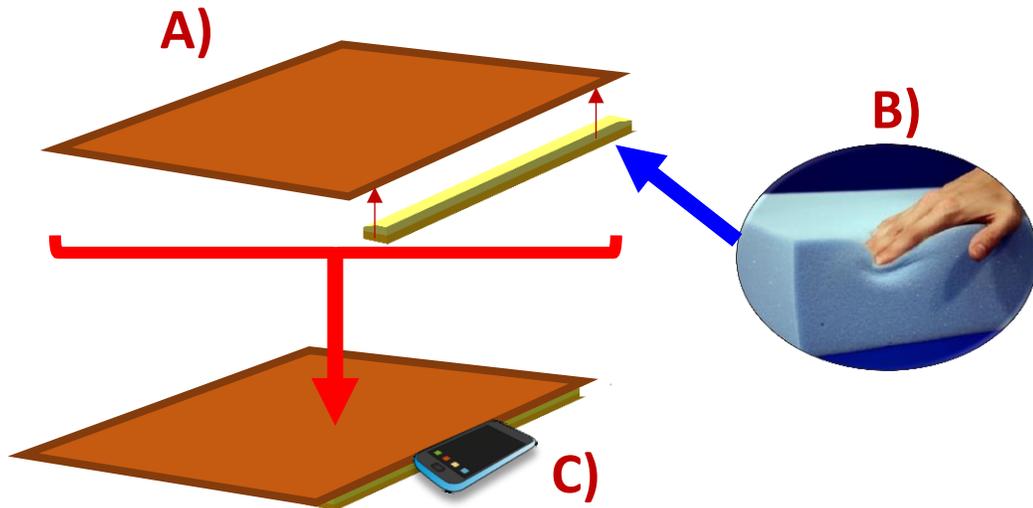


Figura 10. Estructura del tapete inteligente. A) Superficie rígida B) Foam acolchonado C) Smartphone

El foam acolchonado cuenta con la característica de no tener resistencia a cualquier presión ejercida por un agente físico externo. Esta característica le da un abanico de movimiento a la superficie en el caso de que por ejemplo, alguien pise o se recargue ligeramente sobre la superficie. El movimiento generado en la superficie rígida afecta de igual manera al dispositivo móvil. Este, cuenta con una aplicación Android que hace uso del acelerómetro para sensar estos movimientos.

5.3.2 Funcionamiento

Se desarrolló una aplicación móvil en el sistema operativo Android para sensar los eventos por medio del movimiento provocado en la superficie rígida. Este sensado se hace con el acelerómetro del dispositivo móvil. Los acelerómetros son sensores de movimiento que miden la aceleración de los objetos; Los tres valores (acc_0 , acc_1 y acc_2) que devuelve el dispositivo, representan la aceleración relativa a la gravedad

en direcciones X, Y y Z del objeto en cuestión. Sin embargo, a pesar de que el acelerómetro se encuentra aparentemente sin movimiento, la aceleración de la gravedad provoca que aún en un estado inerte, el sensor detecte una aceleración relativamente constante para esa posición en específico.

Se definieron como valores iniciales, los detectados en la posición inicial del dispositivo móvil (inclinado sobre la superficie rígida). En esta posición el vector de aceleración cuenta con los valores aproximados [~ 5.1 ~ 0.1 ~ 9.1]; estos valores varían entre los dispositivos móviles, ya que cada acelerómetro tiene distinta sensibilidad, adicionalmente la altura de los tapetes no es constante entre todos los tapetes debido a que con el uso el foam acolchonado varía en su grosor.

Se trabajó con el valor del eje X, ya que es en este eje sobre el cual el dispositivo móvil sufre un desplazamiento al moverse el tapete. Al generarse un evento, el valor en X disminuye dentro del intervalo [0.01 - 5]. Por medio de la aplicación móvil, se define a partir de qué valor dentro del umbral se considera que el residente se levantó de la cama y se requiere notificar a los cuidadores. Una vez detectado el evento el dispositivo móvil se comunica con el servidor para notificar el evento sucedido con el adulto mayor monitoreado.

5.3.3 Aplicación móvil

En la aplicación móvil se pueden realizar las conFiguraciones necesarias para el monitoreo de los residentes. La interfaz está compuesta por tres elementos, la dirección IP del servidor, la selección del residente monitoreado y la sensibilidad del sensor.

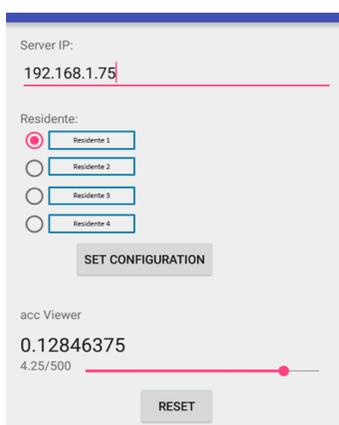


Figura 11. Interfaz de la aplicación móvil del tapete inteligente.

Como se muestra en la Figura 11, la aplicación cuenta con las conFiguraciones básicas para su instalación en cualquier red conectada al servidor. La aplicación puede conFigurarse para ser utilizada por cualquiera de los residentes prueba. Además, cuenta con una barra de desplazamiento que se contabiliza dentro del intervalo [0.1-5], el cual sirve para ajustar la sensibilidad de la aplicación y la detección de eventos. Los cuidadores pueden ajustar esta sensibilidad según sea el caso ya que con el uso constante, algunos de los foam acolchonados utilizados perdieron grosor y la altura del tapete variaba entre ellos. Si la barra de desplazamiento se dejaba en el valor predeterminado 5 (extremo izquierdo) la sensibilidad era ajustada automáticamente de acuerdo a la altura actual del tapete según la siguiente formula:

$$Evento = ACCx - 2 \quad (1)$$

Con reducir dos valores de aceleración de la gravedad se obtiene una sensibilidad lo suficientemente certera como para detectar fielmente todos los eventos en que se levanta de la cama el residente. Se aclara que se incluyó el modulo conFigurable del slider, ya que algunos residentes solo recargan sus pies en el piso y se quedan sentados al borde de la cama lo cual para casos específicos resulta de interés para los cuidadores.

Al generarse un evento la aplicación envía un mensaje al servidor con la información del evento ocurrido. El servidor registra su base datos el nombre del residente y la hora del evento. Una vez que el servidor activa las pantallas ambientales, el servidor envía una confirmación de respuesta a la aplicación del dispositivo móvil. La aplicación en caso de no recibir confirmación por parte del servidor, reenviará el mismo mensaje cada 30 segundos hasta recibir respuesta. Una vez recibida la respuesta del servidor, la aplicación se pausa hasta ser activada nuevamente. Esto debido a que dado que el tiempo de respuesta de los cuidadores es variable y que al entrar a las habitaciones pisan o mueven el tapete, si se reactivó la aplicación con la cuidadora aún dentro de la habitación, se puede generar un falso negativo. Una vez que el evento era atendido por los cuidadores, la aplicación se reactiva, para seguir monitoreando eventos.

5.4 Pantallas ambientales

Como se mencionó en el capítulo anterior, se seleccionaron dos pantallas ambientales para evaluar en la residencia. La pantalla ambiental de audio y la háptica. En la sección anterior se describió el proceso de

por el cual el tapete envía la notificación de evento ocurrido al servidor. Cuando el servidor recibe una notificación de evento, asincrónicamente activa ambas pantallas ambientales. A continuación se describe la implementación de ambas pantallas.

5.4.1 Reloj Háptico

Se implementó una aplicación en un Smartwatch Samsung Gear S, el cual cuenta con el sistema operativo Tizen. Este dispositivo cuenta con conectividad telefónica, inalámbrica (bluetooth y WiFi) y sensores como un acelerómetro y pantalla táctil. Se desarrolló una aplicación de RSS Feed para el monitoreo de eventos. Un RSS (del inglés, *Really Simple Syndication*) es un formato xml para compartir contenido en una red. Funciona bajo el paradigma de *Publisher and Subscriber* en el cual se publica un contenido y éste es distribuido a todos los suscriptores de ese 'canal' de información. Estos 'canales' de información son conocidos como RSS Feed. Se implementó una aplicación de RSS Feed debido a que dada la necesidad de mantener una conexión activa entre las pantallas ambientales y el servidor, y la poca fiabilidad de la conectividad WiFi del reloj, se hizo uso de una conexión a internet por medio del 3G del smartwatch. Esto significó que el reloj no compartiría la misma red que el servidor. Dadas las características técnicas del reloj, se implementó un RSS Feed en el reloj, en el cual el reloj toma el rol de suscriptor al canal en el que el servidor (el cual funge como publicador) publica los eventos. Este paradigma tiene varias ventajas bajo el contexto de la residencia. Por ejemplo, el agente de *call-center* es el encargado de monitorear a cuidadores y residentes por medio de las cámaras de seguridad; él se encuentra en una zona aparte de la residencia, conectado a una red aparte de internet. Si el agente de *call-center* está suscrito al feed de eventos, se puede enterar en tiempo real del momento en el que algún residente se pare de la cama y monitorearlo por medio de las cámaras, en caso de que el residente salga a deambular por la residencia si las cuidadoras no llegan a tiempo. Otro escenario sería que el agente de *call-center* al también estar al corriente de los eventos nocturnos, puede alertar a los cuidadores ocupados en otras actividades en caso de que estos no se hayan percatado de que un residente se salió de la cama.

Al generarse un evento, el servidor actualiza el archivo xml del RSS Feed y lo actualiza en un repositorio web. La aplicación del smartwatch recibe automáticamente la actualización del feed e inicia la notificación; primero con una vibración de 500 ms para llamar la atención del usuario, después de una pausa de 500 ms inicia el mensaje. Este lo hace por medio de patrones de vibración; se asignó un patrón

de vibración predeterminado para cada residente. Cada patrón de vibración está compuesto por tres elementos, una vibración, una pausa y otra vibración. Las vibraciones pueden tener o una duración de 300 ms o de 1000 ms, mientras que todas las pausas tienen una duración de 500 ms.



Figura 12. Reloj háptico - Smasung Gear S Tizen OS

Mientras no haya eventos registrados, la pantalla táctil del reloj muestra un mensaje general de bienvenida de la residencia. Al momento de registrarse un evento el mensaje cambia por una notificación escrita que incluye el nombre del residente la cual complementa a las vibraciones en caso de no ser decodificadas por los cuidadores. Mientras el evento no se atienda, tanto el mensaje escrito como el mensaje háptico seguirán activos indefinidamente. El servidor es el encargado de que actualizar el feed para que la notificación termine en el reloj.

5.4.2 Sonido ambiental

Se instalaron cuatro bocinas bluetooth dentro de la residencia. Para esto, se realizó una prueba de audio para determinar su ubicación óptima para que sin importar cuál sea la ubicación de los cuidadores, ellos siempre se encuentre dentro del rango sonoro de las bocinas.

El servidor se conecta con las bocinas por medio un par de antenas bluetooth. A pesar de que el servidor cuenta con una antena bluetooth propia, el protocolo bluetooth no soporta multicasting de audio, por lo que se utilizaron un par de antenas iPlugged con bluetooth 4.0.

Al recibir la notificación de alguno de los tapetes, el servidor reproduce un audio predeterminado para cada uno de los residentes. Este audio lo reproduce por medio de una conexión alámbrica de audio de 3.5 mm a las antenas, las cuales por medio de bluetooth distribuyen el sonido en tiempo real a las bocinas.



Figura 13. Equipo de audio instalado en la residencia. A) Logitech Z15 Speakers. B) Philips BT50W. C) Targus Shower Speaker. D) iPlugged bluetooth audio splitter

5.5 Servidor

Se implementó un servidor java en una computadora Windows 7 para administrar las comunicaciones entre los distintos elementos del sistema. El sistema cuenta con una interfaz gráfica con la cual el administrador del sistema puede ejecutar pruebas de audio, revisar el estado de la conexión con los tapetes y generar o destruir eventos en las pantallas ambientales.

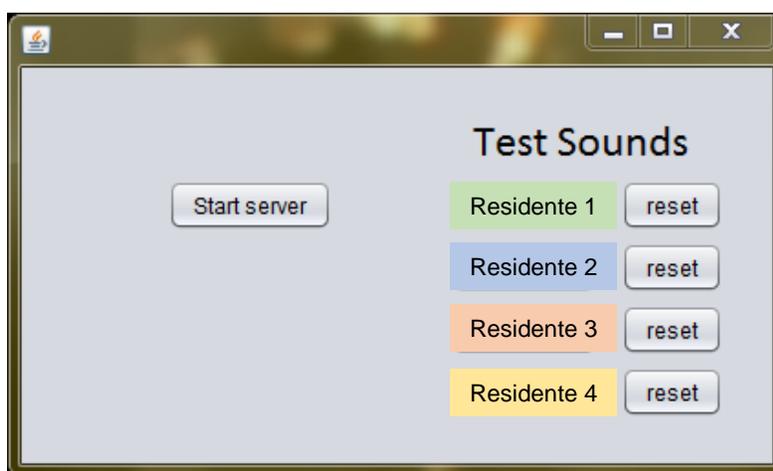


Figura 14. Interfaz principal del servidor.

5.6 Resumen

En este capítulo, se describió el proceso de implementación del sistema. Se presentaron las tecnologías de hardware y software utilizadas así como las implicaciones que estas conllevan para su uso con usuarios finales.

En el siguiente capítulo se detalla el trabajo de campo durante la evaluación haciendo uso de los prototipos implementados.

Capítulo 6. Evaluación y resultados

6.1 Introducción

En este capítulo se describen las actividades realizadas para la evaluación de “Sleepy Granny”, un sistema de monitoreo nocturno para adultos mayores con demencia y los resultados de dicha evaluación.

El estudio consiste en evaluar el desempeño de la usabilidad de las pantallas ambientales como un medio de notificación para alertas no urgentes. Se implementaron dos pantallas ambientales las cuales fueron utilizadas por cinco cuidadores para monitorear a cuatro adultos mayores con demencia durante 10 noches.

En este capítulo se presenta la metodología usada en la intervención, los procedimientos e instrumentos utilizados, y los resultados obtenidos. Esta evaluación se realizó en una residencia geriátrica localizada en la ciudad de Rosarito, Baja California

6.2 Objetivos

Los objetivos específicos de la evaluación fueron:

- Evaluar el funcionamiento del tapete inteligente y el sistema de pantallas ambientales.
- Evaluar la usabilidad de las pantallas ambientales en cuidadoras de adultos mayores del turno nocturno en una residencia.

6.3 Metodología

Para la evaluación de las pantallas ambientales, se siguió una metodología de evaluación que consta de cinco etapas como se presentada en la Figura 13 y son descritas a continuación:

- **Definición del problema:** identificación y acotamiento del problema a evaluar en el experimento.
- **Diseño de la evaluación:** esta etapa se conforma por la configuración del experimento. Se describe el protocolo de actividades seguido en el experimento, se detalla la configuración física del sistema en la residencia y la especificación de cómo se generan los eventos en los tapetes inteligentes. Adicionalmente se presenta una descripción de los usuarios cuidadores y residentes que fueron parte de la muestra.
- **Experimento de evaluación:** en esta sección se describen las actividades realizadas de los cuidadores de acuerdo a los eventos generados y de acuerdo a los lineamientos especificados en el diseño del experimento.
- **Análisis de resultados:** análisis de las observaciones, entrevistas y comentarios de las cuidadoras participantes para contrastar con los resultados cualitativos de la evaluación de las pantallas ambientales.
- **Conclusiones:** en esta sección se interpretan los resultados obtenidos en la etapa de análisis de resultados. Con esta información se establece la discusión sobre la usabilidad de distintos tipos de presentación de información por medio de pantallas ambientales

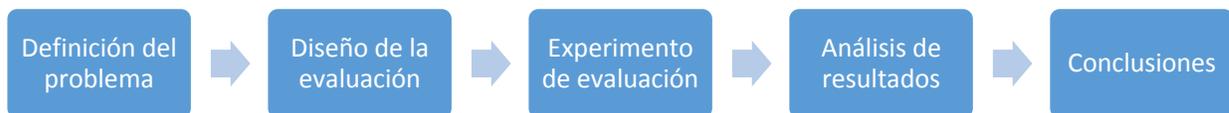


Figura 15. Metodología de la evaluación.

6.4 Definición del problema

Recapitulando, en el capítulo pasado, se identificaron cinco escenarios que ilustran situaciones en las cuidadoras del turno nocturno en una residencia geriátrica necesitan obtener información contextual de eventos no críticos de adultos mayores durante las noches. El identificar este tipo de eventos Les permite mejorar las condiciones de trabajo y la atención que brindan a los residentes. Al estar consciente del contexto de los residentes también pueden ayudar a prevenir accidentes nocturnos provocados por falta de atención a eventos no críticos. Mejorar las condiciones de sueño tiene un impacto positivo en la salud lo cual puede llegar a facilitar el trabajo de los cuidadores del turno matutino, ya que los residentes van a despertar descansados.

De los cinco escenarios identificados, la evaluación contempla los dos escenarios más críticos identificados por las cuidadoras. La información contextual a desplegar por medio de las pantallas ambientales se obtiene por medio de un monitoreo a través de tapetes inteligentes. Como se discutió en el capítulo anterior, se seleccionaron en conjunto con las cuidadoras dos pantallas ambientales, las cuales fueron implementadas para su evaluación. La primera pantalla ambiental trabaja por medio de estímulos auditivos ambientales. La segunda por medio de estímulos hápticos en forma de clave morse por medio de un reloj inteligente.

Una vez identificado el problema y la solución propuesta, se procede con la descripción del diseño de la evaluación.

6.5 Diseño de la evaluación

6.5.1 Sujetos de estudio

En el estudio participaron cinco cuidadores y cuatro residentes. En la tabla 3 se da una breve descripción de los participantes.

Tabla 3. Tabla de participantes de la evaluación.

Sujeto	Rol	Edad	Descripción
C0	Cuidador	20-30	Cuidador nuevo en la residencia. Al momento de la evaluación llevaba pocas guardias, por lo que aún no conocía del todo a los residentes o los procedimientos.
C1	Cuidador	30-40	Un año de experiencia en la residencia. Generalmente trabaja de día, es raro que se le asigne una guardia nocturna.
C2	Cuidador	40-50	Cuidador con más experiencia en cuidado de adultos mayores. Suele tomar guardias nocturnas.
C3	Cuidador	20-30	Cuidador con tres años de experiencia en la residencia. Toma guardias mixtas en el día y en la noche.
C4	Cuidador	40-50	Cuidador nueva en la residencia. Al momento de la intervención, solo tiene una guardia previa por lo que aún estaba aprendiendo procedimientos. Solo toma guardias nocturnas.
C5	Cuidador	40-50	Cuidador nuevo en la residencia. Al momento de la intervención, no llevaba ninguna guardia en la residencia por lo que se encontraba algo disperso ya que apenas conocía a los residentes y los procedimientos internos.
R1	Residente	70-80	Residente padece de Alzheimer. Se comunica claramente en inglés cuando necesita algo. Debido a la debilidad en sus piernas, no puede mantenerse parada o caminar, por lo que se transporta en silla de ruedas. Suele ser la residente que demanda más atención en las noches.
R2	Residente	60-70	Residente con alto grado de demencia. Tanto de día como de noche suele deambular por la residencia a un paso lento, ya que está perdiendo el equilibrio debido a su postura. En las noches suele despertar para hacer del baño
R3	Residente	60-70	Debido a sus horarios irregulares de sueño, esta residente con un nivel medio de demencia suele despierta en las noches y deambula.
R4	Residente	60-70	Dado que duerme mucho durante el día, este residente suele despertarse en las noches. También, las cuidadoras reportan que despierta con terrores nocturnos y delirios de persecución.

6.5.2 Instalación de tapetes y pantallas ambientales

Los tapetes inteligentes fueron instalados en las habitaciones de cuatro residentes con demencia de la residencia geriátrica. Cada tapete se colocó al costado de las camas de los residentes monitoreados. Con asesoría de las cuidadoras, se posicionó cada tapete del lado de la cama por el cual los residentes se levantan.



Figura 16. Instalación de los tapetes bajo la cama

Los tapetes se colocaron dos centímetros bajo las camas. Esta condición permitió proteger el dispositivo celular empotrado en el tapete de posibles pisadas o de humedad generada por la posible orina de los residentes. La configuración del tapete se ilustra en la Figura 16.

La Figura 17 muestra un plano de la residencia, en el que se encuentran marcadas en rojo las áreas de alcance de las distintas fuentes de audio. Estas áreas fueron seleccionadas con base en los espacios en los que las cuidadoras del turno nocturno acostumbran realizar sus actividades cuando no se encuentran en las habitaciones de los residentes. El área 1 abarca la sala-comedor y la cocina. El área 2 abarca la enfermería (donde manejan medicamentos y equipo médico) y el área de lectura (donde realizan sus reportes de enfermería); en esta área también se encuentra el servidor principal el cuál administra la comunicación entre el tapete y la pantalla ambiental. El área 3 se incluyó ya que es un espacio de tránsito frecuente durante los rondines nocturnos.

En verde, se marcan las cuatro habitaciones donde se colocaron los tapetes inteligentes. La residencia divide las habitaciones en clústeres (A, B, C) los cuales se dividen entre las cuidadoras; en el turno de la noche una cuidadora se encarga del área A y la segunda cuidadora se encarga de las áreas B y C.

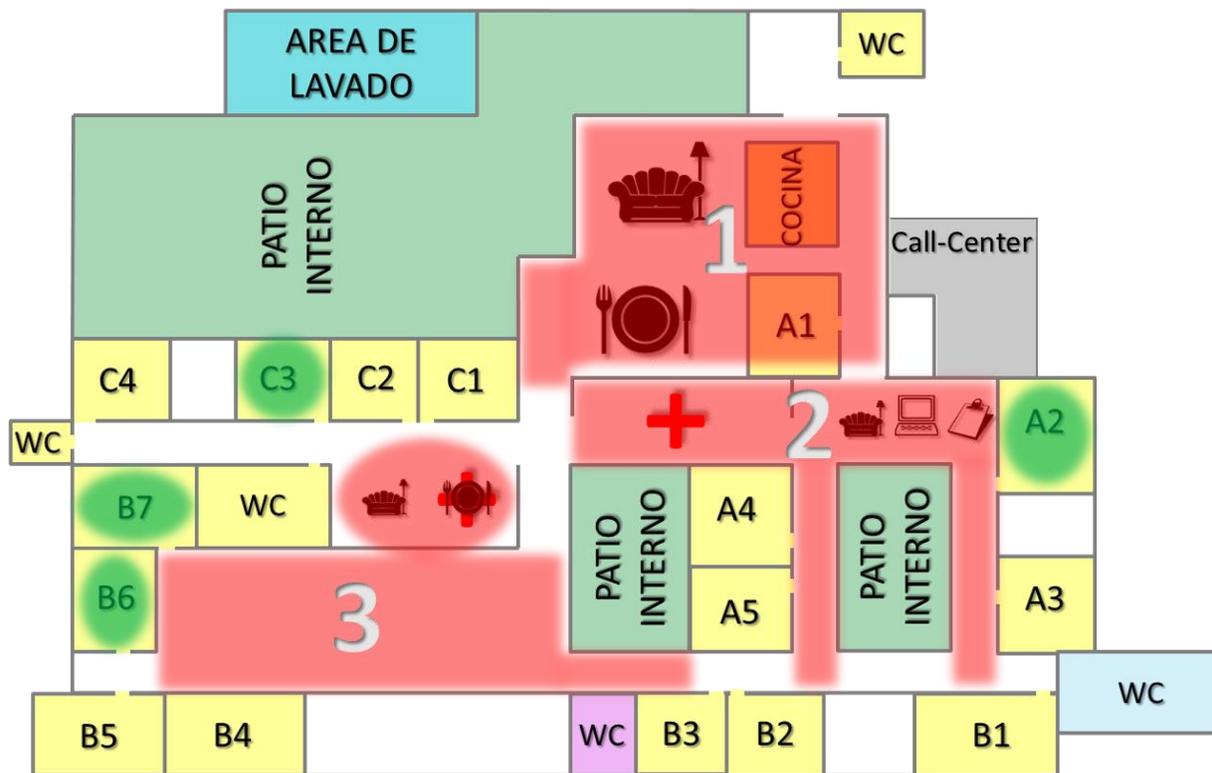


Figura 17. Mapa de la residencia. Las habitaciones monitoreadas (áreas iluminadas con verde) y áreas de alcance de las estaciones de audio (áreas iluminadas en rojo).

6.5.3 Generación de eventos

Un evento de interés es la acción de un residente al poner en contacto sus pies con el tapete inteligente. Esto puede darse debido a que el residente se siente en el borde de la cama o que el residente se para de la cama.

En el momento en el que el residente entra en contacto con el tapete, el acelerómetro del teléfono inteligente, empotrado en el tapete, detecta el movimiento provocado por el residente, lo cual genera el evento (Figura 18). El teléfono inteligente envía, por medio de WiFi, un mensaje al servidor con el

número de identificación del residente que generó el evento. Acto seguido, el servidor activa las pantallas ambientales para alertar a las cuidadoras.

6.5.4 Colocación y configuración de las pantallas ambientales

Apoyados en los resultados presentados en el capítulo 4, se seleccionaron dos pantallas ambientales para la evaluación. La primera consistió en utilizar sonido ambiental, utilizando el equipo de sonido inalámbrico descrito en el capítulo 5. Se asignaron distintos sonidos a cada uno de los residentes para que al generarse un evento los cuidadores identificaran la ubicación de éste.

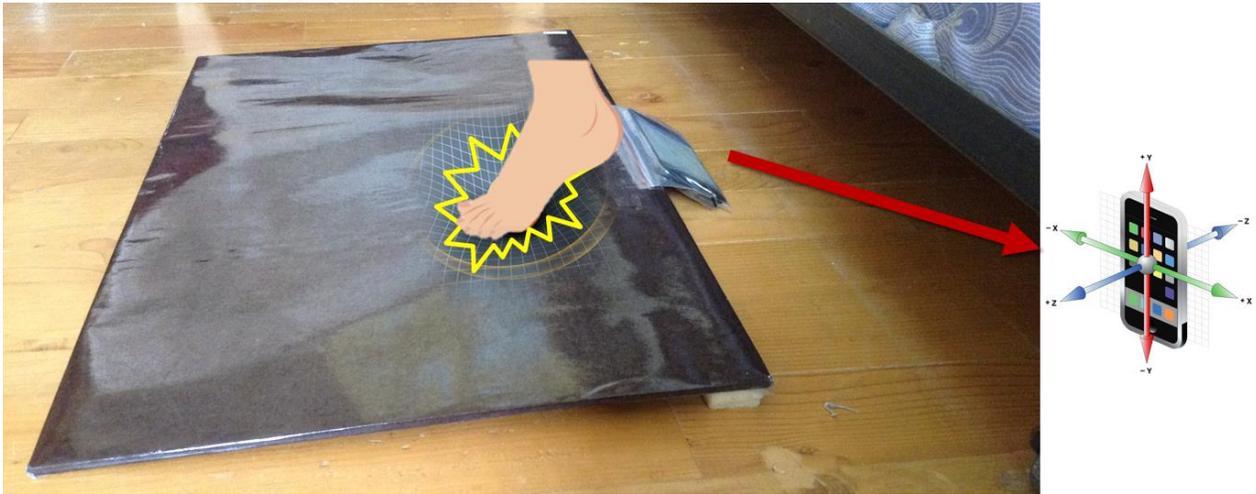


Figura 18. Descripción gráfica de la generación de eventos en el tapete inteligente.

Al generarse un evento en el tapete inteligente (Figura 18), se reproduce un sonido el cual aumenta gradualmente desde un volumen casi imperceptible hasta un volumen alto en un intervalo de un minuto con treinta segundos. El sonido sólo se detiene cuando las cuidadoras atienden el evento o en casos particulares en los que posterga la atención al evento en favor de otra actividad. En la tabla 4 se muestra el sonido asignado a cada residente utilizando durante la intervención.

La segunda pantalla ambiental seleccionada fueron los estímulos hápticos por medio de un reloj inteligente. Los estímulos hápticos se proveyeron en forma de vibraciones con patrones de clave morse. A cada residente se le asignó un patrón morse distinto; adicionalmente en la pantalla del reloj inteligente se desplegaba el nombre del residente que generó la alerta en el tapete.

Al generarse un evento, el reloj inteligente vibraba una primera vez para captar la atención de las cuidadoras. Después de un segundo y medio vibraba el patrón morse correspondiente al residente en cuestión; el patrón se repite intermitentemente hasta que el evento era atendido. El intervalo de tiempo entre los patrones morse fue de medio segundo.

Tabla 4. Asignación de residentes a códigos morse y sonidos.

Residente	Código morse (háptico)	Sonido
R1	— —	Corriente de agua
R2	. —	Lluvia
R3	. .	Viento
R4	— .	Playa

6.5.5 Protocolo de la evaluación

Para no interferir con las actividades de las cuidadoras, se estableció un protocolo para establecer los horarios de instalación/desinstalación de equipo y los horarios de monitoreo.

- 8 a 10pm
 - Instalación de servidores y equipo de audio
 - Instalación de tapete-sensor en las habitaciones
 - La instalación se llevó a cabo en el momento en el que las cuidadoras acostaron a los residentes
 - Capacitación-tutorial de los cuidadores para el uso de pantallas ambientales (como recordatorio sobre el uso de las pantallas ambientales o exposición breve de los objetivos y métodos de la intervención en caso de que el cuidador participara por primera vez)

- 10pm a 4 am
 - Monitoreo de residentes por medio de pantallas ambientales
 - Cada hora se realizará un seguimiento a los cuidadores durante los rondines de los residentes observados
 - Cada treinta minutos se verificarán los *tapete-sensor* en caso de que hay algún error de tipo II (Falso negativo)
- 4am a 5 am
 - Desinstalación de equipo
 - Realización de una entrevista semi-estructurada a las cuidadoras para capturar las impresiones de los eventos monitoreados.

-

6.5.6 Entrevista sobre impresiones de las pantallas ambientales

Para obtener retroalimentación sobre la percepción de las pantallas ambientales, en caso de generarse algún evento, se realizaron entrevistas semi-estructuradas para recolectar las impresiones de las cuidadoras.

6.5.7 Experimento de evaluación

En esta sección se detalla la evaluación realizada de las pantallas ambientales en la residencia.

6.5.8 Aplicación de la evaluación

La evaluación se realizó a lo largo de 10 noches de monitoreo de los residentes de la noche del 29 de Junio a la noche del 28 de Julio. Cada noche se trabajó con dos cuidadores distintos de los cuales solamente uno portaba el reloj inteligente. Se aclara que de las diez noches, el reloj inteligente solo fue utilizado ocho noches debido a errores de conectividad no contemplados previamente.

6.5.9 Limitantes de la evaluación

Al momento de iniciar la evaluación, la residencia geriátrica sufrió algunos cambios administrativos, los cuales provocaron que algunas de las consideraciones obtenidas del caso de estudio quedaran obsoletas.

A continuación se describen algunos de los cambios presentados en la residencia:

- Cambios en el personal de cuidadores. Al momento de realizar el estudio contextual, existían dos cuidadores y un jefe de cuidadores en el turno de noche; con los cambios, se suprimió al jefe de cuidadores.
- Debido a bajas en el personal hubo nuevas contrataciones de cuidadores. Esto nos permitió realizar la evaluación con cuidadores inexpertos tanto en el conocimiento de los residentes como en las metodologías internas de la residencia.
- Al momento de realizar el estudio contextual, las cuidadoras mantenían un horario de actividades en la residencia independientes a sus rondines. Entre estas actividades se incluía lavado de pisos, cocina, acomodo de ropa y closets de los residentes, lavado y planchado de las prendas de los residentes, etc. El objetivo de estas actividades es mantener despiertas y alertas a las cuidadoras para que no desatiendan a los residentes. Con los cambios administrativos, se contrató a un personal de limpieza, el cual se encarga de algunas de estas actividades lo cual da más tiempo libre a las cuidadoras. Esto puede provocar una desatención a los residentes, ya que por la falta de actividad, las cuidadoras pueden llegar a distraerse y no oír alguna alerta. Además, debido al cambio de actividades, los lugares que más frecuentaban las cuidadoras del turno nocturno cambiaron, por lo que esto afectó los resultados de las pruebas de audio, los cuales estaban enfocados en las áreas más concurridas por las cuidadoras al momento de realizar el estudio contextual.

Como resultado de estos cambios:

- Se seleccionó a un nuevo set de residentes a monitorear.
- Se ajustó la ubicación del servidor y sistema de audio en la residencia
- Se tuvo la oportunidad de probar el sistema con cuidadores nuevos los cuales no participaron en el estudio contextual

6.5.10 Descripción de eventos de evaluación

Para monitorear los eventos monitoreados por los tapetes inteligentes, se definieron tres distintos tipos de eventos:

Eventos reales: eventos naturalistas provocados por la interacción residente – tapete inteligente.

Eventos provocados: eventos generados artificialmente por el observador para incentivar el uso de las pantallas ambientales.

Eventos falsos positivos: se califica a un evento como falso positivo cuando se genera un evento por alguna falla de hardware o causas externas como por ejemplo el escenario en que un cuidador presione inconscientemente el tapete inteligente al dar su rondín por los cuartos; o el escenario en que un residente recargue un pie sobre el tapete como se muestra en la Figura 19.

A lo largo de 10 noches de monitoreo se registraron un total de 22 eventos de los cuales 16 fueron eventos reales, 4 fueron eventos falsos positivos y 2 fueron eventos provocados. De los 22 eventos en los que se contó con sonido ambiental, 77.27% fueron atendidos, mientras que de los 16 eventos en los que estuvo involucrado el reloj háptico solo 62.5% fueron atendidos.

La tabla 5 describe los eventos monitoreados durante la intervención. La tabla está compuesta por el ID del evento, tipo de evento (R: evento real, F+: evento falso-positivo, P: evento provocado), el ID del residente que inició el evento, fecha, hora y descripción del evento.

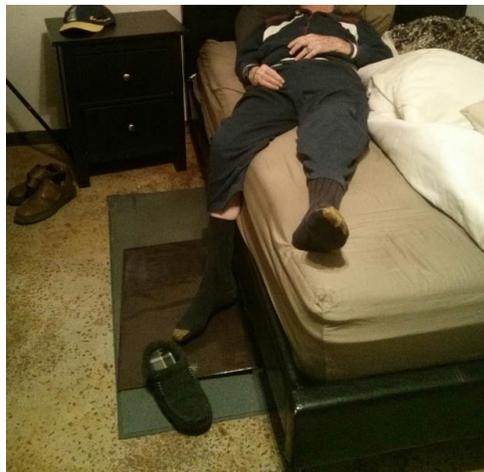


Figura 19. Residente generando un falso positivo al dejar caer su pie sobre el tapete.

En la tabla 6 se relacionan los eventos con los cuidadores que intervinieron con los distintos eventos. La tabla posee un apartado de observaciones adicionales del evento generado.

Tabla 5. Descripción de los eventos sentidos.

ID	Tipo de evento	Residente	Fecha	Hora	Descripción
E01	R	R1	30-Jun	0:35	C1 está viendo la televisión con un volumen alto por lo que no alcanza a escuchar el sonido ambiental. C2 quien trae puesto el reloj, se encuentra descansando en la habitación de uno de los residentes y aparentemente no percibió el estímulo háptico en la muñeca. Después de 5 minutos sin respuesta de C1, se le notificó verbalmente del evento e inmediatamente fue a atenderlo.
E02	R	R1		1:47	C1 está viendo la televisión con un volumen alto por lo que no alcanza a escuchar el sonido ambiental. C2 quien trae puesto el reloj, se cambió de cuarto para seguir durmiendo y nuevamente no percibió el estímulo háptico en la muñeca. Después de 5 minutos sin respuesta, se le notificó verbalmente a C1 del evento e inmediatamente fue a atenderlo.
E03	R	R3	6-Jul	1:41	C2 se encuentra haciendo su reporte en la Tablet en la sala-biblioteca. C3 camina de la cocina a la sala-biblioteca cuando escucha el sonido ambiental. Avisa al observador que no sabe a dónde ir. Después de recibir la instrucción se dirige al cuarto de R1. R1 se encontraba fuera de la cama y sentada en su silla de ruedas. C3 entra con ella y la devuelve a la cama. C2 reporta haber escuchado el sonido pero lo dejó pasar ya que vio que el evento ya era atendido por C3.
E04	P	R1		3:14	Se programó un evento a las 3:14 para ver si lo percibían las cuidadoras. Se activó la alarma R1 y C3 despertó al observador para indicarle que estaba atendiendo al llamado.
E05	P	R2	7-Jul	22:43	Se programó un evento a las 22:43 a modo de recordatorio del funcionamiento del sistema a C3 y como tutorial para C4. Se activó la alarma R2 y C3 avisó al observador para indicarle que estaba atendiendo el llamado.

E06	F+	R2		1:07	C4 en su rondín activó la pantalla ambiental, lo cual provocó que C3 acudiera con el observador para preguntar a qué residente correspondía el sonido.
E07	F+	R4		2:30	C4 en su rondín activó la pantalla ambiental lo cual provocó que C3 fuera a atender el evento. Nota 1: C3 ya no preguntó a qué residente correspondía el sonido.
E08	R	R1	13-Jul	3:13	C4 atendió la llamada de sonido ambiental. Encuentra a R1 sentada en la cama intentando pararse para ir al baño. C4 auxilia a R1 a llegar al baño y la devuelve a la cama. C2 ignora el sonido ambiental desde sala de lectura.
E09	R	R1	14-Jul	23:50	C4 atiende llamado 1m26s después de activada la pantalla ambiental de sonido. Mientras atiende el evento, C4 informa al observador que el reloj no indica que perdió su conexión a internet. C2 ignora el sonido ambiental.
E10	R	R1	23-Jul	23:17	R1 intenta pararse de la cama. C3 percibe las vibraciones en el reloj y va desde la sala a atender a R1. C3 tras percibir el sonido ambiental, llega con R1 para asistir a la compañera.
E11	R	R1		0:35	R1 se sienta para hacer del baño en su silla de ruedas e intenta pararse para llegar. Ambas cuidadoras la asisten para llevarla al baño tras atender el sonido ambiental.
E12	F+	R1		0:41	Después de llevar a R1 al baño, C4 regresa a revisar a R1 y provoca un falso positivo al mover el tapete con una cobija. C3 atiende el llamado y encuentra a C4 en la habitación revisando al residente.
E13	R	R2		1:15	R2 se levanta para ir al baño. C3 atiende el llamado percibido por el sonido ambiental.
E14	R	R1	24-Jul	3:47	R1 se encuentra inquieta y quiere levantarse a deambular. C2 percibe las vibraciones y se dirige a atender a R1. Dado que solamente estaba inquieta, solo devolvió a R1 a la cama.

E15	R	R1		4:20	R1 sigue inquieta y sin dormir, y vuelve a intentar pararse. C2 vuelve a atender el llamado y revisa pañal y la cama. Procede a cambiar pañal a R1. Por sonido ambiental, C5 llega a la habitación a asistir a C2.
E16	R	R1	27-Jul	21:59	C2 y C4 se encuentran cenando en el comedor. R1 se sienta en su cama y activa su tapete. Las cuidadoras comentan que ya se despertó alguien. Las cuidadoras confirman con el observador si el sonido corresponde a R1. Sin embargo C2, la responsable de R1, no se levanta de la mesa para ir a atender a la residente. Comenta “así le hace siempre, se queda sentada pero no se puede levantar. Ahorita voy”. 1hr 1mn después de activarse el sonido ambiental, C2 se levanta de la mesa y va a revisar a R1.
E17	R	R1		0:23	El sonido ambiental se activó cuando C2 que se encontraba en el área de enfermería, que procedió a atender inmediatamente a R1 que se estaba volviendo a levantar. C4 se encontraba haciendo un rondín con otro residente por lo que a pesar de recibir la notificación vía estimulación háptica, no pudo atender el llamado.
E18	R	R3		1:05	R3 se levanta y empieza a deambular en su cuarto. C4 percibe vibraciones e inmediatamente va a revisar a la residente. Después de revisar a R3 encuentra que el pañal, la ropa y la cama están mojados y procede a cambiar a R3.
E19	R	R4	28-Jul	23:55	C3 percibe vibraciones y alerta a C4 sobre R4 que se acaba de parar. Al llegar al cuarto C4 encuentra a R4 intentando levantarse de la cama. R4 sufría de terrores nocturnos, y agitado decía: “me quieren matar”, “yo me quiero ir a caminar”, “quiero que no haya nadie en las cortinas”, “es que me van a robar”. Después de 10 minutos C4 logra tranquilizar R4 y lo regresa a la cama.

E20	F+	R3		2:16	Por alguna razón se activó el tapete de R3 provocando una falsa alarma, ambas cuidadoras atendieron la llamada.
E21	R	R1		4:51	R1 se sienta en la cama. C3 percibe las vibraciones e inmediatamente atiende el llamado. Encuentra a residente sentada en la cama. C3 la vuelve a acostar y regresa a la sala.
E22	R	R2		5:01	R2 vuelve a despertarse y activa el tapete. Una vez más C3 atiende el llamado y la vuelve a acostar. "Yo creo que ya no va dormir", comenta.

Tabla 6. Tabla de relación evento-cuidador. Esta tabla indica que cuidadores participaron en cada evento. Se incluyen observaciones adicionales de los eventos participación de los cuidadores. 's' Indica sonido ambiental; 'r' Indica reloj háptico; 'x' Indica evento no atendido; '✓' Indica evento atendido; '■' Indica ausencia de reloj háptico; '□' Indica que el reloj háptico no fue usado esa noche por el cuidador.

Evento	Cuidador												Observaciones adicionales	
	C0		C1		C2		C3		C4		C5			
	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r		
E01			x	□	x	x								C2 se encontraba descansando en el cuarto de uno de los residentes
E02			x	□	x	x								Después de notificarle a C2 que se le pasó un evento, la cuidadora se cambió de cuarto para seguir durmiendo
E03					x	□	✓	□						
E04					x	□	✓	□						Evento provocado para alertar a las cuidadoras
E05							✓	□	x	□				Evento provocado como recordatorio sobre el uso de pantallas ambientales
E06							✓	□	x	□				C4 al ser nueva en la residencia, y no conocer bien la dinámica de la actividad, movía los tapetes cuando daba algunos de sus rondines
E07							✓	□	x	□				
E08					x	■			x	■				El observador hizo uso del smartwatch para revisar existencia de errores. El observador alertó a C2 y C4 de la existencia del evento
E09					x	□			x	✓				Error de conectividad del smartwatch
E10							x	✓	✓	□				
E11							✓	x	✓	□				Error de conectividad del smartwatch
E12							✓	x	✓	□				Tapete mal acomodado bajo la cama C4 movió tapete con cobija) / Error de conectividad del smartwatch
E13							✓	x	x	□				Error de conectividad del smartwatch

E14			x	✓				x	<input type="checkbox"/>	Esta es la primera guardia de C5 en la residencia. Desconoce a residentes y procedimientos de trabajo.
E15			x	✓				✓	<input type="checkbox"/>	
E16			✓	<input type="checkbox"/>			x	✓		El evento fue percibido pero fue ignorado "ella siempre le hace así, ahorita se acuesta" (tardó 1hr1mn en ir a revisar a residente)
E17			✓	<input type="checkbox"/>			x	✓		
E18			x	<input type="checkbox"/>			x	✓		
E19					x	✓	✓	<input type="checkbox"/>		
E20					x	✓	✓	<input type="checkbox"/>		Falla técnica o R4 de alguna manera provocó el evento (al momento de revisarla se encontraba acostada, aparentemente dormida con el pañal seco)
E21					x	✓	x	<input type="checkbox"/>		
E22				✓	x	x	<input type="checkbox"/>			Cuidadora se encontraba en área de lavadora y como no era su residente no atendió la llamada.

6.6 Análisis de resultados

En esta sección se detallan los resultados de la evaluación cualitativa de las pantallas ambientales. Dichos resultados, fueron obtenidos de comentarios e impresiones registrados durante la evaluación y de las entrevistas realizadas al final de la evaluación. Los resultados se presentan por medio de citas.

En el segundo apartado de esta sección, se exponen los resultados cuantitativos.

6.6.1 Evaluación de pantallas ambientales

El objetivo principal de la intervención fue el evaluar ambas pantallas ambientales como mecanismos de emisión de información contextual de los residentes a las cuidadoras. Basándonos en la heurística de evaluación de Mankoff (2003), se evaluaron siete características que debe cumplir una pantalla ambiental:

- A. Utilidad y relevancia en los datos desplegados
- B. Periferia de la pantalla
- C. Integración de la pantalla ambiental con el ambiente en el que se instale
- D. Diseño basado en la información
- E. Mapeo intuitivo y consistente entre los estímulos y los datos
- F. Transición simple a información compleja
- G. Notoriedad del estado de notificación
- H. Diseño agradable y estético

Para esto, se registraron los comentarios hechos por los cuidadores durante la evaluación; además, se realizó una entrevista al final de la evaluación para obtener la percepción de los cuidadores después haber hecho uso de las pantallas ambientales y contrastarla con la que tuvieron durante la evaluación de los diseños.

Debido a que muchas de las respuestas de los cuidadores abarcan más de una de las categorías de la heurística, agrupamos las características de la heurística para presentar los resultados cualitativos de la evaluación. Las heurísticas se agruparon de la siguiente forma:

- **(A)** Utilidad y relevancia en los datos desplegados
- **(B)** Periferia de la pantalla / Integración de la pantalla ambiental con el ambiente en el que se instale
- **(D/E)** Diseño basado en la información / Mapeo intuitivo y consistente entre los estímulos y los datos
- **(F/G)** Transición simple a información compleja / Notoriedad del estado de notificación
- **(H)** Diseño agradable y estético

(A) Utilidad y relevancia en los datos desplegados

De acuerdo a la heurística de Mankoff (2003), la información proporcionada por las pantallas ambientales debe ser útil y relevante para los usuarios. En este estudio esto se mide en la relevancia que los cuidadores dan a la información proporcionada por las pantallas.

Como se discutió en el capítulo 4, ambas pantallas informan al cuidador cuando un residente se levanta de la cama. Los resultados obtenidos durante la evaluación de los prototipos indican que ésta es información útil y que las cuidadoras la consideran de alta prioridad debido a que por ejemplo, en el caso de que algún cuidador se encuentre ocupado con algunas de sus actividades extras, sepa de la existencia del evento y lo atienda.

*“Va a ser de mucha ayuda cuando andas ocupado
en otra cosa y si vibra pues ya corres” [C4]*

Además, una de las cuidadoras hizo hincapié en que el contar con esta información en tiempo real les ayuda a disminuir su carga de trabajo, ya que pueden reducir el monitoreo visual de estos residentes para poder atender a otros.

“Me pareció sensacional porque si sonó con R2 y con R1... Cuando tengo esta área (área C) doy mucha vuelta porque son pacientitos más delicados y te evitas el estar con la zozobra de si se levanta o no se levanta” [C4]

También reportan que es de mucha importancia contar con esta información de algunos residentes delicados ya que son los más vulnerables a sufrir caídas.

“Es de mucha ayuda para evitar caídas, por ejemplo R4 sufre de mareos... entonces en cuanto ponen el piecito uno corre y sabe en qué punto ayudarlos. Si no está el tapete lamentablemente sufren caídas” [C3]

(B/C) Periferia de la pantalla

Integración de la pantalla ambiental con el ambiente en el que se instale

La integración con el ambiente y periferia de la pantalla y se refiere a la ubicuidad del dispositivo. La pantalla debe poder pasar desapercibida al usuario y a la vez debe poder llamar su atención al momento de activarse. Una pantalla debe ser sencilla de monitorear por los usuarios, pero a la vez no debe chocar y sobresalir sobre el ambiente en el que está incluida. Tanto el reloj háptico como el sonido ambiental deben contar con estas características.

El ruido blanco implementado como una pantalla ambiental de sonido es un claro ejemplo de una pantalla completamente integrada al ambiente. La información es entregada discretamente a los usuarios y debido a la implementación de sonidos naturales que hicimos, no perturba el ambiente y a su vez puede ser fácilmente monitoreada por los cuidadores.

Un cuidador reporta un método alternativo que utilizaba para detectar el momento en el que los residentes se paraban:

“[antes] A R2 por ejemplo le ponía los botes de la basura para que cuando ella se levantara yo escuchara el ruido y correr, está mejor con el tapetito” [C4]

El cuidador hacía uso de un sonido a modo de notificación para detectar el evento. Este sonido provocaba una interrupción inmediata en el ambiente. Además, físicamente el acomodar los botes de basura alrededor del adulto mayor en un ambiente poco iluminado puede provocar un accidente.

*“Ya ves por ejemplo R1 que se para y se para y el otro día se cayó.
[Ahora] corres y la agarramos sentada, entonces sí está muy bien [el sonido]” [C3]*

En cuanto al reloj háptico, al estar sujeto a la muñeca de los cuidadores físicamente cumple con los requisitos de estas características de la heurística de Mankoff; sin embargo la evaluación del estímulo háptico se obtuvieron resultados contrastantes. Algunos de los comentarios de los cuidadores respecto a las vibraciones se escriben a continuación:

[Las vibraciones] están leves pero si se sienten. Si se sienten bien. Y si aparece el nombre. [C2]

“No vibra fuerte, [pero] te digo que si se siente, no es como cuando traes el celular; [cuando vibró] como que sentí y ya voltee y vi que decía el nombre [del residente]” [C3]

Como se puede apreciar en los comentarios anteriores, se reporta que las vibraciones son sutiles pero distinguibles. Sin embargo, durante las observaciones realizadas en la evaluación, existieron algunos eventos que no fueron detectados por los cuidadores que hicieron uso del reloj porque se encontraban en un estado de aletargamiento producido por inactividad y cansancio. En estos casos confirmamos que los estímulos utilizados son perceptibles sólo para usuarios que se encuentren en estado de alerta.

Otro punto a resaltar es que los cuidadores hicieron uso del estímulo háptico como medio de notificación, no como canal de adquisición de información por medio de clave morse. Los cuidadores al percibir la vibración inmediatamente revisaban la pantalla del reloj para verificar el nombre del residente que generó el evento; esto sin detenerse a percibir el mensaje por el canal de percepción háptico.

(D/E) Diseño basado en la información

Mapeo intuitivo y consistente entre los estímulos y los datos

Los puntos D y E conglomeran lo referente a la relación entre los usuarios y como les es presentada la información. Según Mankoff las pantallas ambientales deben proporcionar la suficiente información para

que sea útil y relevante pero sin provocar una carga cognitiva al cuidador. La transferencia de información debe ser la adecuada para que pueda ser intuitiva por los usuarios.

Como se mencionó en el capítulo 4, para la pantalla ambiental basada en estímulos auditivos, se definieron cuatro sonidos, asociados a cada residente. Para la pantalla ambiental háptica, se designaron 4 patrones hápticos (en forma de clave morse) los cuales al igual que en los sonidos, cada uno representa a un residente. La identificación de la relación sonido-residente y patrón de vibración-residente conllevó un período de aprendizaje el cual varía de persona a persona y depende del número de recurrencias de uso de las pantallas ambientales.

Como se mencionó en el punto anterior (B/C de la heurística de Mankoff) muchos de los cuidadores solamente hicieron uso de las vibraciones como medio de notificación y no como canal de transmisión de información como era lo esperado.

“Lo que me gustó es que sale el nombre exactito.

Entonces ya corres para cualquier habitación y vas directo” [C4]

“ya me dijo la compañera que el letrerito decía la paciente y hay que ir con la paciente... se le prendió el foquito, como una alarma” [C5]

De todos los cuidadores solo hubo un sujeto de estudio que después de múltiples noches empezó a reconocer los patrones de vibración que distingue a cada residente:

“Yo sentí que vibraba, se apagaba y volvía a vibrar el de R2, creo que era como constante [el patrón]... El de R1 era largo, vibraba y se detenía y el de R2 era más constante” [C3]

En contraste, el mapeo sonido-residente resultó más simple y sencillo de aprender para los cuidadores.

“como que ya me identifico, como que está sonando agua y aaah! Es R1 y rapidito yo sé que va a ser R1 ya como que me estoy identificando con ellos y ya los estoy conociendo.” [C3]

“me pareció cómodo, está bien porque así se da cuenta uno de que está despierto” [C2]

Debido a la buena respuesta de los usuarios con los estímulos auditivos, se indagó sobre el número máximo de sonidos que estarían dispuestos a ‘aprenderse’:

“Pues cuatro porque a veces los confundo” [C3]

Sin embargo aun sin los estímulos auditivos de las pantallas ambientales las cuidadoras constantemente relacionan distintos sonidos con distinta información:

“hay veces que nos toca lavar cambiar, barrer y estas por todos lados y no los escuchas [a los residentes]. Yo por ejemplo con R1 (en el área A) no había trabajado más que una vez por lo que para mí es nuevo y no le conozco los gritos; en la otra área ya conozco cuando gritan y ya estoy preparada para oírlos” [C4]

Un cuidador también comentó que una combinación de ambas pantallas sería lo ideal ya que habría dos canales de entrega de información por lo que si uno falla existe otro de respaldo.

“Está más practico [con dos] porque ya ves que suena y te vibra, entonces se me hace más practico así” [C3]

“Si estas distraída y por ejemplo si estas en cuarto y no escuchas las bocinas, el reloj vibra y tú ya sabes si alguien está parado” [C3]

(F/G) Transición sencilla de información simple a compleja

Notoriedad del estado de notificación

Las pantallas ambientales deben proporcionar información detallada de una manera perceptible al usuario, sobre todo si ofrece múltiples estados de la información. En el caso de los estímulos auditivos de la pantalla ambiental de ruido blanco, se distingue una capa de la otra por medio del volumen del sonido. A mayor volumen, más tiempo llevaba activada la pantalla lo cual se traduce en que el residente lleva más tiempo fuera de la cama.

“Más fácil el sonido, [con] las vibraciones solo te das cuenta de que algo pasa, pero es más fácil [identificar] el sonido” [C5]

“Se me hace más práctico en la forma de que te avisa de que está sonando en las bocinas” [C3]

En contraste, el reloj háptico solamente incluyó una sola capa de información (vibración activa o inactiva).

“No es tan sutil, si se siente, no es como que tan leve pero si lo sientes”[C3]

Sin embargo también reportan que es más perceptible el canal háptico al auditivo debido a que temen que el sonido se pierda por algún ruido que lo enmascare:

“[Más fácil percibir] la vibración, porque por ejemplo si está el ventilador prendido o hay otro sonido pues no [se escucha]. En cambio la vibración pues [solo] volteas el brazo” [C4]

“Aquí la tele la tenemos prendida. Si es un sonido leve pues no [se oye]. Y la vibración te hace a fuerza voltear. Entonces puede ser mejor la vibración” [C4]

Sin embargo, como se muestra en la tabla 6, hubo más eventos atendidos por notificaciones auditivas que por hápticas. Aunque se aclara que ambas pantallas ambientales están diseñadas para usuarios en estado de alerta. Se observó a algunos cuidadores que por fatiga no estaban del todo alertas.

(H) Diseño agradable y estético

Una característica que toda pantalla ambiental debe cumplir es ser estética y agradable a la vista. Los cuidadores estuvieron de acuerdo en que ambas pantallas ambientales cumplen con esta característica. Los cuidadores compararon las pantallas ambientales con un sistema de notificación que utilizan ellos en la residencia. En el área de enfermería hay una bocina la cual dice el número del cuarto en el que el residente solicita ayuda por medio de un botón de pánico.

“El de aquí (la bocina) suena muy fuerte y por ejemplo el sonido que pusieron hoy como de una patrulla está muy feo y si alguien tiene el sueño muy ligero se va a despertar y se puede escuchar en toda la casa; en comparación el que tú tienes es más como dices sutil, no es tan fuerte, tan chillante... esa es la gran diferencia.” [C3]

“tus sonidos son más armoniosos, son más relajados y me da tiempo de ir con calma” [C3]

“el botón de aquí ya ves cómo estaba pite y pite, estaba muy feo; en comparación de sonidos pues está perfecto el tuyo porque no es un sonido como muy fuerte, es más relajante para todos” [C3]

En general a los cuidadores les parecieron agradables los sonidos. Mejora el ambiente de trabajo y tiene la ventaja de que notifica de manera efectiva a los cuidadores sin perturbar el sueño de los residentes de sueño ligero.

Observaciones adicionales

Como se mencionó anteriormente ambas pantallas ambientales están diseñadas para personas en estado de vigilia, ya que son medios de presentación de información y no alarmas.

Las cuidadoras hicieron notar que el diseño físico del tapete debe ser un poco más robusto ya que es vulnerable a que los residentes lo tomen y lo rompan:

“R4 le quito el sensor a su tapete. Hay que tener cuidado. También luego hay algunos que se encierran y no puedes entrar” [C2]

6.6.2 Resultados cuantitativos

En esta fase se analizaron y compararon los datos cuantitativos y cualitativos obtenidos de las 10 noches de intervención al monitorear a cuatro residentes con demencia en la residencia en Rosarito. Se contabilizaron un total de 22 eventos a lo largo de 10 noches de monitoreo.

Se define como evento real a todo evento naturalista provocado por algún residente por medio de los tapetes ambientales. Definimos como evento falso positivo como eventos provocados por alguna falla en la configuración física del tapete o como un evento provocado accidentalmente por alguna cuidadora al interactuar con el tapete durante sus rondines. En la Figura 20 se visualiza la distribución de eventos por día así como la relación evento real, falso positivo y provocados.

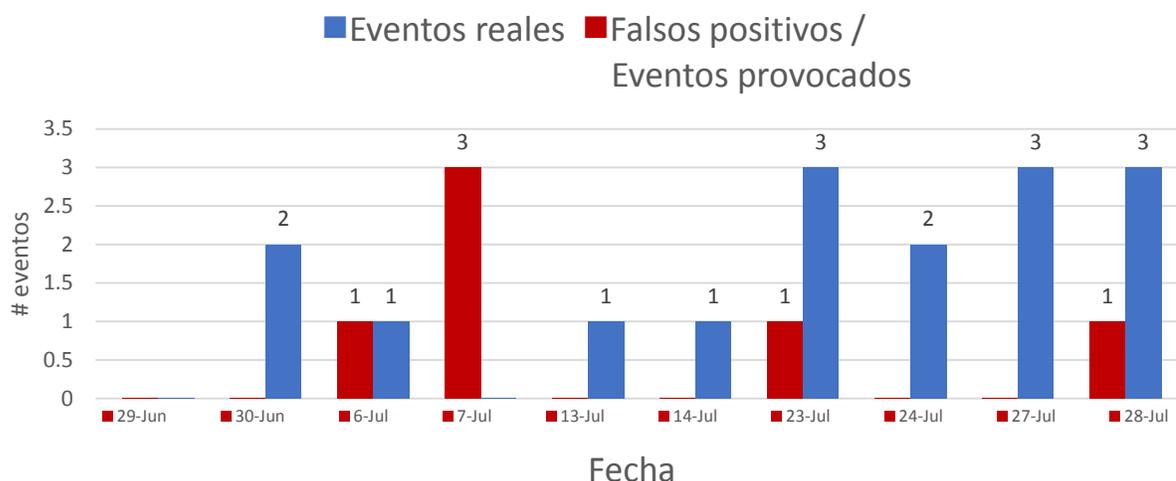


Figura 20. Distribución temporal de los eventos sentidos.

En la tabla 7 se describe la naturaleza de los eventos no reales.

Tabla 7. Descripción de los eventos no reales.

ID	Fecha	Tipo de evento	Descripción
E04	6-Jul	P	Evento provocado para alertar a las cuidadoras
E05		P	Evento provocado como recordatorio sobre el uso de pantallas ambientales
E06	7-Jul	F	C4 al ser nueva en la residencia, y no conocer bien la dinámica de la actividad,
E07		F	movía los tapetes cuando daba algunos de sus rondines
E12	23-Jul	F	Tapete mal acomodado bajo la cama (R2 movió tapete con cobija)
E20	28-Jul	F	falla técnica o R4 de alguna manera provocó el evento (al momento de revisarla se encontraba acostada, aparentemente dormida con el pañal seco)

6.6.3 Cuidadores

Debido a la constante rotación de cuidadores a lo largo del estudio, del total de seis cuidadores, solo tres participaron más de una vez en el estudio como se puede ver en la Figura 21.

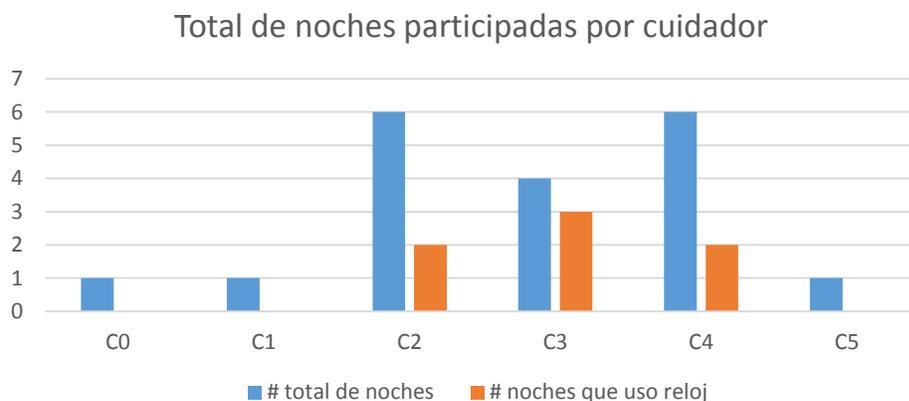


Figura 21. Total de noches participadas por cuidador

Como se mencionó anteriormente una de las limitantes es que contábamos con un reloj, por lo que solamente un cuidador podría usarlo cada noche. En la Figura 21 de arriba se puede ver como por ejemplo C4 participó en seis noches y de estas solamente dos noches usó el reloj.

En la Figura 22 se puede apreciar la relación de eventos atendidos según las pantallas ambientales por cuidador, por fecha. Comparando con los resultados de la tabla anterior, podemos ver como a pesar de que C2 participó un total de seis noches, solamente tuvo participación activa las noches del 24 y 27 de Julio. En contraste, C3 que sólo participó cuatro noches, fue la cuidadora más entusiasta y que logró detectar un total de nueve eventos por medio de estímulos auditivos, y cuatro eventos por estímulos hápticos. Si bien influye el número de eventos por noche, un factor importante fue la apertura que mostraban las cuidadoras a la tecnología. C2 por ejemplo, se mostró reacia a utilizar el reloj, de ahí que sólo lo utilizara en un par ocasiones. La primera noche ignoró el evento ya que se encontraba un poco adormilada, por lo que sólo tuvo participación la segunda noche que usó el reloj donde se mostró más cooperativa.

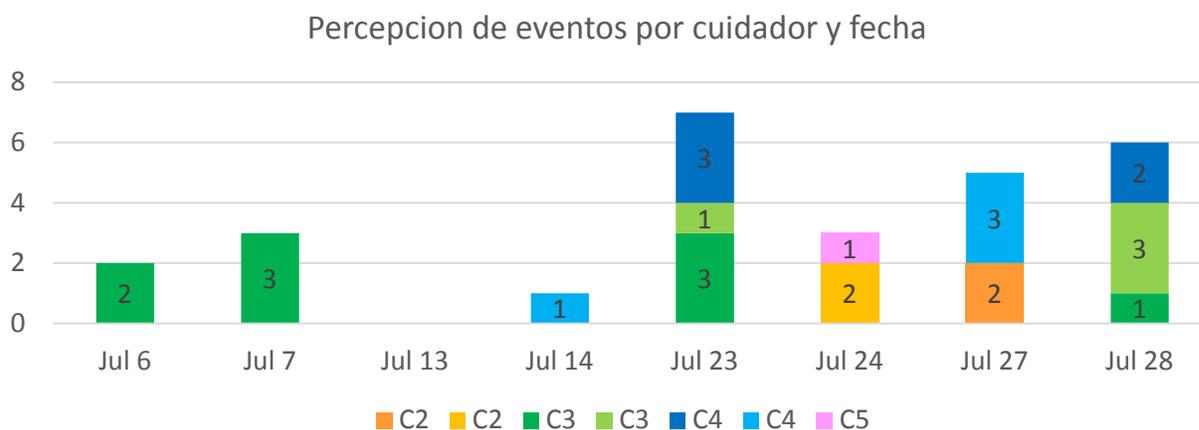


Figura 22. Percepción de eventos por cuidador y fecha

6.7 Discusión

Como resultado de la evaluación de los escenarios, se tomó la decisión de implementar el escenario en que los adultos mayores se levantan en la noche para deambular o ir al baño con el apoyo de dos pantallas ambientales. Como se explicó previamente, este tipo de conductas fueron consideradas de suma importancia para los cuidadores. Efectivamente durante la evaluación se comprobó que algunos de los residentes con demencia tienden a levantarse en las noches, lo cual representa un riesgo importante de caída. Durante la evaluación se registraron un promedio de 2.75 eventos por noche; esto confirma la opinión de los cuidadores al señalar la importancia de este escenario, tanto por su frecuencia, como por el riesgo asociado a una caída, como se explicó en el capítulo 2. Como se explicó en el capítulo dos, la trascendencia de una caída en la salud durante la vejez representa un factor de riesgo importante para desarrollar otro tipo de padecimientos.

El monitoreo de este tipo de eventos por medio de pantallas ambientales mostró ser eficiente para alertar a los cuidadores sobre el estado de los residentes. Se identificaron un total de 22 eventos de los cuales sólo tres no fueron atendidos por los cuidadores. Estos tres eventos no percibidos por ninguna de las pantallas ambientales, se debieron a problemas de proximidad atención de los cuidadores con las pantallas. Sin embargo, hay que considerar que actualmente este tipo eventos de eventos suelen no ser percibidos por los cuidadores, o lo hacen en forma tardía, por ejemplo cuando ven a un residente caminando por un pasillo.

El uso del tapete inteligente y de las pantallas ambientales propició un balance entre un monitoreo oportunista no intrusivo de los residentes y un monitoreo ubicuo por el cual los cuidadores se mantienen informados sobre el estado de los residentes. En las diez noches de evaluación los errores falsos negativos se debieron a agentes externos al sistema i.e. el escenario en que el cuidador mueve el tapete al dar su rondín. Sólo se presentaron cuatro falsos eventos de esta índole (Tabla 7).

Comparando los resultados de la primera evaluación con los resultados finales de la evaluación de las pantallas ambientales podemos hacer las siguientes observaciones:

- Se presentó un cambio en la percepción de la pantalla ambiental háptica. Durante la evaluación del diseño, a los cuidadores les preocupaba al usar este tipo de dispositivos. Los cuidadores percibían como un problema el tener que cuidar un dispositivo de tan alto costo durante actividades básicas como cambios de pañal o curaciones. Sin embargo, durante la evaluación del

prototipo los comentarios fueron favorables. Se aclara que las noches en que se sensaron eventos por medio del reloj háptico, el cuidador que lo portaba no realizó el tipo de actividades que ellos habían percibido como riesgosas para el dispositivo.

- De acuerdo a los resultados obtenidos, la pantalla ambiental de sonido se percibieron y atendieron un mayor número de eventos (77.27%) que con la pantalla ambiental háptica (62.5%). Sin embargo, los cuidadores percibieron la pantalla ambiental háptica como novedosa y muy efectiva. El contraste entre la percepción de ambas pantallas y la eficiencia esta sesgado por el hecho de que los cuidadores preferían observar la pantalla del reloj en lugar de reconocer el código morse háptico.
- Durante la primera evaluación se le propuso a los cuidadores el uso de ruido blanco natural, el cual implementado como pantalla ambiental demostró ser una forma eficiente y sencilla de transmitir distintos tipos de datos. Los cuidadores compararon los sonidos naturales propuestos con las alarmas comerciales que utilizan en la residencia y reportaron que efectivamente estos sonidos son más relajantes y propician un ambiente laboral más agradable. Esto fue validado con los resultados de la evaluación cualitativa de la pantalla ambiental auditiva, ya que los cuidadores expresaron que este tipo de sonidos además de tener la ventaja de no alterar el sueño de los residentes, también les parecen placenteros y efectivos como medio de notificación. Estos dos puntos validan los resultados obtenidos durante la primera evaluación.
- Los cuidadores manifestaron durante la evaluación de los escenarios-solución que a pesar de que les gustaban los diseños de los prototipos, creían que el costo de implementación e instalación sería un impedimento para que la residencia adoptara las tecnologías en un futuro. Sin embargo, tanto el diseño del tapete inteligente como el de la pantalla ambiental de sonido resultaron ser eficientes, también y de un costo menor a alternativas comerciales, como el tapete de presión Smart® que cuenta con una alarma inalámbrica con sonidos preestablecidos y no personalizables y un costo aproximado de 240.00 dólares más 140.00 dólares por tapete adicional. Esta alarma sólo cuenta con una sola fuente de sonido y los audios se limitan a números, sirena de ambulancia y timbre de alarma sin opción a personalizar o agregar sonidos. En contraste nuestro prototipo de audio es personalizable, el sonido es descentralizado y el costo de inicial se calcula en aproximadamente 150.00 dólares (por cada tapete adicional se anexan 70 dólares).
- Los resultados también mostraron que a pesar de que ambas pantallas ambientales cumplen con la heurística de pantallas ambientales de Mankoff y colaboradores (2003) (utilidad y relevancia de los datos, periferia e integración en el ambiente, diseño, etc.), es necesario que los

cuidadores cumplan dos características, que se encuentren en el rango espacial definido por Vogel y Balakrishnan (2004), estos son: que los usuarios se encuentren dentro del área en que puedan percibir las pantallas ambientales, y que se encuentren dentro de un rango de conciencia el cual puede ser afectado por sus actividades adicionales en la residencia o incluso por la falta de vigila.

- A pesar de que la carga cognitiva de ambas pantallas ambientales para la decodificación de la información es baja, la carga fue menor en los estímulos auditivos contra los hápticos. Esto debido a que los cuidadores reportaron que necesitan más tiempo con los estímulos hápticos para poder memorizarlos y no depender de la pantalla del reloj. Mientras que al menos 3 cuidadores memorizaron varios de los sonidos relacionados con cada uno de los residentes, sólo un cuidador memorizó algunos de los códigos morse.
- Otro factor a considerar sobre los resultados de percepción de eventos por las pantallas ambientales es que los cuidadores cambiaban constantemente. Esto dificultó que los cuidadores se familiarizaran tanto con los sonidos como con los pulsos hápticos. Por ejemplo, como se vió en la Tabla 6, C2 hizo uso del reloj la noche del 7 de Julio y no volvió a utilizarlo hasta el 27 de Julio. Veinte días sin uso del reloj háptico explica porque para C2 tuvo dificultades para memorización los estímulos hápticos.

6.8 Resumen

En este capítulo se presentó la evaluación realizada del sistema de sensado por pantallas ambientales en un ambiente realista con usuarios finales. Durante la evaluación los cuidadores hicieron uso de las dos pantallas ambientales que se seleccionaron con base en el escenario generado en el caso de estudio. De acuerdo a los comentarios durante la evaluación y a las entrevistas al final de la evaluación, ambas pantallas ambientales fueron bien recibidas. Sin embargo, según los resultados obtenidos, la pantalla ambiental de sonido probó ser la más eficiente como medio de entrega de información. La noción de correlación entre los sonidos y los residentes tuvo mayor impacto en los cuidadores. El reloj (vibraciones como datos), fue bien recibida como medio de notificación de evento. Sin embargo, el objetivo era proveer a los cuidadores información adicional sobre el evento; ¿Quién se levantó? ¿En qué habitación se encuentra? Al ser más abstractos los códigos morse hápticos, el tiempo de la evaluación no fue suficiente para que memorizaran los códigos y los asociaran a los residentes.

Capítulo 7. Conclusiones

En este trabajo se diseñaron y evaluaron pantallas ambientales para monitorear el sueño de personas con demencia en una residencia geriátrica. Se realizó un caso de estudio inicial para informar el diseño de las pantallas ambientales, dos de ellas fueron implementadas y evaluadas en una residencia geriátrica durante 10 noches.

Para este sistema de monitoreo ambiental, se decidió explorar la utilización de pantallas ambientales como tecnología de apoyo a cuidadores de adultos mayores del turno nocturno. El diseño de este sistema se basó en escenarios generados a partir de un caso de estudio en la residencia geriátrica en Rosarito, Baja California. Los escenarios fueron generados con base en la identificación de las actividades de los cuidadores y a eventos recurrentes durante el turno nocturno. La recolección de datos se hizo mediante el uso de técnicas cualitativas como entrevistas a distintos expertos y stakeholders, y observación tipo sombra. Posteriormente, los resultados fueron analizados por medio del uso de teoría fundamentada y técnicas de diseño contextual rápido. Subsecuentemente, los escenarios fueron validados por los stakeholders por medio de sesiones de evaluación donde se determinó que el escenario en el que los residentes se paran en medio de la noche y deambulan o van al baño son de suma importancia. Una vez definidos el escenario sobre el cual introducir tecnología de apoyo, se desarrollaron distintas ideas de diseños de pantallas ambientales que solucionen las problemáticas presentadas en los escenarios identificados. Como resultado de la fase de diseño, se implementaron dos prototipos de pantallas ambientales: Una que hace uso de ruido blanco natural para desplegar información a los cuidadores, y otra en un reloj háptico la cual presenta información al cuidador por medio de pulsos vibratorios en forma de clave morse.

El sistema que se desarrolló cuenta con las siguientes características:

- El sistema incluye un tapete inteligente con una aplicación móvil el cual es usado para detectar el momento en el que el adulto mayor se levanta de la cama.
- La pantalla ambiental de sonido hace uso de ruido blanco natural el cual debido a su propiedad de enmascarar otros sonidos, puede usarse como un medio de notificación que no afecta el sueño de los residentes.
- La pantalla ambiental de percepción háptica hace uso de códigos morse en forma de vibraciones, los cuales se traducen en la identificación del residente que provoca el evento de levantarse de la cama.

- A pesar de que ambas pantallas son ambientales, la pantalla ambiental de sonido transmite la información sobre el ambiente en el que se encuentra, por lo que la información se difunde a múltiples usuarios en el ambiente. En cambio la pantalla ambiental de percepción háptica transmite información por medio del ambiente personal del usuario, ya que solo un usuario percibe las vibraciones; la comunicación es uno a uno.
- Debido a que la arquitectura soporta RSS Feed pueden anexarse al sistema múltiples pantallas ambientales.

En total se realizaron dos evaluaciones. La primera se realizó por medio de una presentación y entrevistas individuales a los stakeholders con el fin de comprobar la validez de los escenarios y refinar las ideas de diseño basadas en las observaciones de los stakeholders. De cinco escenarios generados se seleccionó el escenario-problema de mayor interés de los cuidadores. Un comentario recurrente de los cuidadores fue el hecho de que no pueden monitorear todo el tiempo a los residentes, muchos de ellos se levantan en las noches y hay ocasiones en que cuando van a revisarlos ellos ya están parados y vulnerables a caídas. Esta evaluación también sirvió para determinar la viabilidad de implementación de los diseños de prototipos en la residencia. En la segunda evaluación se introdujeron a la residencia los dos prototipos de pantallas ambientales. Los cuidadores hicieron uso de los prototipos a lo largo de 10 noches. Esta evaluación sirvió para determinar la usabilidad del sistema y para estudiar como distintos estímulos ambientales no visuales pueden servir como medio de transmisión de información no crítica. Este tipo de notificaciones pasivas no críticas representan un cambio en las actividades o rutinas de los cuidadores, ya que ahora al contar con esta información a la que antes no tenían acceso pueden tomar decisiones basadas en estos datos. Por ejemplo, si un cuidador se encuentra dando su rondín en el área A y por medio de una pantalla ambiental percibe que el residente 2 en el área C se paró, ella sabe que puede terminar su rondín de manera tranquila y luego ir a revisar al residente 2, ya que no hay mucho riesgo de caída. En cambio sí fue el residente 4 el que activó la pantalla ambiental, la cuidadora sabe que el residente 4 tiene mayor prioridad que el rondín, ya que es un residente que deambula y tiende a entrar a los cuartos de otros residentes dormidos. Esta toma de decisiones y cambio en la rutina de actividades basada en la nueva información adquirida es importante resaltarla, ya que nos muestra como la inserción de tecnología e información no crítica puede tener resonancia en el cuidado de la salud.

Los resultados de la evaluación de las pantallas ambientales muestran que ambos prototipos son viables como medios de transmisión de información, aunque no exentos de errores de percepción del evento. La pantalla ambiental de sonido obtuvo los mejores resultados tanto en el número de eventos percibidos como en interpretación de la información (asociar los sonidos al residente que generó el evento).

Además, esta pantalla ambiental fue bien recibida por los cuidadores tanto en la etapa de diseño como en la evaluación final. En contraste la pantalla ambiental háptica sólo obtuvo buenos comentarios durante la evaluación final; en la etapa de diseño, la pantalla ambiental háptica no fue del todo bien recibida ya que los cuidadores percibían como un problema el hecho de tener que estar cuidando el reloj háptico durante actividades delicadas como lo son curaciones o cambios de pañal. Sin embargo durante la evaluación final fue muy bien recibido. Los cuidadores resaltaron que los estímulos hápticos son un buen medio de notificación; sin embargo sólo uno de los cuidadores fue capaz de percibir los diferentes patrones de vibraciones y asociarlos al residente correspondiente. Todos los demás cuidadores tenían una noción de que un residente se estaba parando pero no interpretaron los patrones para decodificar la información. Uno de los cuidadores hizo el comentario de que para poder hacer la interpretación de los patrones vibratorios era necesario usar el dispositivo por más tiempo. Esto se explica con la forma en que estamos acostumbrados a aprender; desde una edad temprana nos acostumbramos a relacionar sonidos con letras, con significados y sentidos (Treiman, Tincoff, Rodriguez, Mouzaki, & Francis, 1998). Pero el generar relaciones entre estímulos hápticos e información no es algo tan común. En un teléfono celular cualquier persona puede asignar distintos timbres a distintos contactos, pero el vibrador del teléfono celular tiene una vibración general para todos los timbres. Por esta razón se puede justificar el pobre desempeño del estímulo háptico en este rubro.

Se puede concluir que los resultados satisfacen el objetivo principal de este estudio el cual fue evaluar, por medio de un estudio de campo, cómo distintos mecanismos de visualización de información vía pantallas ambientales pueden llegar a influir en las actividades de los cuidadores de adultos mayores durante el turno nocturno. Asimismo los objetivos específicos de realizar el estudio de campo, la identificación de escenarios y la evaluación de las pantallas ambientales, se cumplieron de manera satisfactoria.

7.1 Aportaciones

La principal aportación de este trabajo de tesis son los resultados de la evaluación. La evaluación nos permitió explorar cómo distintos estímulos sensoriales transmitidos por medio de pantallas ambientales, pueden servir como canal de comunicación para transmitir información no crítica en un ambiente de cuidado de la salud. Como se vio en el capítulo 2, muchos de los trabajos en pantallas ambientales se enfocan en transmitir conceptos simples a uno o varios usuarios típicamente por un canal visual. El tipo

de datos desplegados por nuestras pantallas ambientales representa información compleja relevante para los cuidadores que a pesar de no ser crítica, el contar con ella les permite prevenir accidentes y administrar mejor sus actividades durante el turno nocturno. La abstracción de los eventos (en los que distintos adultos mayores en distintas ubicaciones se paran de la cama) definida por múltiples estímulos (diferentes sonidos y estímulos hápticos).

Los distintos diseños no implementados y que fueron generados con base en los escenarios identificados en el caso de estudio, demostraron potencial para ser implementados.

Otra aportación es el diseño en implementación del sistema de sensado de eventos (tapete inteligente) por medio de acelerometría. El diseño es relativamente simple pero resultó ser muy confiable. Además es un diseño fácil de replicar y económico si se hace uso de teléfonos inteligentes en desuso.

De la primera evaluación de escenarios y diseños se generó la publicación: Alemán, C., Favela, J. Ambient displays as night monitoring aid for dementia patients healthcare givers. UCAMI'2016, Islas Canarias, España, Noviembre 2016.

7.2 Trabajo futuro

A pesar de que se cumplieron todos los objetivos de este trabajo de tesis, durante el desarrollo identificamos algunos aspectos en los que se podría dar continuación a esta investigación.

- Se considera necesario mejorar el diseño físico del tapete inteligente con otro tipo de materiales resistentes a la humedad, fáciles de lavar y que sea antiderrapante.
- Hacer una evaluación de mayor duración con la pantalla ambiental de estímulos hápticos cambiando los patrones vibratorios por unos más simples para comparar resultados y verificar la razón por la cual la asociación patrón vibratorio- información tarda más tiempo en aprenderse.
- Implementar y evaluar otros de los escenarios identificados. En la evaluación los escenarios no implementados demostraron ser también de interés para los cuidadores.
- Efectuar otra evaluación para analizar la relación entre el sueño y comportamiento de los residentes la cual es afectada por la calidad del sueño y las intervenciones nocturnas que tenga con los cuidadores (cambios de pañal, curaciones o rondines).

- Realizar otro tipo de monitoreo, por ejemplo monitoreo de las fases del sueño. Si los cuidadores realizan sus rondines y despiertan a los residentes durante una fase de sueño nocturno, se puede repercutir gravemente en la salud del residente además de que puede provocar cambios de humor y comportamientos erráticos durante el día que pueden representar una carga de trabajo extra para los cuidadores.

Literatura citada

- Abdullah, S., Matthews, M., Murnane, E. L., & Gay, G. (2014). Towards circadian computing : “ Early to Bed and Early to Rise ” Makes some of us unhealthy and sleep deprived. Congreso Ubucomp 2014, Seattle, WA. USA
- Ancoli-Israel, S., & Kripke, D. F. (1991). Prevalent sleep problems in the aged. *Biofeedback and Self-Regulation*, 16(4), 349–359. Recuperado de: <http://doi.org/10.1007/BF00999989>
- Ancoli-Israel, S., Poceta, J. S., Stepnowsky, C., Martin, J., & Gehrman, P. (1997). Identification and treatment of sleep problems in the elderly. *Sleep Medicine Reviews*, 1(1), 3–17.
- Anna, V., Herwartz, L., & Terkatz, T. (2014). Sleep detection using a depth camera, 824–835.
- Bai, Y., Xu, B., Ma, Y., Sun, G., & Zhao, Y. (2012, February). Will you have a good sleep tonight?: sleep quality prediction with mobile phone. In *Proceedings of the 7th International Conference on Body Area Networks* (pp. 124-130). ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering).
- Bauer, J. S., Consolvo, S., Greenstein, B., Schooler, J., Wu, E., Watson, N. F., & Kientz, J. a. (2012). ShutEye: Encouraging awareness of healthy sleep recommendations with a mobile, peripheral display. *Human Factors in Computing Systems (CHI Conference)*, 1401–1410. Recuperado de: <http://doi.org/10.1145/2207676.2208600>
- Behar, J., Roebuck, a, Shahid, M., Daly, J., Hallack, a, Palmius, N., ... Clifford, G. D. (2013). SleepAp: an automated obstructive sleep apnoea screening application for smartphones. *Computing in Cardiology 2013 (CinC)*, IEEE Eng. Med. Biol. Soc. Recuperado de: <http://doi.org/10.1109/JBHI.2014.2307913>
- Bundele, M. M., & Banerjee, R. (2009). Detection of Fatigue of Vehicular Driver using Skin Conductance and Oximetry Pulse : A Neural Network Approach. *The 11th International Conference on Information Integration and Web-Based Applications & Services*, 725–730. Recuperado de: <http://doi.org/10.1145/1806338.1806478>
- Choe, E. K., Consolvo, S., Watson, N. F., & Kientz, J. a. (2011). Opportunities for computing technologies to support healthy sleep behaviors. *Proceedings of the 2011 Annual Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '11*. Recuperado de: <http://doi.org/10.1145/1978942.1979395>
- Favela, J. (2012). Activity , Behavior and Context : The ABC of Pervasive Healthcare Research. *D*, 4–13. Recuperado de: <http://doi.org/10.3233/978-1-61499-080-2-4>
- Favela, J. (2013). Behavior-Aware Computing: Applications and Challenges. *Pervasive Computing, IEEE*, 12(3), 14–17. Recuperado de: <http://doi.org/10.1109/MPRV.2013.44>
- Flores, C. R. H. (2015). *Pantallas ambientales para apoyar el manejo conductual de niños con autismo*. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.

- Gokee-Larose, J., Gorin, A. a, & Wing, R. R. (2009). Behavioral self-regulation for weight loss in young adults: a randomized controlled trial. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 6, 10. Recuperado de: <http://doi.org/10.1186/1479-5868-6-10>
- Grace, J. B., Walker, M. P., & McKeith, I. G. (2000). A comparison of sleep profiles in patients with dementia with Lewy Bodies and Alzheimer's disease. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 15(January), 1028–1033.
- Hehe, H. (2007). Smoking Lamp. Recuperado en 2015 de <http://hehe.org.free.fr/hehe/smokinglamp/index.html>
- Jafarinaimi, N., Forlizzi, J., Hurst, A., & Zimmerman, J. (2005). Breakaway : An Ambient Display Designed to Change Human Behavior. *CHI'05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 1945–1948. Recuperado de: <http://doi.org/10.1145/1056808.1057063>
- Kay, M., Choe, E. K., Shepherd, J., Greenstein, B., Watson, N., Consolvo, S., & Kientz, J. a. (2012). Lullaby: a capture & access system for understanding the sleep environment. *Proceedings of the 2012 ACM Conference on Ubiquitous Computing - UbiComp '12*, 226–234. Recuperado de: <http://doi.org/10.1145/2370216.2370253>
- Launois, S. H., Pépin, J. L., & Lévy, P. (2007). Sleep apnea in the elderly: A specific entity? *Sleep Medicine Reviews*, 11(2), 87–97. Recuperado de: <http://doi.org/10.1016/j.smr.2006.08.005>
- Lawson, S., Jamison-Powell, S., Garbett, a, Linehan, C., Kucharczyk, E., Verbaan, S., ... Morgan, K. (2013). Validating a mobile phone application for the everyday, unobtrusive, objective measurement of sleep. *Proceedings of CHI 2013*, 2497–2506. Recuperado de: <http://doi.org/10.1145/2470654.2481345>
- Madan, A., Cebrian, M., Lazer, D., & Pentland, A. (2010). Social Sensing for Epidimiological behavior Change. *UbiComp 10 Proceedings of the 12th ACM International Conference on Ubiquitous Computing*, 291–300. Recuperado de: <http://doi.org/10.1111/j.1468-2397.1995.tb00085.x>
- Mankoff, J., Dey, A. K. a. K., Hsieh, G., Kientz, J., Lederer, S., & Ames, M. (2003). Heuristic Evaluation of Ambient Displays. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, (5), 169–176. Recuperado de: <http://doi.org/10.1145/642611.642642>
- Mateevitsi, V., Reda, K., Leigh, J., & Johnson, A. (2014). The Health Bar : A Persuasive Ambient Display to improve the office worker's well being. *Proceedings of the 5th Augmented Human International Conference*, 21. <http://doi.org/10.1145/2582051.2582072>
- Mendis, S. (2010). The Contribution of the Framingham Heart Study to the Prevention of Cardiovascular Disease: A Global Perspective. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 53(1), 10–14. Recuperado de: <http://doi.org/10.1016/j.pcad.2010.01.001>
- National Center for Biotechnology Information, N. (n.d.). Sleep - MeSH - NCBI. recuperado el 2 de Julio, 2015, from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68012890>
- National Center for Biotechnology Information, N. (n.d.). Sleep Stages - MeSH - NCBI. Recuperado el 2 de Julio, 2015, from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68012894>

- Park, H., Oh, S., & Hahn, M. (2009). Drowsy driving detection based on human pulse wave by photoplethysmography signal processing. *Proceedings of the 3rd International Universal Communication Symposium on - IUCS '09*, (3), 89. Recuperado de: <http://doi.org/10.1145/1667780.1667798>
- Poissonnet, C. M., & Véron, M. (2000). Health effects of work schedules in healthcare professions. *Journal of Clinical Nursing*, 9(1), 13–23. Recuperado de: <http://doi.org/10.1046/j.1365-2702.2000.00321.x>
- Roebuck, A., Monasterio, V., Geder, E., Osipov, M., Behar, J., Malhotra, A., ... Clifford, G. D. (2014). A review of signals used in sleep analysis. *Physiological Measurement*, 35(1), R1–R57. Recuperado de: <http://doi.org/10.1088/0967-3334/35/1/R1>
- Roepke, S. K. (2010). Sleep disorders in the elderly. *Indian J Med Res*, 26(1), 302–310.
- Rogers, Y., Hazlewood, W. R., Marshall, P., Dalton, N., & Hertrich, S. (2010). Ambient influence: can twinkly lights lure and abstract representations trigger behavioral change? Recuperado de: <http://doi.org/10.1145/1864349.1864372>
- Segura, D., Favela, J., & Tentori, M. (2009). Sentient displays in support of hospital work. *Advances in Soft Computing*, 51, 103–111. Recuperado de: http://doi.org/10.1007/978-3-540-85867-6_12
- Soto Mendoza, V. (2012). *Detección de situaciones de cuidado en adultos mayores institucionalizados*. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.
- Suzuki, K., Ohida, T., Kaneita, Y., Yokoyama, E., & Uchiyama, M. (2005). Daytime sleepiness, sleep habits and occupational accidents among hospital nurses. *Journal of Advanced Nursing*, 52(4), 445–453. Recuperado de: <http://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03610.x>
- Sveinsdóttir, H. (2006). Self-assessed quality of sleep, occupational health, working environment, illness experience and job satisfaction of female nurses working different combination of shifts. *Scandinavian Journal of Caring Sciences*, 20(2), 229–237. Recuperado de: <http://doi.org/10.1111/j.1471-6712.2006.00402.x>
- Treiman, R., Tincoff, R., Rodriguez, K., Mouzaki, a, & Francis, D. J. (1998). The foundations of literacy: learning the sounds of letters. *Child Development*, 69(6), 1524–1540. Recuperado de: <http://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1998.tb06175.x>
- U.S. National Library of Medicine. (n.d.). Sleep disorders in the elderly. Recuperto el 2 de Julio, 2015, from <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/000064.htm>
- Vogel, D., & Balakrishnan, R. (2004). Interactive Public Ambient Displays: Transitioning from Implicit to Explicit, Public to Personal, Interaction with Multiple Users. *UIST '04: Proceedings of the 17th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, 6(2), 137–146. Recuperado de: <http://doi.org/10.1145/1029632.1029656>
- Weiser, M. (2002). The computer for the 21st Century. *IEEE Pervasive Computing*, 1(1). Recuperado de: <http://doi.org/10.1109/MPRV.2002.993141>

- You, C.-W., Montes-de-Oca, M., Bao, T. J., Lane, N. D., Lu, H., Cardone, G., ... Campbell, A. T. (2012). CarSafe: a driver safety app that detects dangerous driving behavior using dual-cameras on smartphones. *Proceedings of the 2012 ACM Conference on Ubiquitous Computing - UbiComp '12*, 671–672. Recuperado de: <http://doi.org/10.1145/2370216.2370360>
- Zhang, L., Liu, F. A. N., & Tang, J. (2015). Real-Time System for Driver Fatigue Detection by RGB-D Camera, *6*(2), 1–17.
- Zúñiga Rojas, M. R. (2012). *Cómputo móvil para el control y seguimiento de la salud de adultos mayores institucionalizados*. CICESE.

Apéndice

Apéndice A

PROTOCOLO DE ENTREVISTA A CUIDADORES DE ADULTOS MAYORES EN UNA RESIDENCIA GERIÁTRICA

Preámbulo:

Hola buenos días, mi nombre es Carlos Armando Alemán Magdaleno. Soy estudiante de maestría de Ciencias de la Computación del Centro de Investigación y Estudios Superiores de Ensenada (CICESE). El objetivo de esta investigación es el desarrollo de tecnologías de visualización de información por medio de pantallas ambientales. Se desea monitorear el sueño de residentes de una residencia geriátrica para estudiar el impacto que tiene la presentación de la información en la toma de decisiones de los cuidadores. La presente entrevista tiene estrictos intereses de investigación y la información recopilada de entrevistas, cuestionarios y grabaciones serán de uso confidencial, el propósito de la entrevista no es evaluarlo, si no conocer el contexto de una residencia geriátrica.

La entrevista tomará alrededor de 60 min.

Datos demográficos

- 1) ¿Cuál es su nombre completo?
- 2) ¿Cuál es su rol/puesto en la residencia geriátrica?
- 3) ¿Cuánto tiempo tiene laborando en residencia geriátrica?
- 4) ¿Tiene experiencia cuidando adultos mayores?

Si la respuesta es sí:

- a. ¿Qué tipo de experiencia?

- 5) ¿Tiene experiencia cuidando personas con demencia?

Si la respuesta es sí:

- a. ¿Qué tipo de experiencia?

Instalaciones e infraestructura

- 6) ¿Cuál es el cupo máximo de residentes que la residencia geriátrica puede soportar?
- 7) ¿Cuántas habitaciones son compartidas y cuantas son individuales?
- 8) ¿Existen áreas comunes para los cuidadores?
 - Caso si
 - a. ¿cuáles son esas áreas comunes para los cuidadores?
 - b. ¿qué actividades se realizan en esas áreas comunes?
- 9) ¿podría describirme cuales son los distintos roles existentes en la residencia? (actores)
 - a. De manera general, ¿podría describirme las actividades de estos roles?
- 10) *¿Existe conexión de internet en la residencia?*
 - a. *¿Cuántos puntos de acceso existen en la residencia?*
 - b. *¿cuál es la ubicación de estos puntos de acceso?*
 - c. *¿cuál es la recepción de señal de estos puntos de acceso?*

Información Laboral

- 11) ¿En qué horario laboral?
- 12) ¿Cuáles son sus responsabilidades generales en residencia geriátrica?
- 13) ¿Podría describirme un turno diurno típico?
- 14) ¿Podría describirme un turno nocturno típico?

Cuidadores

- 15) Descríbeme tu día de ayer
- 16) ¿Existe alguna asignación de residentes a los cuidadores o todos los cuidadores atienden a todos los residentes?
- 17) ¿Cuántos residentes son atendidos por los cuidadores?
- 18) ¿Qué horario tienen los turnos de los cuidadores?
- 19) ¿Cuántos cuidadores laboran por turno?

20) ¿Existe algún otro tipo de personal aparte de los cuidadores?

Caso si

a. ¿Qué tipo de personal es este?

21) ¿Cómo están organizadas las rutinas de monitoreo de los residentes?

22) ¿Cómo cambian las actividades de los cuidadores entre turnos?

23) ¿Varía el número de cuidadores entre turnos?

24) ¿Existe algún sistema que utilicen los cuidadores para monitorear a los residentes?

Caso si

a. ¿Qué tipo de sistema es y que monitorea?

Turno Nocturno

25) ¿Cómo es la transferencia de turno (día-noche)?

a. ¿En qué condiciones se debe entregar a los pacientes entre turnos (día-noche)?

26) ¿Cómo es la transferencia de turno (noche- día)?

a. ¿En qué condiciones se debe entregar a los pacientes entre turnos (noche-mañana)?

27) ¿Cuántos residentes suele tener un cuidador bajo su cuidado en la noche?

28) Después de recibir el reporte de su colega del turno anterior, ¿qué es lo primero que hace?

29) ¿En qué consisten estos rondines?

a. ¿Cada cuánto tiempo son los rondines para revisar a los residentes durante la noche?

b. ¿Qué es lo que monitorea en los residentes durante cada rondín?

c. ¿cómo define el orden en el que realiza las visitas a los residentes durante el rondín?

30) ¿cuáles son los posibles focos de atención para definir alguna crisis nocturna con algunos de los residentes?

31) ¿Podría hablarme sobre alguna emergencia reciente que haya ocurrido?

Ejemplo escenario

32) ¿Ante alguna emergencia o crisis existe alguna forma de que los residentes alerten a los cuidadores?

Caso si

- a. ¿Cómo son estas alertas?
- b. ¿todos los residentes cuentan con alarmas?
- c. ¿Las alertas pueden perturbar el sueño de los demás residentes?
- d. ¿En caso de que una alerta cause interrupciones en el sueño de varios residentes y estos activen su alarma, cuál es el protocolo de acción de los cuidadores?

Residentes

- 33) ¿qué tipo de afecciones suelen tener los residentes?
- 34) ¿Qué tipo de actividades realizan los residentes durante el día?
- 35) ¿Qué tipo de actividades realizan los residentes durante la noche?
- 36) ¿Qué tipo de atenciones requieren los residentes durante la noche?
- 37) ¿Qué tipo de atenciones requieren los residentes durante la mañana?
- 38) ¿Qué políticas existen respecto a las visitas a los residentes?
- 39) ¿Algunos tienen problemas del sueño?
 - e. ¿Cómo se manifiestan?
 - f. ¿Qué se hace al respecto?
- 40) Si los residentes están despiertos, ¿por lo general están en la cama o están queriendo bajar o se quieren bajar y salir?
- 41) ¿Qué pasa si dos o tres residentes se levantan al mismo tiempo?
 - a. ¿Cuáles son las diferencias de atención brindada entre residentes en este tipo de casos?
- 42) ¿reportan cosas de sueño?

Caso si

 - a. ¿cómo lo hacen?
 - b. ¿Monitorean y reportan calidad de sueño?
 - c. ¿reportan a qué hora se duermen/despertan los residentes?
- 43) ¿Qué hacen cuando alguno tienen sueño intranquilo?
- 44) ¿Realizan alguna actividad para ayudarlos a que duerman mejor?
 - a. ¿Qué tanto les dan de comer?
 - b. ¿A qué hora les dan de comer?
 - c. ¿Qué tanto ejercicio los ponen a hacer?
- 45) ¿Qué tan tolerantes son si se despiertan tarde?

- 46) ¿Qué tan tolerantes son si despiertan de mal humor?
- 47) ¿Qué estrategia siguen si un adulto tienen que salir temprano a una cita médica, los duermen temprano, los bañan temprano, desayuno temprano, etc. ¿
- a. ¿Cómo los despiertan?
- 48) Si poseen alarmas:
- a. ¿Despiertan/molestan a otros residentes?
- 49) ¿Las llamadas molestan/despiertan a los residentes?
- 50) Con el calor que estuvo haciendo, ¿tuvieron algún problema al dormir?
- 51) ¿En temporada invernal, el frío afecta el sueño de los residentes?
- 52) ¿Qué estrategia siguen si un adulto tienen que salir temprano a una cita médica etc.?
- a. ¿Cómo y quién los despierta?
- 53) ¿Cómo manejan/administran sus horas de sueño al tener un horario nocturno?
- a. ¿A qué hora duermen cuando tienen turno de noche?
 - b. Al día siguiente como les va, ¿siguen con horario nocturno? ¿descansan?
¿Se echan un 'coyotito'?
- 54) ¿En qué horarios es en los que la carga de trabajo es mayor? (en gral /durante la noche)
- 55) ¿el conocer a los pacientes afecta la planeación que hacen?
- a. ¿existen prioridades de residentes al especificar la planeación?
 - b. ¿Cómo deciden entre uno y otro al atender?
 - c. ¿Cómo se reparten los residentes entre los cuidadores?
 - d. ¿Se apoyan entre ustedes si una tienen mucha carga o está ocupada con otro?
- 56) ¿Qué tipo de actividades tienen más prioridad?

Aplicación Guardián

- 57) ¿Qué es *Aplicación Guardián*?
- 58) ¿Cómo hace estos monitoreos *Aplicación Guardián*?
- 59) ¿Cómo se puede acceder a los reportes de este sistema?
- 60) ¿Existe resistencia por parte de los adultos mayores al usar el collar de *Aplicación Guardián*?

- 61) *¿Los familiares pueden acceder a la información recopilada por Aplicación Guardián?*
- 62) *En caso de alguna crisis, ¿Cómo alerta Aplicación Guardián a los cuidadores?*
- 63) *Dentro del personal de la residencia, ¿quiénes son los que tienen acceso a este sistema para monitorear a los adultos?*
- 64) *¿Qué tan frecuente es su uso?*
- 65) *¿Podría hablarme sobre la detección de interrupción de sueño durante la noche?*
- 66) *¿Qué se hace en esos casos?*

Apéndice B

HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE ESCENARIOS E IDEAS DE DISEÑO

Evaluación de escenarios

1. ¿Le parecieron realistas los escenarios presentados?
2. ¿Que modificaría, agregaría o quitaría a estos escenarios para que sean más reales, y se adecuen a las actividades del hospital?
3. ¿Es útil conocer la fase de sueño de los residentes?
4. ¿Considera útil el recibir información sobre el estado de los pacientes mientras duermen?
5. ¿Considera que las alertas auditivas mediante audio pueden alterar sus actividades de manera positiva?
6. ¿Considera que las alertas auditivas mediante audio pueden alterar sus actividades de manera negativa?
7. ¿Considera que las alertas auditivas mediante audio pueden afectar a los residentes?
8. ¿En qué escenarios o situaciones podrá ser útil esta aplicación? Describa el escenario

Preguntas guías para la discusión al final de la sesión de evaluación

1. ¿Qué características adicionales requiere el sistema para que sea funcional y útil en las actividades que se llevan a cabo dentro del hospital?
2. ¿Qué características modificaría, eliminaría o agregaría?
3. ¿Qué problemas legales (si existen) pudieran presentarse en caso de que se implementara este sistema?
4. ¿Qué problemas prácticos (si existen) pudieran presentarse en caso de que se implementara este sistema?

Protocolo de entrevista de evaluación (post-discusión)

1. ¿Consideras que la utilización de dispositivos como los anteriormente mostrados te ayudaría en las actividades que realizas cotidianamente? Si es si, ¿de qué manera?

2. ¿Te parecen realistas los escenarios de uso mostrados en los videos? Comenta que no te parece realista
3. ¿En qué otras actividades crees que te puedan apoyar este tipo de dispositivos?
4. ¿Qué dificultades consideras que puedes tener al utilizar estos prototipos?
5. ¿Crees que sea adecuada la utilización de luces para mostrar información?
6. ¿Crees que sea adecuada la utilización de sonidos para mostrar información?
7. ¿Crees que sea adecuada la utilización de vibraciones para mostrar información?
8. ¿Se te ocurre alguna otra forma en que se pueda mostrar información?
9. ¿Te parece que puede ser percibida rápidamente?
10. ¿Qué te parece e; sonido como otra alternativa para simbolizar información?
11. ¿Piensas que estos dispositivos pueden llegar a distraer al personal de la residencia?
12. ¿Piensas que estos dispositivos pueden llegar a afectar de alguna forma a los residentes pensando en que duermen?
13. ¿Te parecen modelos agradables estéticamente?
14. ¿Estarías dispuesto a integrar estos prototipos a tu entorno de trabajo?
15. ¿Qué cambios propondrías en cuanto al uso de luces, sonido?
16. ¿Qué cambios propondrías en cuanto a la estética de los prototipos?

Perfil personal

- a) Nombre: _____
- b) Edad:
 - a. Menor a 25
 - b. 25 a 34
 - c. 35 a 45
 - d. Mayor de 45 años
- c) Tiempo laborando en la residencia

Apéndice C

PROTOCOLO DE EVALUACIÓN FINAL

- **Hipótesis**
 - Los cuidadores percibirán y entenderán los estímulos de las pantallas ambientales para atender eventos de deambulación nocturna
- **Población**
 - 3-7 Cuidadores del turno de la noche de la residencia geriátrica en Rosarito
- **Paradigma**
 - Within-subjects: Cada usuario utiliza distintas pantallas ambientales
- **Variables independientes**
 - Pantalla ambiental
 - Sonido ambiental
 - Luz-movimiento
 - Vibraciones (clave morse)
- **Variables dependientes**
 - Número de eventos reales
 - Número de eventos provocados
 - Número de eventos percibidos vía pantalla ambiental
 - Tiempo que el usuario tarda en percibir el estímulo de la pantalla ambiental
- **Procedimiento**
 - 7 a 8pm
 - Instalación de servidores y equipo de audio
 - 8 a 10pm
 - Instalación de tapete-sensor en las habitaciones
 - La instalación se llevará a cabo cuando las cuidadoras acuesten a los residentes
 - Capacitación-tutorial de los cuidadores para el uso de pantallas ambientales
 - 10pm a 5 am
 - Monitoreo de residentes por medio de pantallas ambientales

- Cada hora se realizará shadowing a los cuidadores durante los rondines de los residentes observados
- Cada treinta minutos se verificarán los *tapete-sensor* en caso de que hay algún error de tipo II (Falso negativo)
- 5am a 6 am
 - Desinstalación de equipo
 - Aplicación de cuestionario a los cuidadores sobre impresiones de la pantalla ambiental

Cuestionario de impresiones (Ambient sounds)

1. **Después de interactuar con la pantalla ambiental, ¿Cuál es su opinión respecto a las pantallas ambientales?**
2. **¿Le pareció adecuado el uso de distintos sonidos para identificar a los residentes que se paran en la noche?**

Si respondió si

- a. ¿por qué?

Si respondió no

- b. ¿Por qué?

3. **¿Percibió el estímulo de la pantalla ambiental?**

Si respondió si

- a. ¿Cómo lo percibió?
- b. ¿Qué estaba haciendo cuando escuchó el sonido?
- c. ¿Cómo se sintió al percibir el sonido?
- d. ¿Pudo identificar por medio del sonido al residente que se estaba levantando?

Si respondió si

- i. ¿Cuánto tiempo pasó desde que escucho el sonido hasta que fue revisar al residente?

Si respondió no

- i. ¿Por qué?
- e. ¿Cómo percibe la utilidad de este instrumento de notificación?

Si respondió no

- f. ¿A qué cree que se deba esto?

4. **¿Qué propondría para mejorar este instrumento de notificación?**
5. **Además de identificar a los residentes que se paran en las noches, ¿en que otro escenario el uso de sonidos beneficiaría su trabajo como cuidador?**

Cuestionario de impresiones (Morse pulses)

1. **Después de interactuar con la pantalla ambiental, ¿Cuál es su opinión general respecto a las pantallas ambientales?**
2. **¿Le pareció adecuado el uso de distintos patrones de vibración para identificar a los residentes que se paran en la noche?**

Si respondió si

- a. ¿por qué?

Si respondió no

- b. ¿Por qué?

3. **¿Percibió el estímulo de la pantalla ambiental?**

Si respondió si

- a. ¿Qué estaba haciendo cuando percibió las vibraciones?
- b. ¿Cómo se sintió al percibir las vibraciones del reloj?
- c. ¿Pudo identificar por medio de las vibraciones al residente que se levantó para ir a atenderlo?

Si respondió si

- i. ¿Cuánto tiempo pasó desde que percibió las vibraciones hasta que fue a revisar al residente?

Si respondió no

- i. ¿Por qué?
- d. ¿Cómo percibe la utilidad de este instrumento de notificación?

Si respondió no

- e. ¿A qué cree que se deba esto?

4. **¿Qué propondría para mejorar este instrumento de notificación?**
5. **Además de identificar a los residentes que se paran en las noches, ¿en qué otro escenario el uso de sonidos beneficiaría su trabajo como cuidador?**

Apéndice D

DIAGRAMA DE SECUENCIA

