

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



**SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL PARA APOYAR LA ACTIVIDAD
DE MEDICACIÓN DEL ADULTO MAYOR**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS QUE
PRESENTA**

Ing. Abril Celeste Iñiguez Villegas

DIRECTOR

Dr. Marcela Deyanira Rodríguez Urrea

Mexicali, Baja California,

4 de junio de 2013

TESIS DEFENDIDA POR
Abril Celeste Iñiguez Villegas
Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITÉ

**Dra. Marcela Deyanira Rodríguez
Urrea**

Director de Tesis

Dr. Ángel Gabriel Andrade Reátiga

Miembro del Comité

M.C. Pablo Martín Navarro Álvarez

Miembro del Comité

Mexicali, Baja California,

4 de junio de 2013

RESUMEN de la tesis de Abril Celeste Iñiguez Villegas, presentada como requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS en el campo de conocimientos de COMPUTACIÓN. Mexicali, Baja California, a 4 de junio de 2013.

**SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL PARA APOYAR LA
ACTIVIDAD DE MEDICACIÓN DEL ADULTO MAYOR**

Resumen aprobado por:

Dra. Marcela Deyanira Rodríguez Urrea
Directora de Tesis

El fenómeno de envejecimiento demográfico que ocurre a nivel mundial en la actualidad, da lugar a una necesidad de generar servicios basados en tecnologías de la información que permitan la integración del adulto mayor en el entorno social mientras fomentan la práctica de una vida activa e independiente. Esto último implica que el adulto mayor sea capaz de desempeñar sus actividades de vida diaria (AVDs) sin problemas, de entre las cuales la medicación se considera crítica para que los adultos mayores vivan con independencia. Debido a que los adultos mayores son más propensos a tener problemas relacionados con la adherencia a la medicación, a causa del declive natural de sus facultades cognitivas y de sus niveles de atención, el objetivo de esta tesis fue el diseño e implementación de un Sistema de Información Ambiental (SIA) que apoye la actividad de medicación en el adulto mayor desde dos perspectivas complementarias: un elemento de notificación con datos referentes a la medicación y un elemento que fomente en el adulto mayor la adherencia a la misma, por medio de incentivos.

Palabras clave: sistema de información ambiental, medicación, adultos mayores, actividades de vida diaria.

ABSTRACT of the thesis presented by Abril Celeste Iñiguez Villegas, as a partial requirement to obtain the MASTER OF SCIENCE degree in COMPUTER SCIENCE. Mexicali, Baja California, June 3, 2013.

**AMBIENT INFORMATION SYSTEMS TO ASSIST ELDERLY WITH THEIR
MEDICATION ACTIVITY**

Abstract approved by:

PhD. Marcela D. Rodríguez Urrea
Thesis advisor

The demographic aging phenomena occurring on a global level in the present, causes the necessity of creating information technology based services that enable the integration of the elderly in social environment while encouraging an independent, active life. This aspect implies that the elderly must be able to perform their Daily Living Activities (DLAs) without trouble, among which medicating is considered critical to allow the elderly to live independently. Since the elderly are prone to have problems related to medication adherence, due to the natural decline of their cognitive faculties and of their attention levels, the objective of this thesis was to design and implement an Ambient Information System (AIS) to support medicating from two complementary perspectives: a notification element that provides medication-related data and an element to foment adherence in the elderly through positive incentives.

Keywords: ambient information system, medication adherence, elder, daily living activities.

Dedicatoria

*A mis padres,
por su amor, fuerza y sabiduría.*

*A mis abuelas,
que fueron la motivación detrás de mi interés en este proyecto.*

Agradecimientos

A la virgen de Guadalupe, por darme la fuerza y el valor para seguir adelante en mis horas de oscuridad.

A mi comité de tesis: Dra. Marcela D. Rodríguez Urrea, Dr. Ángel Gabriel Andrade Reátiga y M.C. Pablo Martín Navarro Álvarez, por su apoyo y orientación.

Al Dr. Juan Pablo García por el apoyo brindado a lo largo del desarrollo de este trabajo.

A Andrea Saldaña y Ernesto Zárate por su ayuda en el diseño e implementación de los sistemas.

A mis amigas Samanta Ibarra y Michelle Wanzor, por impulsarme cuando necesitaba energía para continuar.

A la Universidad Autónoma de Baja California y a mis compañeros de posgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para la realización de mis estudios de maestría.

Tabla de contenido

RESUMEN.....	iii
ABSTRACT	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos.....	vi
Tabla de contenido	vii
Lista de Figuras	ix
1 Introducción y Motivación.....	10
1.1 Fenómeno de envejecimiento a nivel mundial y proyecciones para México	10
1.2 Actividades de vida diaria.....	11
1.2.1 La administración de la medicación	11
1.3 SIAs para la medicación del adulto mayor	12
1.4 Objetivo general	13
1.5 Metodología	13
1.5.1 Análisis del diseño de los SIAs	13
1.5.2 Diseño detallado	13
1.5.3 Implementación	13
1.5.4 Evaluación	13
1.6 Organización de la tesis	13
2 Trabajo Previo.....	15
2.1 Trabajo previo: Diseño de SIAs para la medicación del adulto mayor	16
2.2.1 Sistema CARE-Me	17
2.2.2 Sistema Remind-Me	19
2.2.3 Sistema GUIDE-Me	21
2.2 Evaluación de los SIAs para apoyar la medicación del adulto mayor.....	22
2.3.1 CARE-Me	23
2.3.2 Remind-Me.....	24
2.3.3 GUIDE-Me	25
2.3 Resumen	27
3 Diseño e Implementación.....	29
3.1 Análisis de requerimientos del sistema.....	29
3.1.1 Representaciones del cumplimiento diario de la medicación.....	29
3.1.2 Enfatizando la retroalimentación inmediata del cumplimiento de la medicación	

3.1.3	Reforzamientos adicionales para motivar al adulto mayor a que cumpla la medicación.....	31
3.1.4	Incluir mecanismos de hibernación que se desactiven cuando se detecte que el adulto mayor está próximo al portarretrato.	32
3.1.5	Incluir opciones que permitan que el sistema sea utilizado en una evaluación in situ.	33
3.2	Rediseño de interfaces de usuario	33
3.2.1	Guías de diseño de interfaces de usuario para adultos mayores.....	33
3.2.2	Elementos de diseño de interfaces de usuario	34
3.2.3	Escenarios de uso	37
3.3	Diseño Arquitectónico del Sistema CARE-Me	38
3.3.1	Casos de uso	38
3.3.2	Arquitectura del Sistema	39
3.3.3	Funcionalidad del Sistema.....	40
3.4	Implementación del Sistema	40
3.5	Resumen	41
4	Evaluación del sistema	43
4.1	Protocolo de evaluación.....	43
4.1.1	Descripción de la evaluación	43
4.2	Resultados	45
4.3	Modificaciones al sistema	49
4.4	Resumen	50
5	Conclusiones.....	51
	Bibliografía.....	55
	Apéndice A. Diseño e implementación de Remind-Me	58
A.1	Análisis de requerimientos.....	58
A.2	Rediseño de interfaz.....	60
A.3	Diseño arquitectónico	61
	Apéndice B. Evaluación de funcionalidad.....	64
B.1	Casos de Prueba	64
B.2	Receta	98
B.3	Requerimientos del Sistema.....	99

Lista de Figuras

Figura 1.1 Pirámides poblacionales correspondientes a los años a) 2010 y b) 2050	10
Figura 2.1 CARE-Me	17
Figura 2.2 Niveles de crecimiento de CARE-Me	18
Figura 2.3 Ejemplos de cumplimiento de la medicación.	18
Figura 2.4 Escenario de uso. a) La señora Ana escucha el canto del perico proveniente de CARE-Me, b) Al observar la pantalla observa que los periquitos del árbol han alcanzado su máximo nivel de crecimiento y el que se encuentra en el nido está creciendo como lo esperaba.	19
Figura 2.5 Remind-Me. a) El sistema Remind-Me desplegado en un dispositivo móvil; b) Información crítica presentada: 1) Nombre del medicamento, 2) Dosis, 3) Hora de medicación, 4) Alimento asociado con el problema de salud.	20
Figura 2.6 Escenario de uso Remind-Me. a) La señora Ana está leyendo antes de acostarse, cuando escucha el canto de los periquitos de Remind-Me en su dispositivo móvil, lo que le recuerda que es hora de su medicación. b) Pantallas de Remind-Me. 1) Al observar la pantalla, se da cuenta de que le corresponde tomar su pastilla de calcio, pero al no ser un medicamento crítico, decide no tomarlo. 2) Una hora más tarde, el sistema le recuerda que debe tomar también el medicamento enalapril.	20
Figura 2.7 Interfaces que componen a GUIDE-Me asociadas a los medicamentos. a) Circular, que se toman cada 24 horas. b) Lunar, que se toman cada 12 horas. c) Triangular, que se toman cada 8 horas. d) Cuadrada, que se toman cada 6 horas.	21
Figura 2.8 Escenario de uso GUIDE-Me	22
Figura 3.1 Niveles de crecimiento propuestos para representar el cumplimiento diario de la medicación	30
Figura 3.2 Diseño y rediseño de CARE-Me	31
Figura 3.3 Recompensas: a) semilla, b) columpio, c) aros.	32
Figura 3.4 Elementos de la interfaz de CARE-Me: a) Periquito, b) Recompensa, c) Botones de toma.	34
Figura 3.5 Periquitos de diferentes niveles con recompensas: a) Segundo nivel de crecimiento con gusano, b) Tercer nivel de crecimiento con semilla, c) Cuarto nivel de crecimiento con columpio, d) Quinto nivel de crecimiento con aros.	35
Figura 3.6 Diferentes botones que pueden aparecer en la interfaz de CARE-Me: a) Corazón, b) Baumanómetro, c) Anuncio de baño.	36
Figura 3.7 Interfaz gráfica para administrar la base de datos.	37
Figura 3.8 Diagrama de casos de uso de CARE-Me	38
Figura 3.9 Diagrama de componentes de CARE-Me.	39
Figura 3.10 Diagrama de secuencia de CARE-Me	40
Figura A.1 Remind-Me: a) Primera propuesta; b) Nuevo diseño.	59
Figura A.2 Iconos representativos de la toma: a) mañana, b) mediodía, c) tarde, d) noche.	59
Figura A.3 Partes de la pantalla de Remind-Me: a) Nombre del medicamento, b) Dosis a tomar, c) Imagen relacionada con el padecimiento, d) Íconos de seguimiento de tomas, e) Botón de registro.	60
Figura A.4 Casos de uso de Remind-Me.	61
Figura A.5 Diagrama de componentes de CARE-Me	62
Figura A.6 Diagrama de secuencia de Remind-Me.	63

1 Introducción y Motivación

1.1 Fenómeno de envejecimiento a nivel mundial y proyecciones para México

El envejecimiento demográfico es un fenómeno que está aconteciendo a nivel global. De acuerdo a las estadísticas, la pirámide poblacional se invertirá para el año 2050 (Figura 1.1), esto es, la base de la misma representará la cantidad de adultos mayores que existan en el planeta [1]. Si bien este fenómeno ya afecta claramente a varios países de la Unión Europea, México apenas está experimentando el proceso de envejecimiento demográfico; de hecho, este suceso será enfrentado por nuestro país a partir de la tercera década del presente siglo. De acuerdo a CONAPO, en 2010 la población de adultos mayores (65 años y más) representaba 5.9% de la población total, conformada por 6.41 millones de personas, y se espera que para 2050 el porcentaje sea del 27.7% [2].

Considerando lo anterior, es evidente que este evento da lugar a una ventana de oportunidad para la generación de servicios basados en tecnologías de información y comunicaciones que permitan que el adulto mayor prolongue su vida activa e independiente y tenga una mejor calidad de vida.

El proceso de envejecimiento viene acompañado en general por el deterioro de las habilidades físicas y cognitivas, así como la ausencia de compañía, lo cual en conjunto genera un detrimento en la calidad de vida de las personas.

Diversos organismos como la OMS promueven el lema “Envejecer en Casa”, el

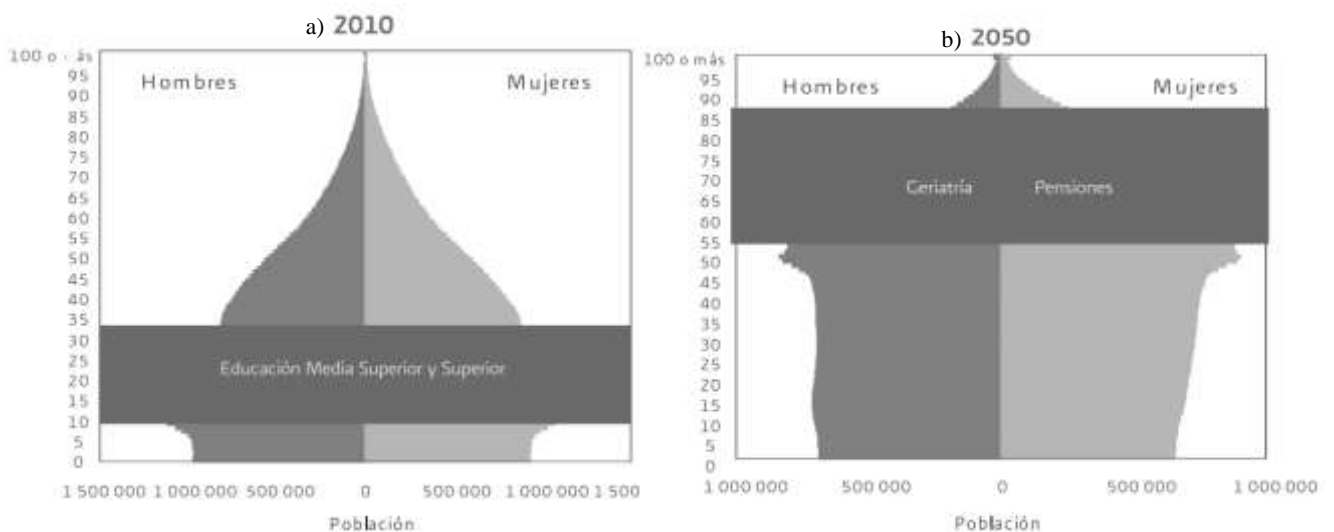


Figura 1.1 Pirámides poblacionales correspondientes a los años a) 2010 y b) 2050

cual tiene como objetivo retrasar la institucionalización y favorecer la permanencia de los adultos mayores en su entorno habitual durante el mayor tiempo posible, beneficiando así su salud física y mental. Se ha establecido la importancia de la vida en autonomía, se reconoce que para que esto suceda es necesario que el adulto mayor tenga un nivel aceptable de competencia e independencia para la realización de sus actividades de vida diaria (AVD) [3].

1.2 Actividades de vida diaria

Se definen como actividades de vida diaria todas aquellas actividades de auto cuidado diario que tienen lugar dentro de la residencia en la que habita un individuo, en entornos externos, o en ambos. Por lo general se utiliza como referencia la habilidad o inhabilidad para realizar AVDs como una medida del estado funcional de una persona. De esta forma, se consideran como AVDs básicas: la higiene y el cuidado personal, vestirse y desvestirse, alimentarse, las transferencias funcionales, el control urinario y fecal voluntario, la eliminación y la ambulación (caminar). Existen también las AVDs instrumentales, las cuales a pesar de no ser necesarias para el funcionamiento fundamental, permiten al individuo vivir independiente en la comunidad. Éstas son: realizar las tareas del hogar, la preparación de alimentos, la toma de medicamentos, el manejo financiero, la compra de alimentos o ropa, así como el uso del teléfono y de otras tecnologías [4].

1.2.1 La administración de la medicación

Una actividad de vida diaria que se considera crítica para que los adultos mayores vivan con independencia es el manejo de su medicación. La literatura médica establece que las personas mayores de 65 años tienen mayor probabilidad de que se les prescriban pastillas, y que además enfrentan con frecuencia problemas asociados a la falta de adherencia a la medicación. Esta falta de adherencia puede ser causa de deterioro en la salud y llevar a la hospitalización, lo cual convierte a la medicación en una de las actividades de vida diaria más relevantes a efectuar [5].

Para apoyar en el cumplimiento de la medicación del adulto mayor, el trabajo previo y que sustenta esta tesis, se propuso diseñar Sistemas de Información Ambiental (SIAs) [6] [7] [8], ya que se tiene la hipótesis de que estos son aplicaciones del Cómputo Ubicuo efectivas para apoyar al adulto mayor a adherirse a su régimen

terapéutico. Los SIAs tienen un modelo de interacción que se caracteriza por presentar información relevante a las actividades del usuario, que al mismo tiempo es fácil de interpretar, a través de cambios ambientales sutiles (i.e. luz, sonido, olor) [9]. Los SIAs son aplicaciones del Cómputo Ambiental estéticamente agradables y no intrusivas, que se sitúan en la periferia de la atención humana. Su propósito es proveer información representándola de manera simple o intuitiva, lo que reduce la carga cognoscitiva del usuario para interpretar la información presentada [10].

1.3 SIAs para la medicación del adulto mayor

En el trabajo de García et al [7], trabajo previo a esta tesis, se propusieron Sistemas de Información Ambiental (SIAs) para apoyar la actividad de medicación de los adultos mayores. Esto considerando tres enfoques complementarios: recordatorios que indiquen al adulto mayor cuándo es momento de medicarse, elementos que guíen la actividad de medicación por medio de otorgar información tal como nombre del medicamento y número de pastillas que se deben ingerir, y un elemento motivacional que incite al adulto mayor a adherirse a la rutina de medicación. Los sistemas propuestos por García et al [7] fueron: CARE-Me, Remind-Me y GUIDE-Me.

CARE-Me es un visualizador ambiental que motiva al adulto mayor a medicarse por medio del uso de una analogía del cuidado de mascotas, relacionando la adherencia a la actividad de medicación al crecimiento de un ave. Remind-Me, por su parte, es un sistema para dispositivos móviles que provee de notificaciones auditivas y visuales que recuerdan al adulto mayor cuándo es momento de medicarse y otorgan información crítica de los medicamentos a tomar en determinado momento. GUIDE-Me, a su vez, es un sistema conformado por un grupo de interfaces de usuario geométricas asociadas a cada uno de los medicamentos que el adulto mayor necesita tomar.

Como parte de la investigación, en García et al [7] se presentan los resultados de una evaluación de características realizada por un grupo de expertos en, la cual es la base para el presente trabajo.

1.4 Objetivo general

Rediseñar, implementar y evaluar la funcionalidad de los Sistemas de Información Ambiental propuestos por García et al [7] para apoyar la actividad de medicación de los adultos mayores.

1.5 Metodología

1.5.1 Análisis del diseño de los SIAs

Se analizaron los problemas de usabilidad de los diseños de los SIAs presentados en [8], y los cuales se identificaron como resultado de la evaluación con expertos reportada en [8] y [7]. Adicionalmente se verificó si los diseños cumplían con guías de diseño de interfaces de usuario para adultos mayores tal como las presentadas en [18] y [19]. Como resultado de esta etapa se tomaron decisiones de diseño en las interfaces de usuario de los SIAs.

1.5.2 Diseño detallado

Con base a las decisiones de diseño tomadas a partir del análisis anterior, se realizaron los diseños correspondientes de las interfaces de usuario, lo cual incluyó escenarios de uso. Estos diseños fueron presentados a los expertos que participaron en la evaluación con el propósito de obtener retroalimentación y proceder con el diseño detallado de la funcionalidad de los sistemas.

1.5.3 Implementación

Para la implementación de los sistemas, se utilizaron diversas plataformas de programación de acuerdo al tipo de dispositivo del SIA. En el caso de CARE-Me se usó la plataforma de programación Java para PC y, en el caso de Remind-Me, se usó el entorno de programación de Apple iOS para iPhone.

1.5.4 Evaluación

Se evaluaron los sistemas de acuerdo a pruebas de funcionalidad con el fin de verificar que cumplieran con los requisitos solicitados por los expertos.

1.6 Organización de la tesis

En el capítulo 2 “Trabajo relacionado” se muestran los diversos enfoques tecnológicos que han sido utilizados para apoyar la actividad de medicación del adulto mayor, así como el trabajo previo que dio lugar al desarrollo de esta tesis, del cual se muestran los problemas de usabilidad y las recomendaciones de diseño de los mismos.

Por otra parte el capítulo 3, “Diseño e Implementación”, detalla como dichos problemas y recomendaciones fueron abordadas para el diseño de los sistemas, así como la arquitectura interna y funcionalidad del sistema. El capítulo 4, “Evaluación del sistema”, detalla el protocolo de evaluación seguido a fin de determinar que el sistema cumpliera con los requerimientos, los resultados obtenidos de las pruebas realizadas y las modificaciones que dichos resultados ocasionaron. Por último, en el capítulo 5 se exponen las conclusiones del desarrollo de esta tesis.

2 Trabajo Previo

A partir de la identificación de la medicación como actividad de vida diaria, se han propuesto diversos enfoques para abordar los problemas de medicación. Entre ellos destacan:

- El seguimiento de la medicación.

A partir del uso de sensores, se han creado contenedores inteligentes que mantienen un registro de la adherencia a la medicación, con datos tales como la hora y la fecha en que ingiere sus medicamentos, de tal manera que la información almacenada sirva posteriormente al paciente como evidencia de su cumplimiento, la cual es presentada mediante luces indicadoras o mensajes de texto [20] [21]. El principal inconveniente de este enfoque es que es efectivo si se proporciona al paciente la cantidad precisa de medicamento, lo cual es útil en países tales como Estados Unidos, donde el paciente recibe del farmacéutico únicamente la cantidad de medicamento establecida en la receta médica, algo que no sucede en México.

- Recordatorios de toma de medicación.

Este enfoque hace uso de dispositivos tanto fijos como móviles para emitir recordatorios en el horario en que determinado medicamento debe ser ingerido, de acuerdo al contexto del usuario; esto es, considerando su localización o la actividad que realiza en determinado momento. Los recordatorios son comúnmente transmitidos por medio de alertas auditivas, indicadores luminosos o mensajes de texto [22] [23] [24]. Se ha identificado que los adultos mayores prefieren recibir recordatorios en sus teléfonos celulares, debido a la privacidad que estos dispositivos otorgan en cuanto a la notificación de los mensajes [25].

- Organización y dispensación de la medicación.

Existen diversos dispositivos que utilizan este enfoque, en conjunto con los recordatorios antes mencionados [26] [27]. El principal problema con los dispositivos dispensadores es el que se trata de dispositivos fijos, por lo cual el usuario no puede llevarlos consigo si tiene necesidad de salir de su domicilio. Otro problema que esto presenta es que el adulto mayor necesitaría ayuda para llenar el dispositivo de manera correcta, así como programar los recordatorios de acuerdo a la prescripción que el médico le otorgue.

- Fomentar la toma de los medicamentos.

Este enfoque se basa en el uso de técnicas persuasivas que motiven al adulto mayor a mantener una buena adherencia a su medicación. Esto es a partir de juegos que fomenten la competencia social, cambiando en el adulto mayor la forma de ver la medicación como una actividad de entretenimiento y no como una obligación [28].

2.1 Trabajo previo: Diseño de SIAs para la medicación del adulto mayor

Tomando en cuenta tanto los sistemas anteriores como las características y necesidades del adulto mayor [6] trabajo previo a esta tesis, se propuso diseñar e implementar sistemas de información ambiental que apoyen la actividad de medicación del adulto mayor.

Para diseñar estos SIAs se consideró que los adultos mayores tienen lazos especiales con los objetos de su ambiente y, generalmente, prefieren objetos acordes a sus deseos estéticos y que al mismo tiempo apoyen sus necesidades funcionales, descartando aquellos que no lo hacen. Consideran que los productos más importantes son los que apoyan valores tales como su identidad personal, su independencia y dignidad, la cual se refiere a su deseo por mantener un estándar personal y particular dentro de su hogar o comunidad [29].

Adicionalmente, se ha identificado que adultos mayores con una capacidad funcional adecuada y declive cognoscitivo leve (no frágiles), aún se preocupan por la estética de los objetos (p.ej. evitan instalar duchas especiales para problemas de discapacidad). Sin embargo, conforme avanza su declive cognoscitivo y su capacidad funcional se deteriora, eligen los objetos más por su funcionalidad (aquellos que les sean útiles o los asistan) que por su estética [30].

Lo anterior sugiere que las personas en etapas tempranas de su vejez aceptarían y adoptarían sistemas con interfaces de usuario que les parezcan estéticamente agradables, ya que de esta forma le darían la impresión de estar integrados a su ambiente, mientras que al mismo tiempo les provean asistencia de acuerdo al contexto o situación de riesgo que enfrentan al realizar una determinada actividad de vida diaria.

Para lograr esto, se propuso diseñar y evaluar Sistemas de Información Ambiental para apoyar las actividades de vida diaria del adulto mayor, tal como la medicación [7].

Así, los SIAs deben ser diseñados de tal forma que permitan a los adultos mayores realizar las actividades de vida diaria, permitiéndoles mantener una sensación de autonomía y de control con respecto a su ambiente. Para lograr lo anterior, los sistemas deben ser diseñados para propósitos específicos y estar situados en lugares particulares en el ambiente del adulto mayor, dando la impresión de que están integrados naturalmente en su entorno.

En este sentido, los Sistemas de Información Ambiental (SIAs) tienen un modelo de interacción que se caracteriza por presentar información relevante, fácil de interpretar, y que son estéticamente agradables y no intrusivos ya que se sitúan en la periferia de la atención humana. Esta tesis toma como base los siguientes sistemas propuestos anteriormente por García et al [7].

2.2.1 Sistema CARE-Me

CARe-Me (Context Aware Representation for Medicating) es un visualizador ambiental que se encuentra empotrado, en este caso, en un portarretrato (Figura 2.1), y tiene el objetivo de motivar al adulto mayor a cumplir con su medicación. Para lograr esto, se utiliza la estrategia de concientizar al adulto mayor sobre su propia responsabilidad con respecto a su salud, tal como adquiere gustosamente la responsabilidad de cuidar mascotas.

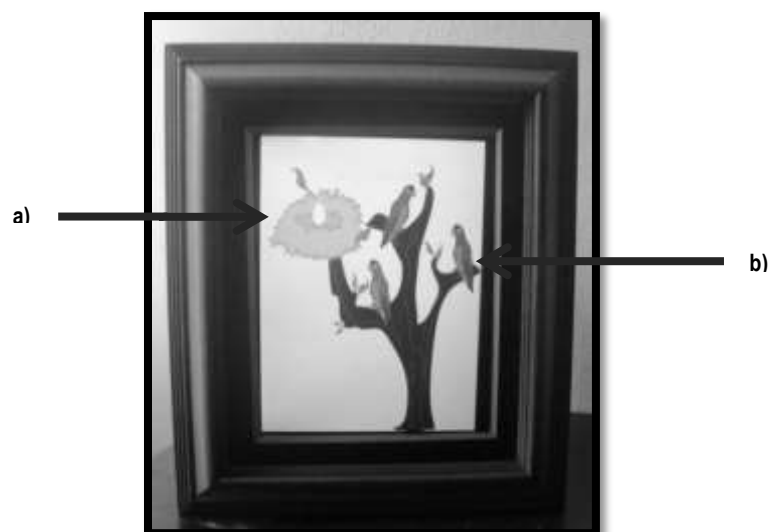


Figura 2.1 CARE-Me



Figura 2.2 Niveles de crecimiento de CARE-Me

2.1.1.1 *Funcionalidad del sistema*

En este caso, son cuatro pericos en una jaula virtual que representan en forma estilizada el cumplimiento de la medicación de las últimas cuatro semanas.

Los pericos podrán presentar hasta cuatro niveles de crecimiento (Figura 2.2). El inicio de la semana de la medicación corresponde al nivel cero, que estará representado por el nacimiento de un perico (huevo sobre un nido). El crecimiento del perico sobre el nido (niveles del 1 al 3) representa el cumplimiento de la medicación de la semana actual, mientras los que se encuentran sobre el árbol, representan el cumplimiento de las semanas anteriores. Al finalizar la semana actual de medicación, el perico sobre el nido volará al tronco.

Algunos ejemplos de la representación estilizada del cumplimiento de la medicación se presentan en la Figura 2.3. En la Figura 2.3a, se representa un cumplimiento deseable de la medicación del adulto mayor durante las últimas tres semanas. Mientras que la Figura 2.3b representa un cumplimiento insuficiente de la

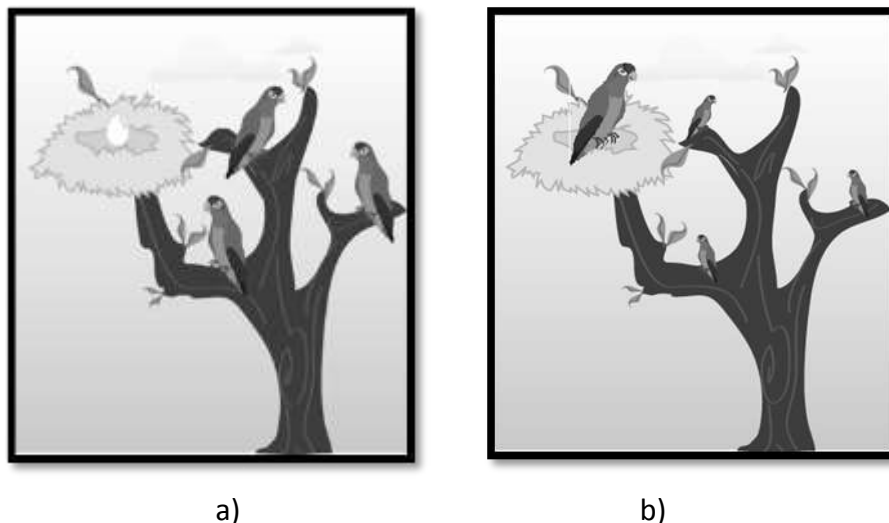


Figura 2.3 Ejemplos de cumplimiento de la medicación.

medicación durante las últimas tres semanas y durante esta semana ha presentado un buen cumplimiento.

Adicionalmente, CARE-Me motiva a los adultos mayores otorgándoles recompensas semanales por haber cumplido con su medicación. Éstas consisten en frases que emiten los pericos, indicando que la semana anterior el adulto mayor se medicó correctamente. A continuación se presenta un escenario de uso del sistema CARE-Me.

2.1.1.2 Escenario de uso

“La Sra. Ana se encuentra en su sala buscando el control remoto de su televisión, cuando escucha que sus pericos han aprendido una de sus frases favoritas “Periquito Curro”, por lo que se pone muy contenta. Al observar CARE-Me (Figura 2.4a), percibe que los pericos en el árbol han alcanzado el máximo crecimiento, y que el periquito en el nido está creciendo como lo esperaba (Figura 2.4b)”.

2.2.2 Sistema Remind-Me

Remind-Me (Remind elder to Medicate) es un sistema de información ambiental para dispositivos móviles que el adulto mayor deberá portar en su hogar.

2.1.2.1 Funcionalidad del sistema

Este dispositivo móvil provee al adulto mayor de:

- notificaciones auditivas para recordarle medicarse. Las notificaciones auditivas están asociadas con la estrategia de cuidado de mascotas. Por lo que se utiliza el canto de los pericos para recordarle que debe tomar sus medicamentos.

a)



b)

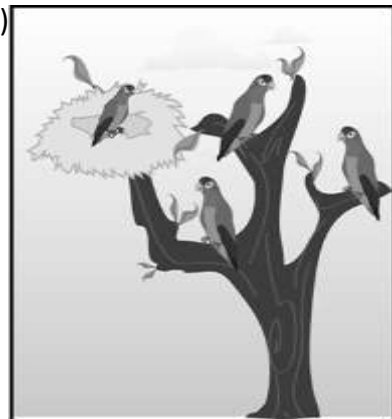


Figura 2.4 Escenario de uso. a) La señora Ana escucha el canto del perico proveniente de CARE-Me, b) Al observar la pantalla observa que los periquitos del árbol han alcanzado su máximo nivel de crecimiento y el que se encuentra en el nido está creciendo como lo esperaba.

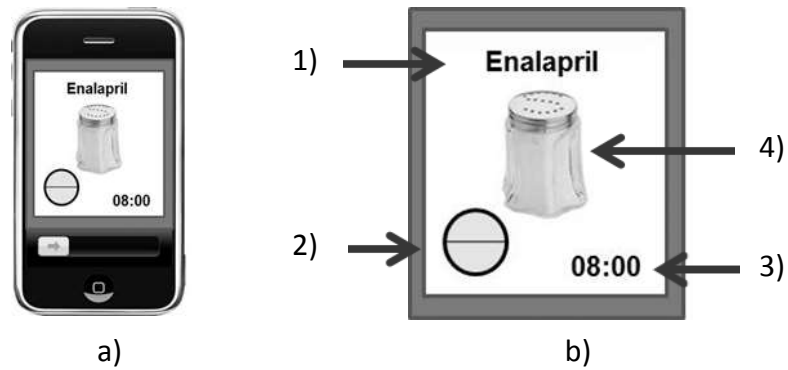


Figura 2.5 Remind-Me. a) El sistema Remind-Me desplegado en un dispositivo móvil; b) Información crítica presentada: 1) Nombre del medicamento, 2) Dosis, 3) Hora de medicación, 4) Alimento asociado con el problema de salud.

- notificaciones visuales que representan información crítica acerca de los medicamentos que debe tomar, y que opcionalmente el adulto mayor podría consultar.

La notificación visual está compuesta por el nombre del medicamento (Figura 2.5b-1), la cantidad de medicamento que debe tomar (Figura 2.5b-2), la hora actual (Figura 2.5b-3), y una imagen representativa del problema de salud por el que necesita tomar el medicamento (Figura 2.5b-4). A continuación se presenta un escenario de uso de Remind-Me.

2.1.2.2 Escenario de uso

“Mientras que la Sra. Ana lee una novela antes de acostarse, escucha el canto de los pericos del sistema Remind-Me en su dispositivo móvil, lo que le recuerda que es hora de medicarse (Figura 2.6a). Como la Sra. Ana está muy entretenida leyendo su libro, revisa su teléfono móvil y se da cuenta que le está recordando tomar sus pastillas de Calcio (Figura 2.6b-1), debido a que no es crítico que tome el medicamento

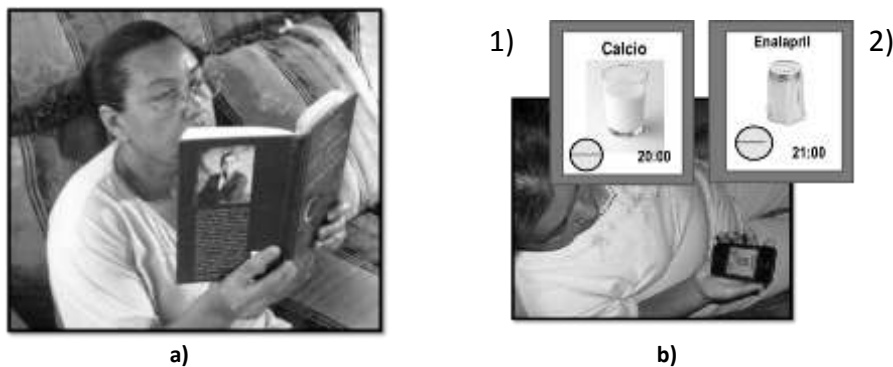


Figura 2.6 Escenario de uso Remind-Me. a) La señora Ana está leyendo antes de acostarse, cuando escucha el canto de los periquitos de Remind-Me en su dispositivo móvil, lo que le recuerda que es hora de su medicación. b) Pantallas de Remind-Me. 1) Al observar la pantalla, se da cuenta de que le corresponde tomar su pastilla de calcio, pero al no ser un medicamento crítico, decide no tomarlo. 2) Una hora más tarde, el sistema le recuerda que debe tomar también el medicamento enalapril.

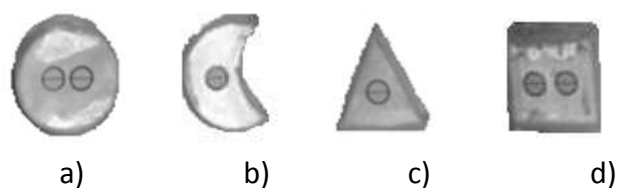


Figura 2.7 Interfaces que componen a GUIDE-Me asociadas a los medicamentos. a) Circular, que se toman cada 24 horas. b) Lunar, que se toman cada 12 horas. c) Triangular, que se toman cada 8 horas. d) Cuadrada, que se toman cada 6 horas.

a esa hora, decide continuar con su lectura. Sin embargo, una hora más tarde, el sistema Remind-Me le recuerda que debe tomar el medicamento para controlar su presión arterial y el calcio, por lo que decide interrumpir la lectura para medicarse (Figura 2.6b-2)''.

2.2.3 Sistema GUIDE-Me

GUIDE-Me (Geometric User Interfaces to Display aids for the Elderly when Medicating) es un conjunto de interfaces de usuario geométricas asociadas a cada medicamento que el adulto mayor necesita tomar (Figura 2.7). Estas interfaces tienen el objetivo de guiar al adulto mayor durante la toma de medicamentos. El número de lados de cada interfaz de usuario indica el número de veces que necesita tomar el medicamento durante el día (frecuencia). Esto es, la interfaz con forma circular debe asociarse a aquellos medicamentos que deben tomarse cada 24 horas (Figura 2.7a); la de forma lunar debe asociarse a medicamentos a tomarse cada 12 horas (o dos tomas al día) (Figura 2.7b); la triangular a medicamentos a tomarse cada 8 horas (Figura 2.7c) y finalmente la cuadrada a medicamentos que se toman cada 6 horas (Figura 2.7d).

2.1.3.1 Funcionalidad del sistema

Para indicarle al adulto mayor los medicamentos que debe tomar, se iluminan los lados de la interfaz de usuario geométrica asociadas a éstos. El número de lados iluminados corresponde al cumplimiento de la frecuencia de tomar el medicamento. Por ejemplo, un medicamento con una interfaz de usuario cuadrada con dos lados iluminados le indica al adulto mayor que ésta es la segunda dosis del día que debe tomar de un total de cuatro. La iluminación se desactiva una vez que se detecta que el adulto mayor tomó el medicamento o después de un tiempo predefinido (30 minutos). Adicionalmente, las interfaces de usuario geométricas contienen imágenes que representan la cantidad de pastillas a tomar y el problema de salud por el que necesitan tomarlo.

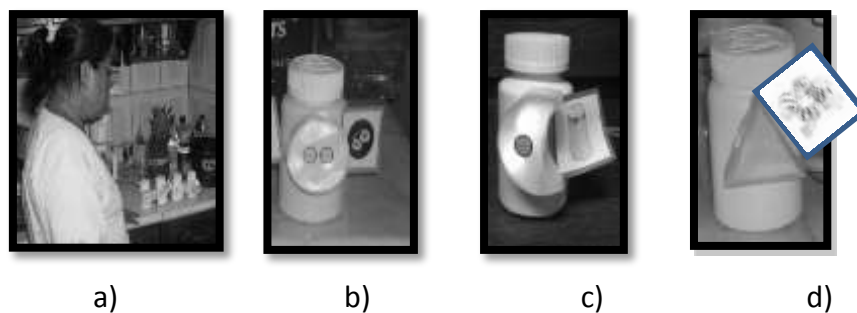


Figura 2.8 Escenario de uso GUIDE-Me

A continuación se presenta el escenario de uso del sistema GUIDE-Me, en el que se presenta como las interfaces deben estar asociadas a los contenedores de medicinas que actualmente use el adulto mayor, en este caso son frascos con pastillas.

2.1.3.2 Escenario de uso

“Cuando la Sra. Ana se acercó a sus medicamentos, percibió que GUIDE-Me le indicaba cuales medicamentos necesita tomar (Figura 2.8a). La Sra. Ana toma el frasco con la interfaz circular iluminada que contiene la medicina para controlar su colesterol (Figura 2.8b). Después, toma el medicamento con la interfaz lunar, se da cuenta que es el medicamento que recientemente le recetaron para controlar su presión arterial, por lo que observa la interfaz para conocer cuántas pastillas debe tomar de su segunda dosis del día (Figura 2.8c). Y finalmente, toma el medicamento con la interfaz triangular que le indica que tome su segunda dosis del día del medicamento para controlar su nivel de azúcar (Figura 2.8d).”

2.2 Evaluación de los SIAs para apoyar la medicación del adulto mayor

El presente trabajo toma como punto de partida la evaluación realizada por García et al [7], en la cual intervinieron 17 expertos (7 novatos, 5 expertos en interacción humano-computadora y 5 geriatras) cuyo objetivo fue identificar tanto los problemas de usabilidad de CARE-Me, Remind-Me y GUIDE-Me y a partir de los cuales se propusieron algunas recomendaciones de diseño para mejorar estos sistemas. Los puntos relevantes a este trabajo se presentan a continuación.

2.3.1 CARE-Me

2.2.1.1 Problemas de usabilidad

El sistema CARE-Me presenta tres problemas de usabilidad. Los dos primeros se relacionan con la representación estilizada de la medicación del adulto mayor, (Problema 1 y 2). Mientras que el tercer problema está asociado a un aspecto técnico que debe considerarse para implementación del sistema.

- **Problema 1:** *Es difícil percibir los cambios en los niveles de crecimiento de las aves.* Doce evaluadores (12 de 17) comentaron que no es fácil percibir el cambio de tamaño en el perico que representa el cumplimiento de la medicación del adulto mayor, por lo tanto, es difícil comprender el estado del cumplimiento de la medicación.
- **Problema 2:** *No es fácil identificar la semana que cada perico representa.* Cinco evaluadores (5 de 17), consideraron que no es fácil identificar la semana de medicación representada por cada perico, puesto que no cuentan con alguna característica que permita su identificación, p.ej. colores y/o tamaños diferentes.
- **Problema 3:** *La luminosidad producida continuamente por el portarretrato podría no ser placentera cuando la iluminación del entorno es tenue.* Un evaluador, comentó que CARE-Me podría percibirse por la luminosidad que produce y no por la información que provee por lo que CARE-Me podría desentonar con el entorno de uso, es decir, la armonía entre el diseño del SIA y su entorno.

2.2.1.2 Recomendaciones de diseño

A partir del análisis de los problemas de usabilidad presentados por CARE-Me, se obtuvieron las siguientes recomendaciones de diseño con el fin de solucionarlos.

- **Recomendación 1:** Incluir otras características asociadas al crecimiento, estado emocional o estado de salud del ave, que permitan representar el cumplimiento diario e inmediato de la medicación.
- **Recomendación 2:** Utilizar la ubicación del ave en el árbol para facilitar la asociación de esta con cada semana de medicación. Esto es, que en la ubicación del ave se lleve implícito el orden.
- **Recomendación 3:** Incluir mecanismos de hibernación que se desactiven cuando se detecte que el adulto mayor está próximo al portarretrato.

- **Recomendación 4:** El sistema debe proveer reforzamiento diario y retroalimentación inmediata con respecto a la adherencia a la medicación.

2.3.2 Remind-Me

2.2.2.1 Problemas de usabilidad

El sistema Remind-Me presenta siete problemas de usabilidad. Cinco problemas están asociados a la notificación visual (Problemas: 1, 3, 4, 6 y 7) y dos problemas de usabilidad con la notificación auditiva (Problemas: 2 y 5).

- **Problema 1:** *El utilizar imágenes de alimentos (recomendados o restringidos) podría causar que el adulto mayor lo relacione con una regla para medicarse, en lugar de con el padecimiento que se aborda con el medicamento.* Siete evaluadores comentaron que el utilizar imágenes asociadas con alimentos restringidos o recomendados para la enfermedad que padece, puede confundir al adulto mayor causando que asocie la imagen con una regla en vez de asociarla con el padecimiento por el cual toma el medicamento.
- **Problema 2:** *El canto de las aves es desagradable, por lo que podría ser molesto para el adulto mayor y abandonar el uso del sistema.* Seis evaluadores comentaron que el canto de las aves podría ser desagradable para el adulto mayor.
- **Problema 3:** *No tiene elementos visuales que indiquen que el adulto mayor debe tomar más de un medicamento.* Cinco evaluadores consideraron que el sistema Remind-Me carece de elementos visuales que permitan al adulto mayor identificar si necesita tomar más de un medicamento en una determinada hora del día.
- **Problema 4:** *Tiene elementos visuales que no proporcionan información relacionada con la medicación.* Dos evaluadores consideraron que el sistema Remind-Me tiene elementos visuales que podrían entorpecer la comprensión de la notificación visual.
- **Problema 5:** *Utilizar altas frecuencias en la notificación auditiva que recuerda medicarse, podría causar que la notificación no sea percibida.* Un evaluador comentó que el sonido que provee Remind-Me es agudo, por lo que los adultos mayores podrían no escucharlo debido a los problemas de presbiacucia que suelen padecer los adultos mayores.

- **Problema 6:** *El poco contraste de color entre las imágenes y el fondo podría dificultar que se identifique la información de la notificación visual.* Un evaluador consideró que no es fácil identificar la información de la notificación visual.
- **Problema 7:** *El uso de texto en la interfaz podría limitar su uso, en adultos mayores con limitaciones para leer.* Un evaluador comentó que el uso de texto podría afectar la fácil percepción de la información que provee el sistema Remind-Me principalmente a los adultos mayores con limitaciones para leer.

2.2.2.2 *Recomendaciones de diseño*

Las recomendaciones de diseño hechas para Remind-Me toman en consideración principalmente las limitaciones físicas del adulto mayor, tales como disminución de las capacidades de audición, vista y cognición.

- **Recomendación 1:** El sistema debe utilizar sonidos graves en las notificaciones auditivas.
- **Recomendación 2:** El sistema debe emplear un color de fondo que permita resaltar las imágenes que representan a la dosis y el padecimiento.
- **Recomendación 3:** El sistema debe tener elementos visuales que indiquen la existencia de cuántos medicamentos deben ser tomados.
- **Recomendación 4:** La representación de la dosis debe basarse en la forma y color de las pastillas con las que cuente el usuario.
- **Recomendación 5:** El sistema debe utilizar imágenes que muestren claramente la relación entre el alimento y la enfermedad.
- **Recomendación 6:** El sistema debe incorporar información sobre el cumplimiento o no cumplimiento de la medicación.

2.3.3 **GUIDE-Me**

2.2.3.1 *Problemas de usabilidad*

El sistema GUIDE-Me presenta cinco problemas de usabilidad. Tres problemas de usabilidad están relacionados con las figuras geométricas (Problemas 1,2 y 5) y dos con la luminosidad de los lados de las figuras geométricas (Problema 3 y 4).

Este sistema fue rechazado por la mayoría de los evaluadores, debido a que fue considerado poco estético y que no sería armonioso con el ambiente de la casa del adulto mayor, a causa del aspecto de las figuras geométricas. A pesar de que los

evaluadores consideraron que GUIDE-Me proporciona información relevante y útil para auxiliar en la actividad de medicación al adulto mayor, se estimó que la representación de la información es compleja y difícil de interpretar para el adulto mayor, lo cual podría generar una carga cognitiva alta.

- **Problema 1:** *Asociar las figuras geométricas con la frecuencia de la toma de medicamento es una tarea compleja.* Trece evaluadores comentaron que GUIDE-Me agrega una carga cognitiva alta, por lo que podría ser difícil para el adulto mayor recordar que significan las figuras geométricas.
- **Problema 2:** *El diseño del sistema no es placentero, por lo que podría no ser utilizado por el adulto mayor.* Se identificaron que ocho evaluadores dieron comentarios relacionados a este resultado, argumentando que las figuras geométricas no son agradables, por lo que podrían desentonar con el entorno de la casa.
- **Problema 3:** *Interpretar el significado de los lados iluminados en las figuras geométricas es una tarea compleja para el adulto mayor.* Seis evaluadores consideraron que no será fácil para un adulto mayor, interpretar la iluminación de los lados de la figura geométrica.
- **Problema 4:** *La intensidad luminosa de los segmentos podría no ser percibida por el adulto mayor.* Cuatro evaluadores consideraron que no se percibe fácilmente la luminosidad de las figuras.
- **Problema 5:** *Figuras geométricas pequeñas no permiten identificar claramente los segmentos iluminados.* Un evaluador comentó que el tamaño de las figuras geométricas podría no permitir al adulto mayor percibir fácilmente y rápidamente los cambios en la representación de la información.

2.2.3.2 *Recomendaciones de diseño*

A continuación se presentan tres recomendaciones de diseño para el sistema GUIDE-Me. Las primeras dos hacen referencia a los problemas de usabilidad presentados anteriormente, y la última recomendación plantea un aspecto de diseño que fue identificado a partir de los comentarios de los evaluadores.

- **Recomendación 1:** *Si el sistema emplea una metáfora como un elemento visual, esta no debe requerir un conocimiento previo específico para comprenderla.* Esto en consideración a que el uso de figuras geométricas requeriría que el

adulto mayor tuviera un cierto grado de estudios que le permitieran reconocer las figuras, por lo que el utilizarlas dificultaría la comprensión para aquellos que no tengan dichos estudios.

- **Recomendación 2:** Integrar mecanismos que permitan ajustar la luminosidad de los elementos utilizados para atraer la atención del adulto mayor de acuerdo con sus capacidades visuales. El sistema GUIDE-Me debe permitir al adulto mayor ajustar la luminosidad de los segmentos que indican la toma, de acuerdo a su capacidad de percepción visual.
- **Recomendación 3:** *Implementar la estrategia de guiar en un dispositivo portable.* Cuatro evaluadores hicieron alusión a que el sistema GUIDE-Me debe permanecer en un lugar fijo, por lo cual no es completamente agradable al entorno y puede pasar desapercibido, además de que la adición de las figuras a los frascos de medicamentos sobrecarga al dispositivo.

Basándose en los puntos anteriores, y en los estudios que demuestran que los adultos mayores prefieren recibir las notificaciones de su medicación en teléfonos móviles principalmente por cuestiones de privacidad [25], se recomienda que la información para guiar al adulto mayor con su medicación sea integrada a las funcionalidades del sistema Remind-Me.

2.3 Resumen

Existen diversos enfoques tecnológicos que han sido utilizados para apoyar la actividad de medicación de los adultos mayores. Entre ellos se destacan principalmente:

- El seguimiento a la medicación
- Recordatorios de toma de medicación
- Organización y dispensación de la medicación
- Fomentar la toma de los medicamentos

Con base en la efectividad reportada en diversos trabajos en cuanto al uso de estos enfoques, en García et al se propusieron tres sistemas de información ambiental que, en conjunto, tuvieran como función apoyar de forma integral la actividad de medicación. Los tres sistemas propuestos fueron:

1. CARE-Me (Context Aware Representation for Medicating), el cual es un visualizador ambiental empotrado en un portaretrato que, a partir del uso de la analogía del cuidado de mascotas, motiva al adulto mayor a medicarse.
2. Remind-Me (Remind elder to Medicate) es un sistema que el adulto mayor utiliza en un dispositivo móvil, el cual le recuerda cuándo es momento de medicarse.
3. GUIDE-Me (Geometric User Interfaces to Display aids for the Elderly when Medicating), es un conjunto de interfaces de usuario geométricas asociadas a cada medicamento que el adulto mayor necesita tomar, las cuales tienen el objetivo de guiar al adulto mayor durante la toma de medicamentos.

Los sistemas mencionados fueron sometidos a evaluación, siendo presentados a un grupo de expertos, los cuales determinaron los problemas de usabilidad que cada uno presentaba. Posteriormente, se analizaron dichos problemas y se establecieron un conjunto de recomendaciones de diseño, las cuales sirvieron como guía para los sistemas desarrollados en esta tesis.

3 Diseño e Implementación

Retomando las recomendaciones de diseño en García et al [7], se analizó cada una de ellas para determinar la forma óptima en la cual los mismos serían aplicados en el rediseño de los sistemas. En el siguiente capítulo se muestran los detalles de diseño e implementación concernientes al sistema CARE-Me, mientras que en el apéndice A se establecen aquellos relacionados a Remind-Me. Esta tesis hace énfasis en el desarrollo del sistema CARE-Me, debido a que toma como punto de partida un protocolo para evaluación in situ que propone el uso de CARE-Me y Remind-Me como aplicaciones independientes, antes de evaluarlas como un sistema completo en donde trabajan de forma conjunta.

3.1 Análisis de requerimientos del sistema

3.1.1 Representaciones del cumplimiento diario de la medicación

CARE-Me representaba el cumplimiento semanal de la medicación del adulto mayor mediante cuatro niveles de crecimiento de un ave que se encontraba sobre un nido. Sin embargo, los evaluadores comentaron que no es adecuado “resumir” o “integrar” el cumplimiento de la medicación del adulto mayor, ya que al no tener un reforzamiento inmediato permitiendo el paso de algunos días o una semana, se pierde la habilidad de recordar y reforzar la conducta del adulto mayor. Para abordar este problema de usabilidad, se identificó como recomendación de diseño que CARE-Me incluya características asociadas al crecimiento del ave, su estado emocional o a su estado de salud, para representar el cumplimiento diario de la medicación. Los tres enfoques propuestos podrían solucionar este problema, pero se recomienda adecuar cualquiera de los enfoques utilizando el concepto de la psicología condicionamiento operante, que consiste en hacer consciente a las personas de las consecuencias de su comportamiento para cambiar el mismo [31].

Para lograr lo anterior se utiliza el reforzamiento positivo, que consiste en proporcionar estímulos positivos a la persona por tener un comportamiento adecuado, o un reforzamiento negativo, que puede darse de dos maneras: un castigo, esto es, presentar un estímulo irritante o desagradable a la persona después de haber realizado un comportamiento inadecuado; o la extinción, que consiste en no proporcionar ningún estímulo cuando presenta un comportamiento inadecuado [32]. Ambos tipos de condicionamiento operante han sido utilizados en tecnologías persuasivas que buscan

cambiar el comportamiento o estilo de vida de las personas, aunque hay evidencia de que las tecnologías persuasivas que emplean castigos para cambiar el comportamiento provocan que el sujeto pierda el interés por el uso del sistema o adquieran un sentimiento de culpa [33] [34]. Por lo tanto, se recomienda utilizar el enfoque de incluir características asociadas al crecimiento de ave, estado emocional y/o de salud, siempre y cuando no se incluyan representaciones que causen que el adulto mayor tenga un sentimiento de culpabilidad y/o que lo lleve a decidir no utilizar el sistema [7].

A partir de esta recomendación, se tomó la decisión de abordarla proponiendo el siguiente requerimiento:

Requerimiento 1: *Utilizar los niveles de crecimiento del ave como indicadores de la adherencia diaria a la medicación del adulto mayor.* Para facilitar la tarea de identificación al adulto mayor, se usaron imágenes representativas que difieren de un nivel a otro, no sólo en tamaño, sino en color y forma pasando por etapas similares a las que pasaría un perico real (ver Figura 3.1).

3.1.2 Enfatizando la retroalimentación inmediata del cumplimiento de la medicación

El diseño de CARE-Me representaba hasta cuatro semanas de la medicación del adulto mayor; sin embargo, los evaluadores comentaron que no era fácil percibir la semana de medicación representada por cada ave. Por esta razón, los evaluadores sugirieron que para abordar este problema de usabilidad, se podría considerar utilizar un color diferente en cada ave que representa a cada semana de medicación o modificar el diseño de las ramas del árbol, para asignarle una ubicación a cada semana de medicación. Sin embargo, se considera oportuno utilizar la ubicación del ave ya que

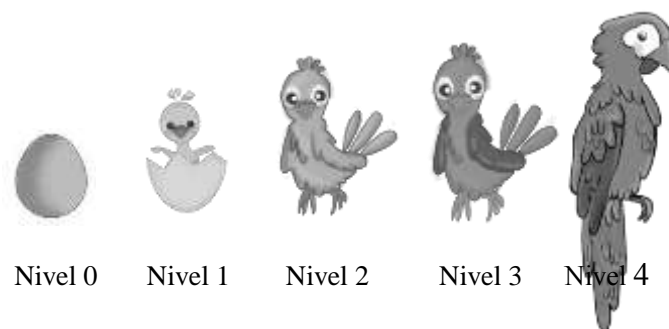


Figura 3.1 Niveles de crecimiento propuestos para representar el cumplimiento diario de la medicación



Figura 3.2 Diseño y rediseño de CARE-Me

podría requerir menos carga cognitiva para realizar tal asociación, comparado con utilizar aves de diferente color para representar cada semana [7].

A partir de esta recomendación y considerando el énfasis que los evaluadores pusieron en la importancia de presentar al adulto mayor un reforzamiento diario y una retroalimentación inmediata, se tomó la decisión de cambiar el esquema de funcionamiento de CARE-Me. Esto es, en lugar de mostrar un perico por cada día de la semana, ahora se muestra un solo perico que está relacionado con el día de medicación actual. Esto con el fin de disminuir la carga cognitiva para recordar o interpretar el significado de los diferentes elementos visuales que presenta el sistema, facilitando así la comprensión de su funcionamiento. Con esto, se evitarán posibles problemas de usabilidad relacionados con la asociación de cada periquito con la semana correspondiente del mes. De aquí que se plantea como requerimiento a abordar en esta tesis, el siguiente:

Requerimiento 2: *Presentar diariamente una sola ave que, mediante cambios en su crecimiento (tal como el planteado en Requerimiento 1), se enfatice la retroalimentación inmediata de la adherencia a la medicación.*

3.1.3 Reforzamientos adicionales para motivar al adulto mayor a que cumpla la medicación.

Debido a que el sistema no informa de manera inmediata la omisión de la toma del/los medicamento(s) y solo provee reforzamientos semanales por realizar un

comportamiento adecuado en la medicación, se identificó que el sistema debe informar de manera inmediata sobre el cumplimiento o incumplimiento de la toma de los medicamentos, además de proporcionar reforzamientos diarios (estímulos positivos) por tener un comportamiento adecuado en la medicación, ya que esto ayudará a motivar al adulto mayor a realizar la actividad y fomentar su aprendizaje con respecto a la rutina de medicación. Considerado lo anterior se recomienda que CARE-Me incluya elementos visuales y/o auditivos para proporcionar reforzamientos diarios e inmediatos con respecto a la adherencia de la medicación [7].

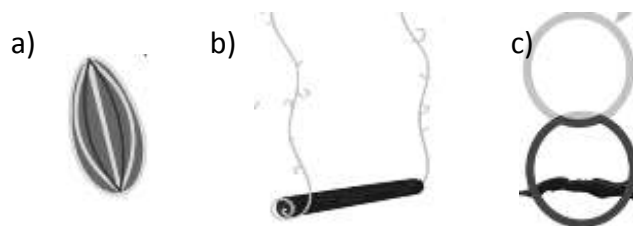


Figura 3.3 Recompensas: a) semilla, b) columpio, c) aros.

Además del crecimiento del ave como reflejo de la buena adherencia a la medicación, se establecieron una serie de recompensas, las cuales son objetos con los que el periquito puede jugar (Figura 3.3).

3.1.4 Incluir mecanismos de hibernación que se desactiven cuando se detecte que el adulto mayor está próximo al portarretrato.

Debido a que los evaluadores consideraron que el sistema podría desentonar en el hogar del adulto mayor, debido a la luminosidad producida, se recomendó incluir mecanismos de hibernación que se desactiven cuando se detecte que el adulto mayor está próximo al portarretrato. Por otro lado, para realizar una evaluación in-situ y que esta característica no perjudique la percepción del adulto mayor en cuanto a su armonía con el hogar, podría utilizarse un portarretrato digital que pueda programarse para encenderse y apagarse a una determinada hora del día [7]. Después de analizar esta recomendación, se determinó que se aborda un problema que no está directamente relacionado con el diseño e implementación del software del sistema, sino con el hardware en el cual estaría instalado, por lo que no se planteó un requerimiento del sistema (software) para abordarse en esta tesis.

3.1.5 Incluir opciones que permitan que el sistema sea utilizado en una evaluación in situ.

Puesto que uno de los propósitos de crear el sistema CARE-Me era para evaluar su funcionalidad en una prueba in-situ, se determinó que era necesario que el sistema contara con una interfaz que permitiera a los administradores de la evaluación controlar las recetas de los adultos mayores participantes en la evaluación. Por este motivo, se consideró al usuario Administrador para la implementación de funciones básicas de manejo de la receta dentro de la base de datos, tales como: dar de alta una receta; agregar, modificar o eliminar medicamentos de la misma; y realizar un respaldo de la base de datos para permitir su análisis posterior.

3.2 Rediseño de interfaces de usuario

3.2.1 Guías de diseño de interfaces de usuario para adultos mayores

Ya que las necesidades propias de los adultos mayores son distintas debido a la disminución de sus capacidades motoras, cognitivas y sensoriales, por lo cual fue necesario tomar como base guías de diseño de interfaces de usuario para sistemas usados por adultos mayores. De las mismas, se obtuvieron elementos clave en cuyas características se enfocó el diseño del sistema.

En lo referente al texto, se debe utilizar un tipo de letra sin serifas (sans serif), como Helvetica, Arial o Verdana, los cuales son más fáciles de leer para los adultos mayores. El tamaño de la letra debe ser de mínimo 12 puntos, aunque se recomienda sea de 16 o más para aquellos adultos mayores con problemas visuales. Evitar el uso de sombreado en el texto permite que el mismo sea de fácil lectura, y aunque se permite el uso de negritas, esto es sólo para resaltar títulos o palabras importantes [35].

Para tomar decisiones de color fue importante comprender tres aspectos perceptuales del color: el tono, la luminosidad y la saturación. El tono identifica colores específicos, como azul, verde, amarillo, rojo y morado. Las deficiencias de color hacen difícil discriminar entre colores de tonos similares, puesto que su discernimiento entre colores va cambiando con la edad. La luminosidad corresponde a cuánta luz parece ser reflejada por una superficie en relación a superficies cercanas. Si se aclaran los colores claros y se oscurecen los colores oscuros, se incrementa la accesibilidad visual del diseño. La saturación es la medida de la intensidad de un color. Un color puro no tiene

grises y es altamente saturado. Cuando se elige una combinación de colores se deben considerar colores que tengan diferencias en las tres áreas para proveer una máxima legibilidad [36].

Por esto es importante usar un alto contraste en las combinaciones de colores, esto es, combinaciones de colores opuestos tales como: amarillo-morado, rojo-azul, verde-rojo. También se recomienda el uso de tonos con una alta saturación, por lo cual se sugiere utilizar tonos de colores vivos, y evitar los llamados tonos pastel; sin embargo, se debe evitar usar colores muy brillantes, por ejemplo, colores fluorescentes, porque provocan fatiga visual [35].

3.2.2 Elementos de diseño de interfaces de usuario

La interfaz de usuario del sistema CARE-Me presenta, a través de animaciones en pantalla, diversos elementos los cuales cumplen con diversas funciones (ver Figura 3.4).

El periquito en la pantalla de CARE-Me (Figura 3.4a) puede presentar hasta cinco niveles de crecimiento diferentes, dependiendo el número de grupos de medicación que tenga la receta que se encuentra en la base de datos en ese momento. Por ejemplo, si la receta consiste en una sola toma durante el día, esto es, todos los medicamentos se toman cada 24 horas y todos a la misma hora, entonces el sistema



Figura 3.4Elementos de la interfaz de CARE-Me: a) Periquito, b) Recompensa, c) Botones de toma.

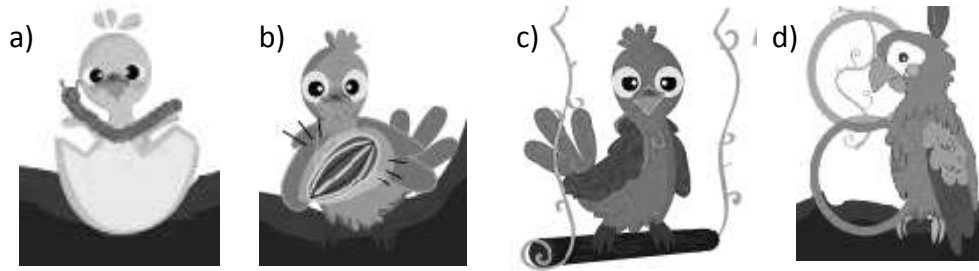


Figura 3.5 Periquitos de diferentes niveles con recompensas: a) Segundo nivel de crecimiento con gusano, b) Tercer nivel de crecimiento con semilla, c) Cuarto nivel de crecimiento con columpio, d) Quinto nivel de crecimiento con aros.

CARe-Me presentará en pantalla dos niveles de crecimiento: el huevo al inicio del día, y el perico completamente desarrollado después de que el usuario registra la toma. Si la receta consiste en dos grupos, se presentan entonces tres niveles de crecimiento: el huevo, el periquito recién salido del huevo, y el periquito desarrollado. Si la receta consiste en tres grupos, se presenta el huevo, el periquito recién salido del huevo, el periquito con plumas sin color, y el periquito completamente desarrollado. Por último, si la receta presenta cuatro grupos, se muestran todos los niveles de crecimiento.

Además de los cambios en los niveles de crecimiento, se presentan recompensas en forma de juguetes o alimentos para el periquito (Figura 3.5). Estas recompensas se adquieren con una buena adherencia a la medicación, sin omitir ningún medicamento en cada grupo y al estar enfocadas en el reforzamiento positivo, cuando el adulto mayor omite algún medicamento la recompensa desaparece, dejando al periquito en el mismo nivel de crecimiento que se encontraba al finalizar el grupo de medicación anterior. Para efectos de esta tesis se considera como grupo de medicación a todos aquellos medicamentos que deben ser ingeridos a la misma hora.

Además de los niveles de crecimiento y las recompensas, se agregaron botones a la interfaz de CArE-Me (Figura 3.6) para permitir que, durante una posterior evaluación in-situ del sistema, el adulto mayor pudiera registrar la toma de sus medicamentos. Para evitar que los botones tuvieran una presencia intrusiva en la interfaz, se decidió que los mismos fueran en forma de hojas del árbol en donde el periquito se encuentra. De esta manera, cuando es hora de que el adulto mayor tome su medicación, las hojas cambian de color y cuando se pasa el cursor sobre ellas, se muestra un ícono relacionado con el medicamento que se debe tomar. Los íconos son imágenes representativas del medicamento, relacionadas ya sea con la función del mismo (por ejemplo, si se trata de un diurético se muestra una imagen similar a los anuncios que se encuentran fuera de un baño) o con el padecimiento que tratan (por ejemplo, si es un medicamento para controlar la presión arterial entonces se muestra la imagen de un baumanómetro).

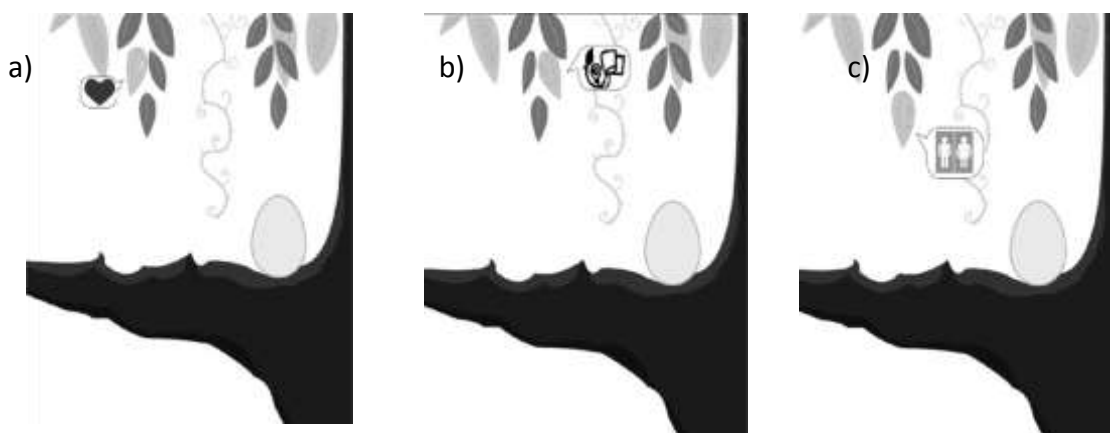


Figura 3.6 Diferentes botones que pueden aparecer en la interfaz de CArE-Me: a) Corazón, b) Baumanómetro, c) Anuncio de baño.

Figura 3.7 Interfaz gráfica para administrar la base de datos.

Por otra parte, para facilitar la manipulación de la información en la base de datos, se implementó una interfaz gráfica independiente de las animaciones de CARE-Me (Figura 3.7) que permita a los administradores de la evaluación in-situ el manejar la receta y el registro de la toma de medicamentos, a partir de acciones de altas, bajas y modificaciones de medicamentos, y una opción para permitir la creación de un respaldo de la base de datos. Esto último con el fin de que, cuando los evaluadores fuesen a visitar a algún adulto mayor participante de la evaluación, pudieran rápidamente guardar un respaldo de la base de datos para su posterior análisis.

3.2.3 Escenarios de uso

“La señora Ana se levanta temprano para preparar su desayuno y cuando pasa frente a CARE-Me observa que hay un huevo sobre la rama y que las hojas del árbol están de un color claro, lo que significa que debe tomar su medicamento. Al pasar el cursor sobre las hojas, observa que en ellas aparecen los íconos de un corazón y un baumanómetro, por lo que busca entre sus medicinas cuáles son los medicamentos que coinciden con dichos íconos y toma su medicamento. Una vez hecho esto, presiona los botones para registrar la toma, y observa como la pantalla cambia y muestra ahora un polluelo color rosa a medio salir del cascarón comiendo un gusano, sabiendo que el alimento es la recompensa. Antes de dormir ese día, la señora Ana recuerda que es hora de tomar sus medicamentos nuevamente, por lo que una vez que lo hace, va a donde está el sistema CARE-Me y registra la toma de sus medicamentos. En esta ocasión observa, tras registrar su medicación, que el periquito ahora está completamente fuera del cascarón, en su máximo nivel de crecimiento y además

escucha al periquito cantando, mientras juega con unos aros de colores, indicación de que se medicó correctamente durante el día.”

3.3 Diseño Arquitectónico del Sistema CARE-Me

3.3.1 Casos de uso

El sistema CARE-Me, funcionando como una aplicación independiente, presenta dos casos de uso en los que interviene el usuario Adulto Mayor, Tomar Medicamento y Desplegar Visualización, y cinco casos en los que interviene el usuario Administrador, que son Administrar Medicamentos, Altas, Bajas, Modificaciones y Respaldo. Tomar Medicamento se encarga de registrar la ingesta de la dosis de la medicación; el caso Desplegar Visualización está dedicado a mostrar en pantalla la animación que corresponda ya sea por el horario de toma de medicación o la adherencia a la misma.

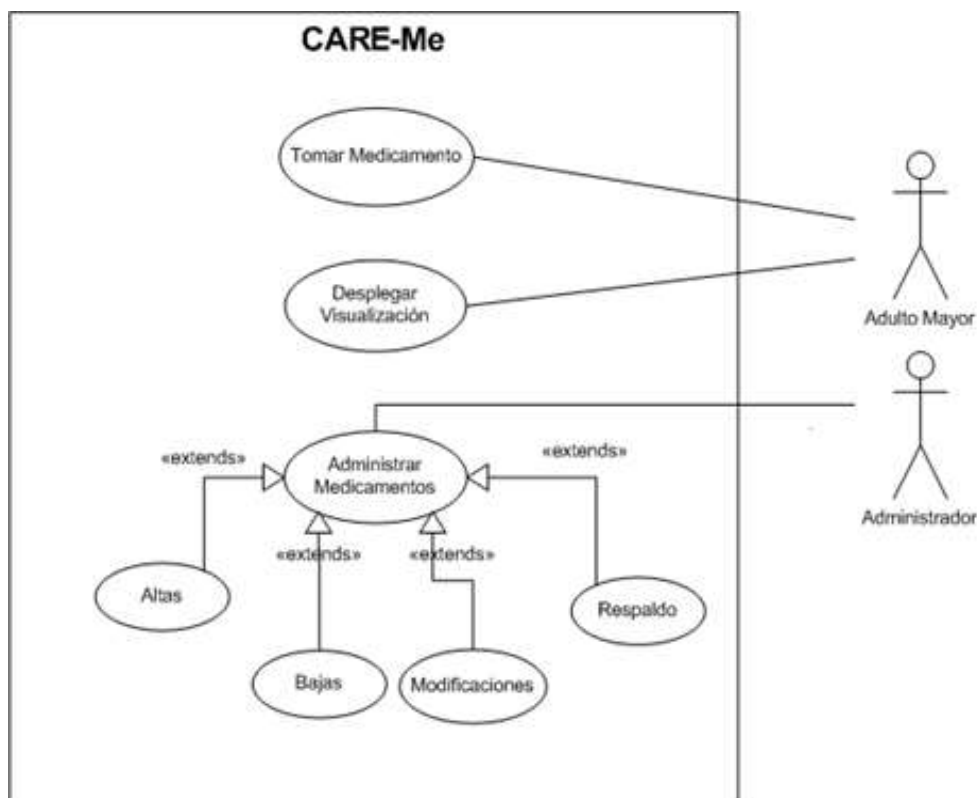


Figura 3.8 Diagrama de casos de uso de CARE-Me

Por su parte, el caso de uso Administrar Medicamentos tiene como función el permitir al administrador del sistema realizar cambios a la receta contenida en la base de datos, por medio de los casos de uso: Altas, que permite el ingreso de nuevos medicamentos; Bajas, que permite la eliminación de los medicamentos registrados en la receta; y Modificaciones, con el cual se pueden realizar cambios a datos tales como

dosis, frecuencia u horario de medicación. Por último, el caso de uso Respaldo permite al administrador guardar una copia de la base de datos actual en un dispositivo de almacenamiento extraíble.

3.3.2 Arquitectura del Sistema

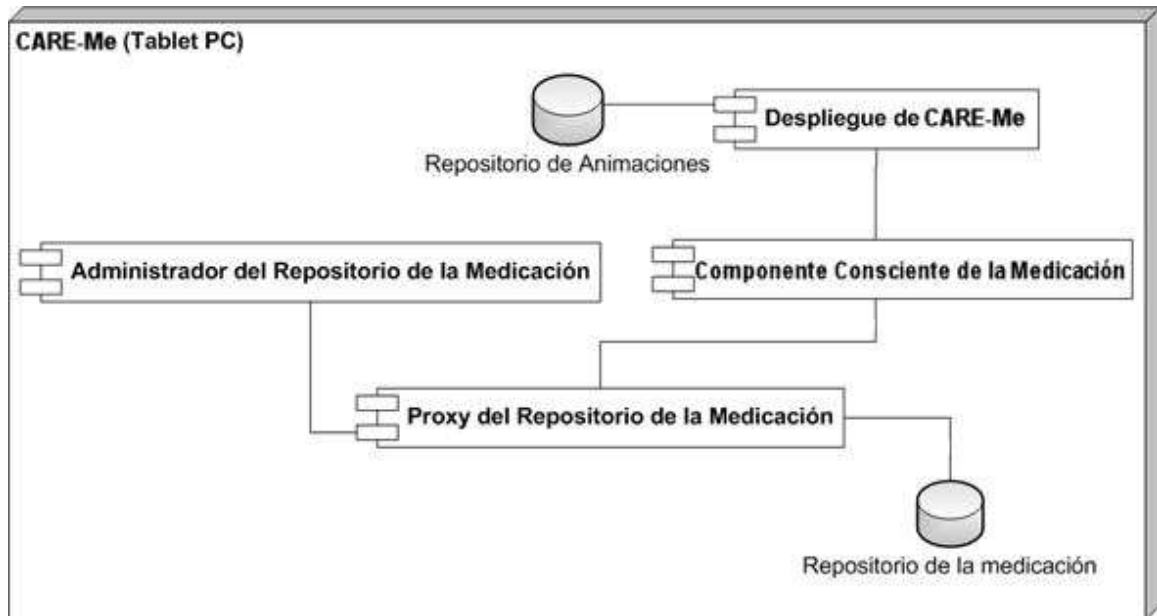


Figura 3.9 Diagrama de componentes de CARE-Me.

CARE-Me cuenta con un Repositorio de la Medicación, el cual se implementó como una base de datos que contiene tanto la información relacionada con la prescripción médica, como el registro de las tomas de los medicamentos. Para comunicarse con el Repositorio, tanto el Administrador del Repositorio de la Medicación como el Componente consciente de la medicación, deben hacerlo a través del Proxy del Repositorio de la Medicación. El Componente Consciente de la Medicación se encarga de recibir el registro de la toma de medicamento del adulto mayor, verificar la validez de la misma en el grupo de medicación que le corresponde y registrarla en la base de datos a través del Proxy; además de monitorear si hay cambios en la receta guardada para informar al componente de Despliegue de CARE-Me para modificar las animaciones pertinentes.

El componente Despliegue de CARE-Me se encarga del manejo de las animaciones en pantalla, cambiando las mismas cuando se inicie un nuevo grupo de medicación o se registre la toma de un medicamento por parte del usuario. Por último, el componente Administrador del Repositorio de la Medicación permite al usuario

Administrador del sistema guardar, modificar o eliminar la receta guardada en el Repositorio de la medicación, por medio de una interfaz de usuario.

3.3.3 Funcionalidad del Sistema

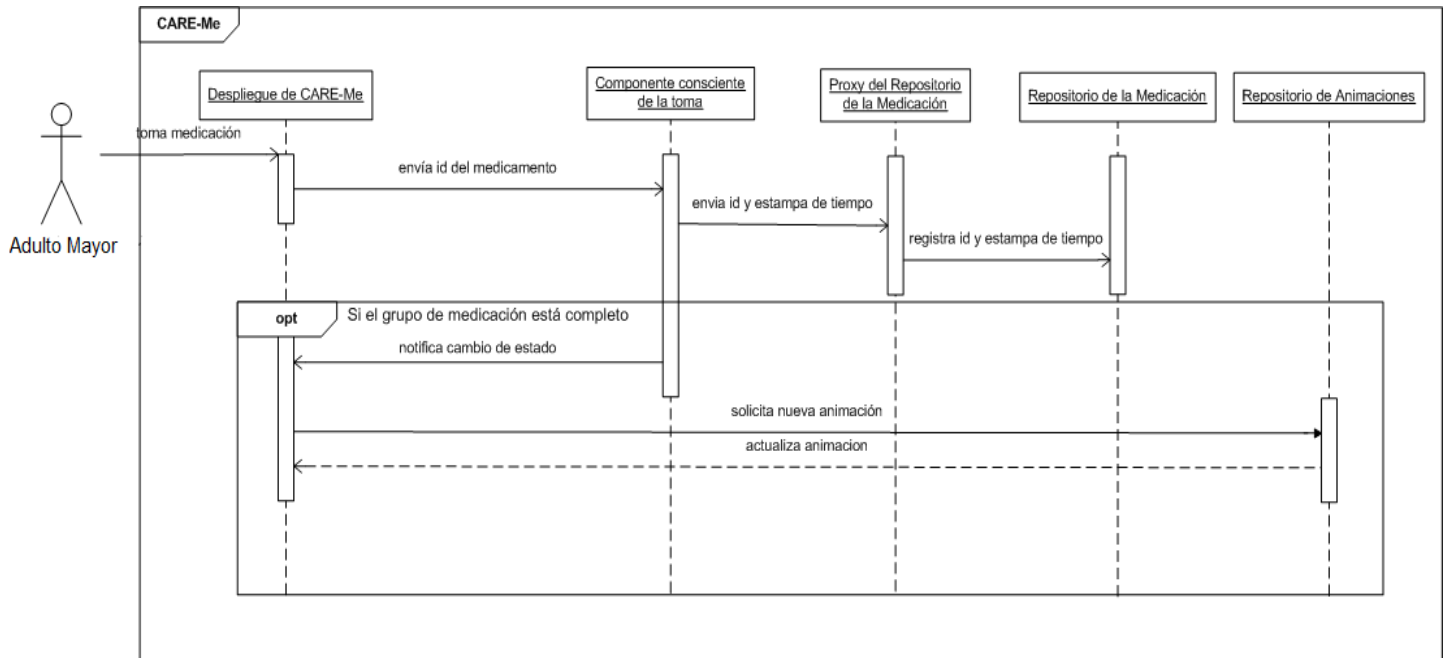


Figura 3.10 Diagrama de secuencia de CARE-Me

Cuando el adulto mayor toma uno de sus medicamentos, presiona el botón correspondiente en la pantalla de CARE-Me, con lo cual se envía el identificador del medicamento al componente consciente de la toma, quien agrega la estampa de tiempo y envía ambos datos al proxy del repositorio de la medicación para registrarlos finalmente en la base de datos. En caso de que el grupo de medicación esté completo, esto es, que el medicamento que se registra sea el último que el adulto mayor debe tomar en ese momento, el componente consciente de la medicación notifica al despliegue de CARE-Me de este evento, para verificar cuál es la animación que se debe mostrar a continuación, la selecciona del repositorio de animaciones y finalmente la despliega en pantalla.

3.4 Implementación del Sistema

Para la implementación del sistema CARE-Me se utilizaron diversas tecnologías, considerando las diferentes funcionalidades del sistema. Las animaciones fueron desarrolladas en conjunto usando el programa Adobe Flash Professional CS5, el cual es un programa de autoría multimedia que sirve para crear aplicaciones web, juegos y

películas, y contenido para teléfonos móviles y otros dispositivos embebidos [37]. En este caso, se utilizó ActionScript para programar las funcionalidades relacionadas al registro de las tomas de los medicamentos en la base de datos. A su vez, los gráficos utilizados para las animaciones se hicieron en forma de imágenes de vectores por medio Photoshop CS5, el cual es un programa de edición de gráficos, para facilitar el manejo de las mismas en el programa Flash al convertirlas en animaciones. Por otra parte, se utilizó la plataforma de programación Java con el IDE Netbeans en su versión 6.9, programando en lenguaje Java los componentes de CARE-Me no relacionados con el manejo interno de las animaciones; mientras que MySQL, versión 5.0, fue utilizado para el manejo de la base de datos.

Para instalar el sistema CARE-Me en un equipo, es necesario que el mismo tenga sistema operativo Windows XP o posterior y que tenga las siguientes aplicaciones instaladas: Netbeans 6.9 o posterior, Máquina Virtual Java (Java Virtual Machine, JVM) versión 6 o posterior, MySQL 5.0 o posterior, EOLsoft Flash Movie Player 1.5, y Adobe Flash Player 10 o posterior. Flash Movie Player de EOLSoft es reproductor gratuito de animaciones Shockwave Flash (SWF), basado en el plugin de Adobe. La principal ventaja, y razón por la cual se utiliza este reproductor en particular, es la facilidad de manipular el despliegue de las animaciones desde un programa en lenguaje Java, mostrándolas en pantalla completa, ocultando la barra de navegación, de tal manera que impediría que el adulto mayor accidentalmente cierre el programa CARE-Me cuando se está ejecutando.

3.5 Resumen

Al retomar las recomendaciones de diseño, éstas fueron analizadas y a partir de ellas se identificaron dos requerimientos:

1. Utilizar los niveles de crecimiento del ave como indicadores de la adherencia diaria a la medicación del adulto mayor.
2. Presentar diariamente una sola ave que, mediante cambios en su crecimiento, se enfatice la retroalimentación inmediata de la adherencia a la medicación.

Además de cumplir con estos requerimientos en la implementación del sistema, se consideraron diversas guías de diseño de interfaces de usuario para adultos mayores, entre las que se incluyen tipo y tamaño de la letra, y características de los colores a

utilizar. Todo este proceso de análisis desembocó en el rediseño de interfaces, donde se agregaron nuevos elementos como:

- Nuevos niveles de crecimiento que difieren entre sí en color, forma y tamaño.
- Un sistema de recompensas, donde se otorgan cuando se cumple con la medicación y se pierden cuando se omiten.
- Botones para el registro de toma con íconos que indican qué medicamento hay que tomar.

El sistema, al ser implementado con miras a realizar una evaluación in-situ posteriormente, cuenta además una interfaz de usuario para administrar los datos de las recetas, así como la base de datos que las contiene.

4 Evaluación del sistema

En este capítulo se presenta la evaluación de funcionalidad del sistema CARE-Me. En primer lugar, se describe el protocolo de la evaluación. Enseguida, se presentan los problemas de funcionalidad identificados y la manera en que estos fueron abordados. Finalmente, se presentan las conclusiones de la evaluación.

4.1 Protocolo de evaluación

El objetivo de la evaluación de CARE-Me fue verificar que la implementación del sistema cumpliera con los requerimientos establecidos por García et al [7], de tal manera que presentara una solución a los problemas de funcionalidad determinados por los expertos. Con este objetivo se seleccionaron las pruebas de funcionalidad de entre los diversos tipos de pruebas para software.

A diferencia de las pruebas unitarias o de caja blanca, que se enfocan en el diseño interno del programa y requieren que los evaluadores tengan un amplio conocimiento del funcionamiento interno del mismo, las pruebas de funcionalidad, también conocidas como pruebas de caja negra, están diseñadas para probar un programa de acuerdo a sus especificaciones externas [38]. Los dos problemas típicos con las pruebas de caja negra son la necesidad de requerimientos explícitos y la habilidad de estas pruebas para cubrir únicamente una pequeña parte de las posibles condiciones de pruebas. Estas pruebas comienzan por examinar las funciones que el programa debe desempeñar y establecer una secuencia de entradas para probarlas [39]. Para realizar una prueba de caja negra, no es indispensable que los evaluadores tengan conocimiento del funcionamiento interno del sistema, ya que los casos de prueba están enfocados en ingresar datos al sistema y comparar la salida del mismo con los resultados esperados.

4.1.1 Descripción de la evaluación

La evaluación de funcionalidad se llevó a cabo con tres evaluadores: un Ingeniero con Doctorado en Ciencias de la Computación y un Ingeniero en Computación, con conocimiento detallado del funcionamiento del sistema, y un estudiante de Diseño Gráfico, con conocimientos básicos del funcionamiento del mismo. Se seleccionó este grupo de evaluadores ya que, a pesar de que como se mencionó anteriormente, no es necesario que los evaluadores de una prueba de

funcionalidad tengan extenso conocimiento sobre el sistema, en este caso los mismos evaluadores podrían detectar problemas que no hubiesen sido considerados dentro de los escenarios de evaluación diseñados para cada uno. A partir de un listado proporcionado por García et al [7] de un grupo de adultos mayores que potencialmente participarán en la evaluación in-situ del sistema, se seleccionó la receta de aquel que ingería un mayor número de medicamentos a diferentes horarios durante un día, de entre las identificadas dentro de un grupo de 14 adultos mayores, todos los cuales padecían de hipertensión (presión arterial alta). Por este motivo, se eligieron los medicamentos que trataban dicho padecimiento para ser usados como referencia, tanto en la evaluación de funcionalidad, como para una evaluación in-situ posterior del sistema.

Al inicio de la evaluación, se entregaron a los evaluadores tres documentos (ver Apéndice B):

- Los casos de prueba que le correspondían evaluar;
- La receta que debía cumplir; y
- El listado de los requerimientos del sistema.

Aunque a todos los evaluadores se les entregó la misma receta, se adjudicó un escenario de medicación distinto para cada uno, en donde el usuario 1 se apegó al 100% a la medicación, el usuario 2 se apegó al 50% de la misma, omitiendo uno de los dos medicamentos en cada toma; y el usuario 3 no se apegó a la medicación, omitiendo todas las tomas. Por esta razón, el sistema instalado en las tres computadoras utilizadas para las pruebas fue inicializado en cada una con la misma información dada de alta en la base de datos, donde el escenario de uso para cada uno cubría dos días completos de medicación. Se entregó un total de 10 casos de prueba al usuario 1, 9 casos de prueba al usuario 2, y 8 casos de prueba al usuario 3. En cada uno de ellos se estableció información tal como el propósito del caso de prueba, trazabilidad de los requerimientos que se pretendía evaluar con dicho caso, la configuración que se espera al inicio del caso de prueba, y los datos de prueba que se habrían de considerar (acción a realizar, entrada, salida esperada, observaciones por parte del evaluador).

Antes de la evaluación, se explicó en una sesión de entrenamiento a los evaluadores cuál es el funcionamiento del sistema, así como cuáles serían las actividades que ellos realizarían durante la evaluación, así como se proporcionó a cada evaluador un equipo de cómputo con el sistema instalado, el cual llevaron a sus hogares

y en el que tendrían el sistema funcionando durante dos jornadas completas de medicación, tal como se estableció en los casos de prueba. Para el reporte de errores, se solicitó a los evaluadores que tomaran capturas de pantalla de los mismos, y que enviaran una descripción de lo ocurrido, además de que se realizaron sesiones para discutir los errores encontrados.

Una vez que los evaluadores reportaban un problema, se corregía el mismo dentro del lapso de una semana; cuando el problema era resuelto, se entregaba una nueva versión a los evaluadores para que realizaran nuevamente la evaluación con base a los casos de prueba, repitiéndose este proceso hasta que no se detectaron más problemas por el lapso de una semana. Así, en total, se realizó este proceso en cinco ocasiones. Con el fin de determinar si el desempeño del sistema era satisfactorio, se revisaron tanto la representación diaria como los registros hechos en la base de datos, comparándose ambos a los resultados esperados que fueron otorgados a cada evaluador en cada uno de los escenarios correspondientes.

4.2 Resultados

Considerando los comentarios reportados por los evaluadores, se identificaron cinco problemas: los problemas A y B están relacionados con errores de programación, los problemas C y D con el despliegue de las animaciones, y el problema E está relacionado con la base de datos.

A. El sistema no cargó la receta al iniciar el primer día de prueba.

Al inicio de la prueba, se indicó a los evaluadores que iniciaran el sistema desde un día antes de comenzar efectivamente a evaluarlo siguiendo los casos de prueba, para observarlo apropiadamente desde el inicio de la jornada de medicación. Los tres evaluadores reportaron que al observar el sistema siguiendo la segunda actividad de los casos de prueba, que consiste en verificar que al inicio del día se muestre el huevo en el árbol junto con los botones para el registro de los medicamentos (ver Figura 4.1a), notaron que la representación diaria mostrada no coincidía con la esperada (ver Figura 4.1b).

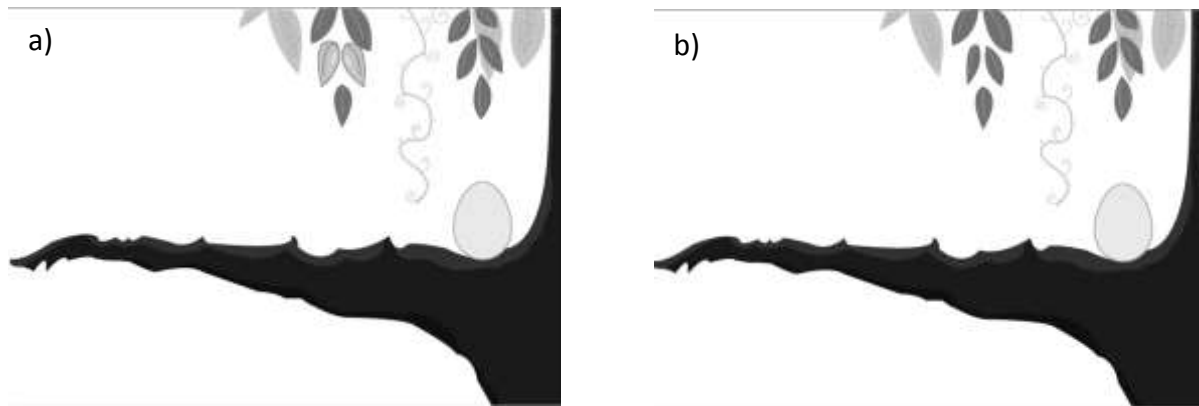


Figura 4. 1 Representación al inicio de la jornada de medicación: a) Esperada, mostrando el nivel de crecimiento 1 con los botones para registro en forma de hojas activados; b) Representación reportada por los evaluadores.

A partir de la revisión de éste error, se detectó que se debía a que el sistema no obtenía los registros de la receta contenidos en la base de datos al iniciar el día, por lo cual la representación diaria mostrada en pantalla no cambiaba sin importar el horario.

B. La aplicación arroja un error si no se inicia antes del horario del segundo grupo de medicación

Los evaluadores reportaron que si el sistema se iniciaba después de la hora de inicio del segundo grupo de medicación, aparecía un mensaje de error referente a la clase encargada de monitorear el horario de la medicación, debido a una referencia a un elemento inexistente. Este error era causado por un manejo incorrecto de los cambios de estado que, internamente, la clase utiliza para determinar en qué etapa de la jornada de medicación se encuentra actualmente (por ejemplo: esperando receta, esperando toma). El error se generaba al iniciar el sistema después del horario del primer grupo de medicación, ya que el control de los estados no tenía modo de detectar que únicamente quedaba un grupo de medicación en esa jornada, puesto que no contaba con un método

```

:Output
Ayudantia (run) x Ayudantia (run) #2 x
Num. de Niveles = 2
Estoy en el grupo No.0 de 2
Entonces mostrare: src\animaciones\perico_000.swf
Entro a cargar receta.
MedicationTrigger
Termino de cargar receta.
Alarma: Se cargo la receta.
Exception in thread "Thread-5" java.lang.NullPointerException
    at AdministradorBD.Alarma.run(Alarma.java:70)
BUILD SUCCESSFUL (total time: 0 seconds)

```

Figura 4. 2 Mensaje de error presentando el error en la clase que controla los horarios de la medicación.

para controlar otro caso que no fuera el inicio del programa antes de la jornada de medicación, por lo cual al terminar el horario del segundo grupo, el control de estados lo registraba como si se tratase del final del primer grupo. Por ello, el control de estados posteriormente esperaba un nuevo grupo cuando, en realidad, la medicación correspondiente a ese día ya había terminado.

C. La animación no se presenta en la modalidad de “pantalla completa”.

Otro de los problemas reportados por los evaluadores fue que en el momento que CARE-Me debía mostrar una animación, ésta no se desplegaba en pantalla completa, sino en una ventana estándar (ver Figura 4.3).

El inconveniente de que CARE-Me no despliegue las animaciones a pantalla completa radica en que al mostrar el botón de cerrar ventana, el adulto mayor podría, por error o desconocimiento, cerrar la ventana de CARE-Me, por lo cual podría omitir la toma de alguno de sus medicamentos.



Figura 4. 3 Animación desplegada en pantalla en ventana estándar.

D. Se abren múltiples ventanas al desplegar las animaciones.



Figura 4. 4 El sistema desplegaba cada animación en una nueva ventana.

Al abrir animaciones diferentes, el sistema las desplegaba en ventanas distintas, tal como se muestra en la Figura 4.4. El problema con este error es que al presentar diferentes ventanas con animaciones distintas de CARE-Me, se podría confundir al adulto mayor en cuanto a cuál es la que está efectivamente activa en ese momento, lo cual podría llevar a problemas en la medicación así como en la comprensión de la información mostrada.

E. No se registra la toma de medicación en la base de datos.

Los evaluadores reportaron que, al presionar los botones de la representación gráfica con el fin de registrar una toma efectuada, el botón desaparecía pero el registro no era realizado en la base de datos, como se muestra en la Figura 4.5.

```
mysql> select  
-> from uso_diario;
```

Dia_Hora	Nombre_M
2012-02-29 06:32:31	enalapril
2012-03-08 06:31:26	enalapril
2012-03-08 18:30:25	enalapril
2012-03-08 06:31:07	propanolol
2012-03-08 06:31:22	propanolol
2012-03-08 06:32:06	propanolol
2012-03-08 18:30:13	propanolol
2012-03-08 18:30:24	propanolol

Figura 4. 5 Registros de medicación en la tabla 'uso_diario' en la base de datos. Se puede observar que el medicamento enalapril se registró en tres ocasiones, cuando debieron registrarse cinco al igual que el medicamento propanolol.

4.3 Modificaciones al sistema

Con efecto de corregir los problemas que se presentaron durante el periodo de prueba, los cuales fueron expuestos en la sección anterior, se realizaron las siguientes modificaciones al sistema.

Se observó que el problema de que el sistema no cargara la receta al iniciarse, estaba relacionado con un error en la programación de la clase encargada de monitorear el horario de la medicación. Este error consistía en que la hora de inicio de ejecución del sistema no se registraba, de tal forma que si el sistema era iniciado después del horario predefinido (6:00am) para consultar la receta a la base de datos, el sistema presentaba el error, puesto que la acción dependía de la hora para ser ejecutada. Este error fue solucionado agregando una condición que funcionara como verificador del tiempo en el que el sistema era arrancado, comparándolo con el horario de carga de la receta desde la base de datos.

Con respecto al error referente a que el sistema no actualizaba las interfaces de usuario al iniciar el segundo día de medicación, se detectó que el error mostrado en la clase encargada de monitorear el horario de la medicación se debía a que el sistema detectaba correctamente si se encontraba dentro del primer grupo de medicación, dentro del segundo, antes o entre ambos; sin embargo, carecía de un estado que marcara el fin de la jornada de medicación. Por ello se agregaron instrucciones a la clase para este propósito, de tal forma que el sistema reiniciara el seguimiento de los estados, permitiendo el flujo correcto de los datos así como de las transiciones de las representaciones diarias.

Dos problemas que estaban estrechamente relacionados con el reproductor de animaciones Flash eran los descritos en C y D. Originalmente, el sistema se auxiliaba del programa Internet Explorer para mostrar las animaciones correspondientes a las representaciones diarias, pero se observó que la interacción directa desde el lenguaje Java no permitía que CARE-Me manipulara los aspectos de despliegue tales como la dimensión o el manejo de número de ventanas. Por ello se tomó la decisión de utilizar un programa diferente, en este caso el reproductor FlashMoviePlayer, con el cual se pudieron corregir los problemas referentes a la manipulación tanto de las dimensiones como de la apertura y cierre de ventanas, haciendo posible una transición entre animaciones virtualmente sin señal para el usuario.

En cuanto al problema F, reportado como un error en el registro de la base de datos, se detectó que el mismo era causado por una falla en la clase que servía como proxy a la base de datos. Al hilo servidor que esperaba por el mensaje proveniente de la animación, el cual informaba de cuál medicamento era el que el usuario estaba registrando al presionar el botón de la hoja correspondiente, no se le había asignado el tiempo suficiente para completar tanto las operaciones internas de verificación como la subsecuente conexión y registro a la tabla de uso diario. Por lo tanto, antes de que el programa terminara con las labores pautadas, si el usuario presionaba algún otro botón de hoja para registrar otro medicamento, el sistema no recibía el mensaje, puesto que aún estaba ocupado terminando de procesar el evento anterior. Este problema se resolvió agregando una instrucción de tiempo de espera, con la cual se permite que el sistema termine de procesar el primero de los mensajes sin perder la información del que le siga.

4.4 Resumen

La evaluación de funcionalidad permitió identificar los problemas del sistema CARE-Me, tanto de aspectos directamente relacionados con la programación del mismo, como de la comunicación del sistema con los programas utilizados para complementar su funcionamiento, tal como FlashMoviePlayer. De igual manera, con esta evaluación se pudo observar el funcionamiento del sistema en un entorno externo, similar en condiciones al que se encontraría en una prueba in situ, lo que facilitó la identificación de errores que en la etapa de implementación no pudieron ser percibidos.

5 Conclusiones

Uno de los mayores retos tecnológicos durante la realización de esta tesis fue el desarrollar sistemas de información ambiental que tomaran como base las recomendaciones de diseño generadas a partir del análisis cualitativo realizado por García-Vázquez (2012) de los comentarios realizados por los expertos que evaluaron el sistema. Un reto fue identificar los requerimientos de diseño, que además de seguir tales recomendaciones, debían cumplir con las características de diseño que definen a un Sistema de Información Ambiental, tal como ser estético, y uso de abstracciones fáciles de interpretar, entre otras. Adicionalmente, estos requerimientos debían incluir las metáforas propuestas en el trabajo de García-Vázquez, tal como el uso de la analogía del cuidado de aves que representa la responsabilidad que el adulto mayor tienen en el cuidado de su propia salud, y el uso adecuado de pictogramas que ayudaran no sólo a recordar la medicación, sino también a guiarla. En este sentido, se tomaron decisiones de diseño que modificaron la representación basada en el cuidado de aves, para simplificar su representación y hacerla más útil al adulto mayor, cuidando aspectos como el uso adecuado de colores, tamaño de imágenes y/o letras.

En el caso específico de CARE-Me funcionando como una aplicación independiente fue un reto aún mayor, puesto que se debió idear un modo de que se permitiera al usuario ingresar los registros de su medicación, sin afectar el aspecto estético de la aplicación, manteniendo la analogía del cuidado de mascotas y al mismo tiempo sin sobrecargar la pantalla con información. Mientras tanto, el diseño de Remind-Me requirió no sólo considerar los aspectos propuestos en un principio, sino también la integración de funcionalidades que originalmente habían sido consideradas como parte del sistema GUIDE-Me. Esta consideración representó aún un mayor desafío, puesto que las dimensiones de la pantalla de un teléfono móvil limitaban tanto el tamaño como la cantidad de símbolos que pueden desplegarse en la misma en un momento determinado, siempre teniendo en cuenta que el adulto mayor sería el usuario final del dispositivo, por lo que las imágenes debían ser claramente identificadas para evitar errores en la medicación.

Por otro lado, el uso de dispositivos diferentes en forma conjunta creó otros desafíos de programación, debido a que las plataformas en que debían funcionar ambos

SIAs eran diferentes: CARE-Me, basado en Windows, y Remind-Me, en un dispositivo de Apple. La programación para iPhone representó un reto en sí mismo, ya que el tipo de tutoriales para este fin es bastante limitado en cuanto a la información que proporcionan.

Además de que, al tratarse de un dispositivo de Apple, el nivel de acceso para utilizar los recursos del sistema está restringido, por lo que algunos de los procesos que habría sido posible programar en otro lenguaje para implementar las funcionalidades requeridas, debían ser enfrentados desde otra perspectiva o incluso eliminados. Por ejemplo, no se podía acceder a la base de datos de una aplicación desde alguna otra, por lo que limitaba la programación de forma conjunta de la interfaz de Remind-Me para uso por parte del adulto mayor, y la interfaz de manejo de datos para el administrador del sistema. El uso de distintos lenguajes trabajando en conjunto presentó la necesidad de mantener la congruencia entre los procesos del sistema, esto es, la identificación de cuáles procesos debían llevarse a cabo por cuál módulo de acuerdo a las capacidades y limitantes de cada lenguaje. Ejemplo de esto es que Objective C para iPhone no permite el manejo de hilos del modo en que se maneja en otros lenguajes, ya que el sistema puede eliminar los hilos si alguna otra aplicación necesita utilizar más recursos del dispositivo, por lo que no se podría implementar de la misma forma el componente consciente de la medicación que se tiene trabajando en CARE-Me. Como trabajo futuro se consideraría la implementación del sistema Remind-Me, así como llevar a cabo la evaluación in-situ con los adultos mayores, de forma que se pudiera determinar el impacto de los sistemas directamente en los usuarios objetivo. Considerando esto, se podría también realizar un rediseño de GUIDE-Me haciendo uso de nuevas tecnologías tales como las pantallas flexibles para resolver los problemas de ese sistema relacionados con las interfaces empotradas en los frascos de medicamentos.

Como parte del proceso de rediseño e implementación de los sistemas de información ambiental presentados en esta tesis, se abordaron las diferentes estrategias planteadas en el trabajo de García et al [7]. Sin embargo, las formas de abordarlas fueron diferentes a las originalmente propuestas por García-Vázquez et al. Por ejemplo, en dicho trabajo se proponía motivar al adulto mayor por medio de una representación de su adherencia mensual a la medicación, mientras que en esta tesis aunque se mantiene la analogía basada en el cuidado de aves, ésta se modificó para proveer una representación de la adherencia diaria; y cambiando el esquema de recompensas basado en frases dichas por las aves, a un esquema que permitiera representar la toma de

medicamentos. Con esto se hace énfasis en la importancia del reforzamiento diario e inmediato que mencionaron los evaluadores durante la evaluación de características de CARE-Me.

Con el propósito de implementar sistemas lo suficientemente funcionales para llevar a cabo una evaluación in-situ, se incluyeron a CARE-Me y Remind-Me mecanismos para que explícitamente el adulto mayor registrara la toma de los medicamentos. Así, el diseño original de los sistemas CARE-Me y Remind-Me no incluía los botones para el registro de la medicación que fueron agregados en los diseños presentados en esta tesis, lo cual es congruente con las características de interacción implícita que debe tener un sistema de información ambiental. No obstante, agregar este mecanismo de interacción (basado en botones) fue necesario ya que al momento de la realización de esta tesis, no se contaba con los recursos adecuados para implementar mecanismos de sensado de la medicación. Debido al surgimiento y popularización de los teléfonos móviles que incluyen sensores para lectura de etiquetas RFID (Radio Frequency IDentification, en español identificación por radiofrecuencia), lo cual facilitaría que el registro de medicamentos se realizara por este medio si el sistema Remind-Se me implementara para este tipo de teléfonos, lo que se recomienda como punto a considerar para trabajo futuro.

Si bien los cambios realizados a los diseños cubren los requerimientos planteados por García et al [7] y las recomendaciones pautadas por las guías de diseño de sistemas para adultos mayores, se reconoce que no está dentro del alcance de esta tesis la realización de una evaluación comparativa de la utilidad de otros sistemas ya existentes y los sistemas implementados en esta tesis. No obstante, esto no implica que no sea conveniente realizar un análisis del trabajo relacionado para comparar los sistemas diseñados e implementados durante mi tesis. Se considera que una forma interesante de realizar este análisis sería retomar los principios de diseño obtenidos por García-Vázquez et al [7], y utilizarlos para analizar cómo otros sistemas cumplen con estas características y compararlos con los finalmente implementados en mi tesis. Por tal motivo, se muestra a continuación una tabla comparativa de las estrategias utilizadas entre los diversos sistemas y el presente trabajo; en esta tabla se puede observar que la mayoría de los sistemas relacionados tienen como estrategia el monitoreo de la medicación, así como que aquellos sistemas relacionados que monitorean y/o recuerdan no aplican la estrategia de motivar. También se observa que CARE-Me y Remind-Me

trabajando en forma conjunta cubren una mayor cantidad de estrategias que cualquiera de los otros sistemas mostrados.

		Estrategia				
		Ordenar	Monitorear	Recordar	Motivar	Guiar
Sistemas implementados	CARe-Me		X	X	X	
	Remind-Me		X	X		X
Sistemas relacionados	MediPic[13]	X				X
	MedTracker [14]	X	X			
	Interactive Medication Dispenser [16]	X	X	X		
	MoviPill [17]				X	X
	Smart Insuline Refrigerator [15]		X	X		

Ya que no se tiene evidencia de la eficacia de los sistemas implementados en esta tesis, para apoyar la medicación del adulto mayor, se recomienda como trabajo futuro realizar una evaluación in situ tal como lo sugiere García Vázquez, la cual permita evaluar la usabilidad y facilidad de uso de estos sistemas directamente con los adultos mayores. Adicionalmente, esta evaluación deberá permitir recabar evidencia relacionada a cómo las características de diseño que se diseñaron e implementaron en esta tesis, son adecuadas para la motivación y cumplimiento de la medicación, y/o si es necesario incluir o modificar tales características.

Bibliografía

- [1] E. Zuñiga Herrera y J. E. García, «El envejecimiento demográfico en México. Principales tendencias y características.» 2008. [En línea]. Available: <http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/sdm/sdm2008/06.pdf>.
- [2] C. N. d. Población, «Primer Informe de Ejecución del Programa Nacional de Población 2008 - 2012,» D.F., 2010, p. 12.
- [3] J. Fuzy, Guía de Técnicas para asistentes de Enfermería, Hartman Publishing, 2003, p. 206.
- [4] K. Krapp y G. Cengage, «Encyclopedia of Nursing & Allied Health: Activities of Daily Living Evaluation,» 2002. [En línea]. Available: <http://www.enotes.com/nursing-encyclopedia/activities-daily-living-evaluation>. [Último acceso: 26 Enero 2011].
- [5] D. Orwing, N. Brandt y A. Gruber-Baldini, «Medication Management Assessment for Older Adults in the Community,» *The Gerontologist*, pp. 661-668, 2006.
- [6] J. P. García Vázquez, M. D. Rodríguez y Á. G. Andrade, «Design dimensions of ambient information systems to assist elderly with their activities of daily living,» de *Proceedings of the 12th ACM International conference adjunct papers on Ubiquitous Computing (Ubicomp '10)*, New York.
- [7] J. P. García Vázquez, M. D. Rodríguez y Á. G. Andrade, «Supporting the strategies to improve elders' medication compliance by providing ambient aids,» *Personal and Ubiquitous Computing*, pp. 1-9, 18 Enero 2011.
- [8] J. García Vázquez, M. D. Rodríguez, M. E. Tentori, D. Saldaña, A. G. Andrade y A. N. Espinoza, «An Agent-based Architecture for Developing Activity-Aware Systems for Assisting Elderly,» *Journal of Universal Computer Science*, pp. 1500-1520, 2010.
- [9] Z. Pousman y J. Stasko, «A Taxonomy of Ambient Information Systems: Four Patterns of Design,» de *Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces*, Venezia, 2006.
- [10] W. Craig, H. Ishii, A. Dahley, M. Gorbet, S. Brave, B. Ullmer y P. Yarin, «Ambient Displays: Turning Architectural Space into an Interface between People and Digital Information,» de *First International Workshop on Cooperative Buildings (CoBuild '98)*, 1998.
- [11] S. Consolvo, P. Roessler y P. Shelton, «The CareNet Display: Lessons Learned From an In Home Evaluation of an Ambient Display,» de *Proceedings of UBICOMP*, 2004.
- [12] E. Mynatt, J. Rowan, A. Jacobs y S. Craighill, «Digital Family Portraits: Supporting Peace of Mind for Extended Family Members,» de *Memorias de ACM, CHI 01*, Seattle, 2001.
- [13] S. Kember, K. Cheverst, K. Clarke, G. Dewsbury, T. Hemmings, T. Rodden y M. Rouncefield, «Keep Taking the Medication: Assistive Technologies for Medication Regimes in Care Settings,» 2001.
- [14] T. L. Hayes, J. M. Hunt, A. Adami y J. A. Kaye, «An Electronic Pillbox for Continuous

- Monitoring of Medication Adherence,» de *Proceedings of the 27th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, New York, 2006.
- [15] P. Kuwik, T. A. Largi, M. R. York, D. Crump, D. L. Livingston y J. C. Squire, «The Smart Medical Refrigerator,» *IEEE Potentials*, pp. 42-45, Feb/Mar 2005.
- [16] J. Breitbart, K. Lu y S. Narayan, «Interactive Medication Dispenser,» 2008. [En línea]. Available: http://courses.ischool.berkeley.edu/i290-13/f07/system/files/TUI_medication_final.pdf. [Último acceso: 31 Enero 2011].
- [17] R. d. Oliveira, M. Cherubini y N. Oliver, «MoviPill: improving medication compliance for elders using a mobile persuasive social game,» de *Proceedings of the 12th ACM international conference on Ubiquitous Computing (UbiComp '10)*, New York, 2010.
- [18] A. D. Fisk, W. A. Rogers, N. Charness, S. J. Czaja y J. Sharit, *Designing for older adults: principles and creative human factors approaches*, vol. II, CRC Press, 2009.
- [19] D. C. Burdick y S. Kwon, *Gerotechnology: research and practice in technology and aging. A textbook and reference for multiple disciplines*, Springer Publishing Company, 2004.
- [20] L. De Bleser, B. Vincke, F. Dobbels, M. Happ, B. Maes, J. Vanhaecke y S. De Geest, «A New Electronic Monitoring Device to Measure Medication Adherence: Usability of the Helping Hand,» *Sensors*, vol. 10, nº 3, pp. 1535-1552, 2010.
- [21] R. Dowse y M. Ehlers, «Medicine labels incorporating pictograms: do they influence understanding and adherence?,» *Patient Education and Counseling*, vol. 58, nº 1, pp. 63-70, 2005.
- [22] S. Greenberg y G. Ho, «The Context Aware Pill Bottle and Medication Monitor,» de *The Sixth International Conference on Ubiquitous Computing*, 2004.
- [23] T. L. Hayes, K. Cobbinah, T. Dishongh, J. Kaye, J. Kimel, M. Labhard y T. Leen, «A Study of Medication-Taking and Unobtrusive, Intelligent Reminding,» *Relemedicine Journal and e-Health*, vol. 15, nº 8, pp. 770-776, 2009.
- [24] A. Sterns y C. Mayhorn, «Persuasive Pillboxes: Improving Medication Adherence with Personal Digital Assistants,» de *Persuasive Technology, Lecture Notes in Computer Science*, 2006.
- [25] Y. Lee, J. Tullio, N. Narasimhan, P. Kaushik, J. Engelsma y S. Basapur, «Investigating the potential of in-home devices for improving medication adherence,» *Pervasive Computing Technologies for Healthcare*, pp. 1-8, 2009.
- [26] L. Boquete, J. Rodriguez-Ascariz, I. Artacho, J. Cantos-Frontela y N. Peixoto, «Dynamically programmable electronic pill dispenser system,» *Journal of Medical Systems*, vol. 34, nº 3, pp. 357-366, 2010.
- [27] K. C. Buckwalter, B. J. Wakefield, B. Hanna y J. Lehmann, «New technology for medication adherence: electronically managed medication dispensing system,» *Journal of Gerontological Nursing*, vol. 30, nº 7, pp. 5-8, 2004.
- [28] R. de Oliveira, M. Cherubini y N. Oliver, «MoviPill: Improving medication compliance for elders using a mobile persuasive social game,» de *Proceedings of the 12th ACM international conference on Ubiquitous computing, UbiComp '10*, 2010.

- [29] J. Forlizzi, D. DiSalvo y F. Gemperle, «Assistive Robotics and an Ecology of Elders Living Independently in Their Homes,» *Human-Computer Interaction*, vol. 19, pp. 25-59, 2004.
- [30] T. Hirsch, J. Forlizzi, E. Hyder, J. Goetz, J. Stroback y C. Kurtz, «The ELDeR Project: Social and emotional factors in the design of eldercare technologies,» de *Proceedings of the CUU 2000 Conference on Universal Usability*, New York, 2000.
- [31] D. G. Myers, *Psicología, Médica Panamericana*, 2006.
- [32] A. E. Woolfolk, *Psicología Educativa*, Pearson Educación, 2006.
- [33] M. D. W. ., L. J. A. Consolvo S., «Theory-driven design strategies for technologies that support behavior changes in everyday life,» de *Proceedings of the 27th international conference on Human factors in computing systems*, 2009.
- [34] J. Lin, L. Mamykina, S. Lindtner, G. Delajoux y H. Strub, «Fish'n'Steps: encouraging physical activity with an interactive computer game,» de *Proceedings of the 8th international conference on Ubiquitous Computing*, Berlin, 2006.
- [35] Spry Foundation, «Order Adults And The World Wide Web,» 25 Marzo 1999. [En línea]. Available: http://www.spry.org/pdf/website_creators_guide.pdf. [Último acceso: 20 Marzo 2013].
- [36] Age Light LCC, «Interface Design Guidelines For Users Of All Ages,» 10 Septiembre 2001. [En línea]. Available: <http://www.agelight.com/webdocs/designguide.pdf>. [Último acceso: 20 Marzo 2013].
- [37] Wikipedia, «Adobe Flash Professional,» [En línea]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Adobe_Flash_Professional. [Último acceso: 10 Diciembre 2012].
- [38] B. Beizer, *Black Box Testing.*, New York: John Wiley & Sons, Inc., 1995.
- [39] W. S. Humphrey, *Managing the Software Process*, Addison-Wesley, 1990, pp. 195-204.

Apéndice A. Diseño e implementación de Remind-Me

A.1 Análisis de requerimientos

A partir del análisis de los problemas de usabilidad mostrados en García et al [6], se hacen las siguientes propuestas de diseño.

- **Problema 1:** *El sistema interrumpe al adulto mayor.*

Tanto en la primera propuesta de diseño como en la presente, el sistema Remind-Me cuenta con una alarma para notificar al adulto mayor sobre la toma de un medicamento. Una alarma, por definición, tiene como objetivo llamar la atención del usuario y, a consideración de que la actividad de medicación es imprescindible, por lo que la existencia de la alarma se vuelve necesaria para la misma. Sin una alarma se corre el riesgo de que, debido al detrimento de sus capacidades cognitivas, el adulto mayor no se apegue a los horarios de medicación establecidos por el médico, poniendo en riesgo su salud.

- **Problemas 2 y 3:** *No se aprecia con claridad la relevancia de las notificaciones. El sistema requiere información adicional respecto a las precondiciones y la relevancia de los medicamentos*

En lo referente a la presente propuesta de diseño, no se considerará el establecimiento de una ponderación relacionada a cada medicamento con respecto a la importancia de la toma de cada uno en comparación a otros que han sido recetados. Esto con el fin de dar la misma importancia a todos los medicamentos, sin importar del padecimiento que tratan.

- **Problemas 4, 5 y 6:** *Las imágenes utilizadas para representar el padecimiento podrían ser malinterpretadas. La forma y contraste de los colores utilizados en la imagen para representar la dosis podrían causar que el adulto mayor no tome correctamente sus medicamentos. El contraste de los colores utilizados en la imagen del padecimiento podría causar que el adulto mayor no identifique el propósito de la toma de su medicamento.*

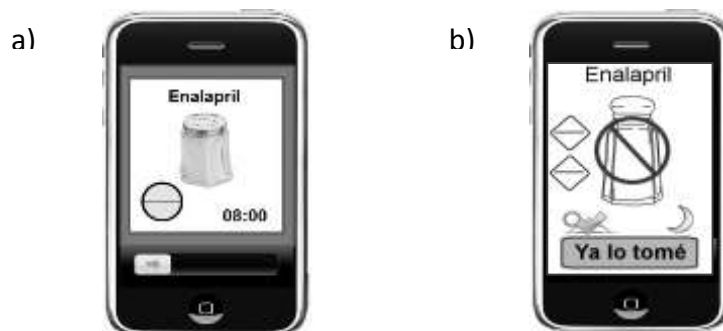


Figura A.1 Remind-Me: a) Primera propuesta; b) Nuevo diseño.

Las pantallas que contenían las imágenes representativas en el primer diseño (Figura A.1a), tanto del alimento relacionado al padecimiento como las referentes a la dosis a tomar, se consideró que podrían ser malinterpretadas debido a que no estaban diseñadas con apego a guías de diseño de sistemas para adultos mayores.

En la Figura A.1b se muestra el nuevo diseño de pantalla propuesto para Remind-Me. En el mismo se mantienen los elementos de nombre de medicamento, representación gráfica de un alimento relacionado con el padecimiento y dosis a ingerir. Sin embargo, se ha optado por realizar una serie de cambios a los mismos con apego a las recomendaciones de las guías de diseño para adultos mayores. El primero de estos cambios es el uso de elementos en blanco y negro, esto de tal manera que permita la fácil distinción de textos y gráficos para el adulto mayor.

- **Problema 7: Utilizar altas frecuencias en el audio que recuerda al adulto mayor que es tiempo de medicarse podría no ser percibida**

Este problema se resolverá utilizando, en lugar del sonido de los periquitos propuesto en el primer diseño, otro canto de periquitos que tiene frecuencias entre 500Hz y 1kHz, las cuales son más fáciles de escuchar para los adultos mayores.

- **Problema 8: El sistema no informa de los medicamentos que no han sido tomados**

Para solucionar este problema, se propone la creación de un esquema de seguimiento de los medicamentos tomados durante el día. Esto se hará con la inserción de una serie de íconos que manejen por medio de representaciones la toma correspondiente (Figura A.2): la toma de la mañana (A.2a), la de mediodía (A.2.b), la de la tarde (A.2c), o la de la noche (A.2d).

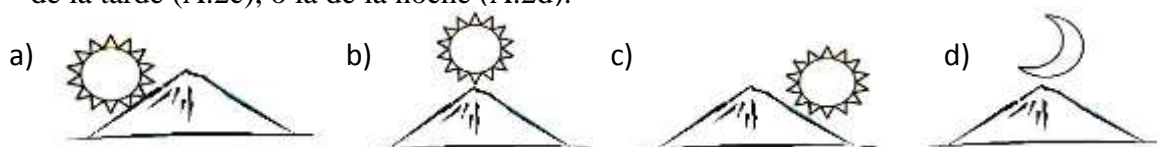


Figura A.2 Iconos representativos de la toma: a) mañana, b) mediodía, c) tarde, d) noche.

A.2 Rediseño de interfaz

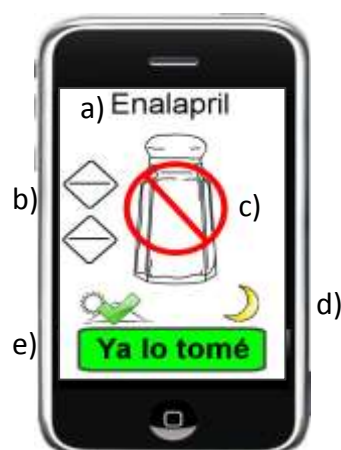


Figura A.3 Partes de la pantalla de Remind-Me: a) Nombre del medicamento, b) Dosis a tomar, c) Imagen relacionada con el padecimiento, d) Íconos de seguimiento de tomas, e) Botón de registro.

La nueva interfaz de Remind-Me (Figura A.3) cuenta con diversos elementos:

- a) *Nombre del medicamento*, en letra Arial, color negro, tamaño 16, que cumple con las recomendaciones contenidas en las guías de diseño para adultos mayores.
- b) *Dosis a tomar*, la cual consiste en una representación de las pastillas que el adulto mayor debe ingerir en ese momento, y que coincide con las características físicas de color y forma de las pastillas.
- c) *Imagen relacionada con el padecimiento*, donde se muestra un alimento que tiene una asociación con la enfermedad que trata el medicamento. En la Figura A.3 se muestra el medicamento Enalapril, el cual trata la presión arterial alta, por lo que se muestra la imagen de un salero con un símbolo de prohibición encima, ya que la sal es uno de los alimentos que los médicos suelen prohibir a las personas con hipertensión.
- d) *Íconos de seguimiento de tomas*, que como se mencionó anteriormente permiten identificar cuál es la toma que se está ingiriendo en este momento. En el caso de la Figura A.3 se presentan dos tomas, donde la toma de la mañana tiene una marca de aprobación en color verde para indicar que fue tomada con éxito, y la toma de la noche (representada por la luna), la cual está coloreada con lo que se indica que es la que se debe ingerir en este momento.
- e) *Botón de registro*, el cual el adulto mayor presiona cuando ha tomado el medicamento, con lo que se guarda el registro en la base de datos.

A.3 Diseño arquitectónico

A.3.1 Casos de uso

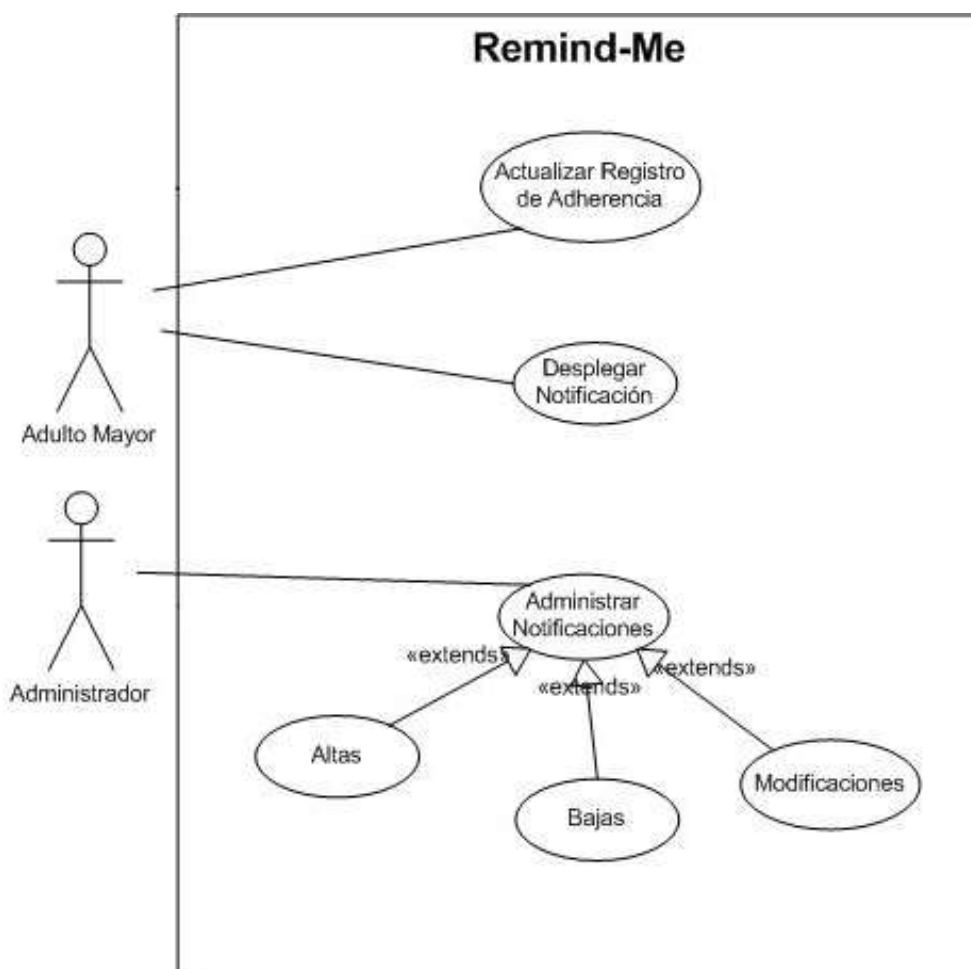


Figura A.4 Casos de uso de Remind-Me.

El sistema Remind-Me, funcionando como una aplicación independiente, presenta dos casos de uso en los que interviene el usuario Adulto Mayor, Actualizar Registro de Adherencia y Desplegar Notificación, y cuatro casos en los que interviene el usuario Administrador, que son Administrar Notificaciones, Altas, Bajas y Modificaciones. Actualizar Registro de Adherencia se encarga de registrar la ingesta de la dosis de la medicación; el caso Desplegar Notificación está dedicado a mostrar en pantalla la notificación que corresponda al horario de toma de medicación.

Por su parte, el caso de uso Administrar Notificaciones tiene como función el permitir al administrador del sistema realizar cambios a la receta contenida en la base de datos, por medio de los casos de uso: Altas, que permite el ingreso de nuevos medicamentos; Bajas, que permite la eliminación de los medicamentos registrados en la

receta; y Modificaciones, con el cual se pueden realizar cambios a datos tales como dosis, frecuencia u horario de medicación.

A.3.2 Arquitectura del sistema

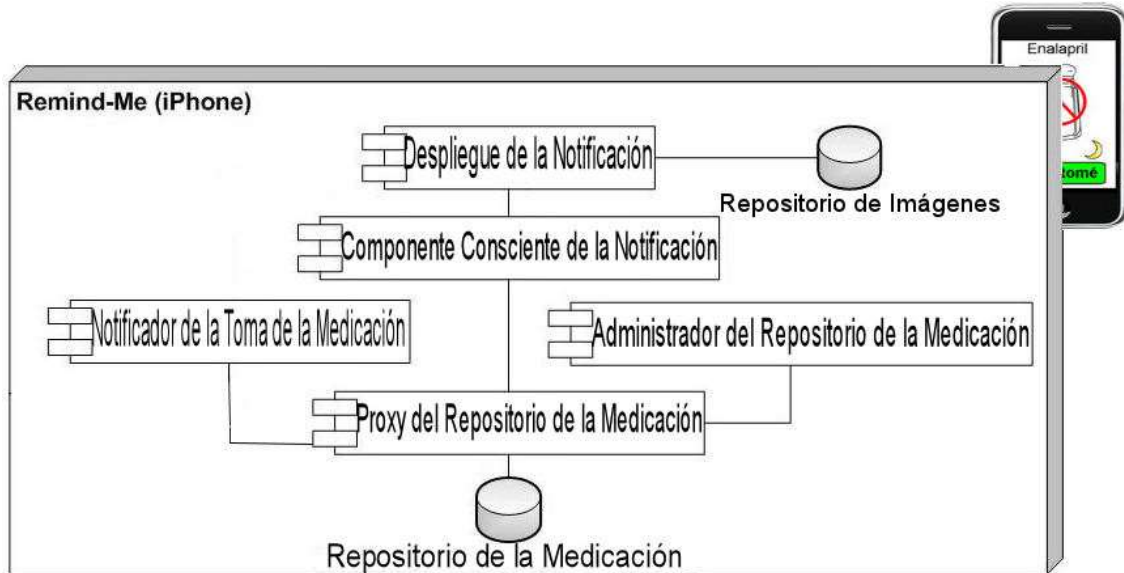


Figura A.5 Diagrama de componentes de CARE-Me

Remind-Me cuenta con un Repositorio de la Medicación, el cual es una base de datos que contiene tanto la información relacionada con la prescripción médica, como el registro de las tomas de los medicamentos. Para comunicarse con el Repositorio, tanto el Administrador del Repositorio de la Medicación, el Componente Consciente de la Notificación y el Notificador de la Toma de la Medicación, deben hacerlo a través del Proxy del Repositorio de la Medicación. El Notificador de la Toma de la Medicación se encarga de recibir el registro de la toma de medicamento del adulto mayor, verificar la validez de la misma en el grupo de medicación que le corresponde y registrarla en la base de datos a través del Proxy. El Componente Consciente de la Notificación monitorea si es hora de medicarse, y si hay cambios en la receta guardada para informar al componente de Despliegue de la Notificación para modificar las imágenes. El componente Despliegue de la Notificación se encarga del manejo de las imágenes en pantalla, cambiando las mismas cuando se inicie un nuevo grupo de medicación o se registre la toma de un medicamento por parte del usuario, así como del seguimiento de la adherencia del día por medio de los íconos de las tomas. Por último, el componente Administrador del Repositorio de la Medicación permite al usuario Administrador del sistema guardar, modificar o eliminar la receta guardada en el Repositorio de la Medicación, por medio de una interfaz de usuario.

A.3.3 Funcionalidad del sistema

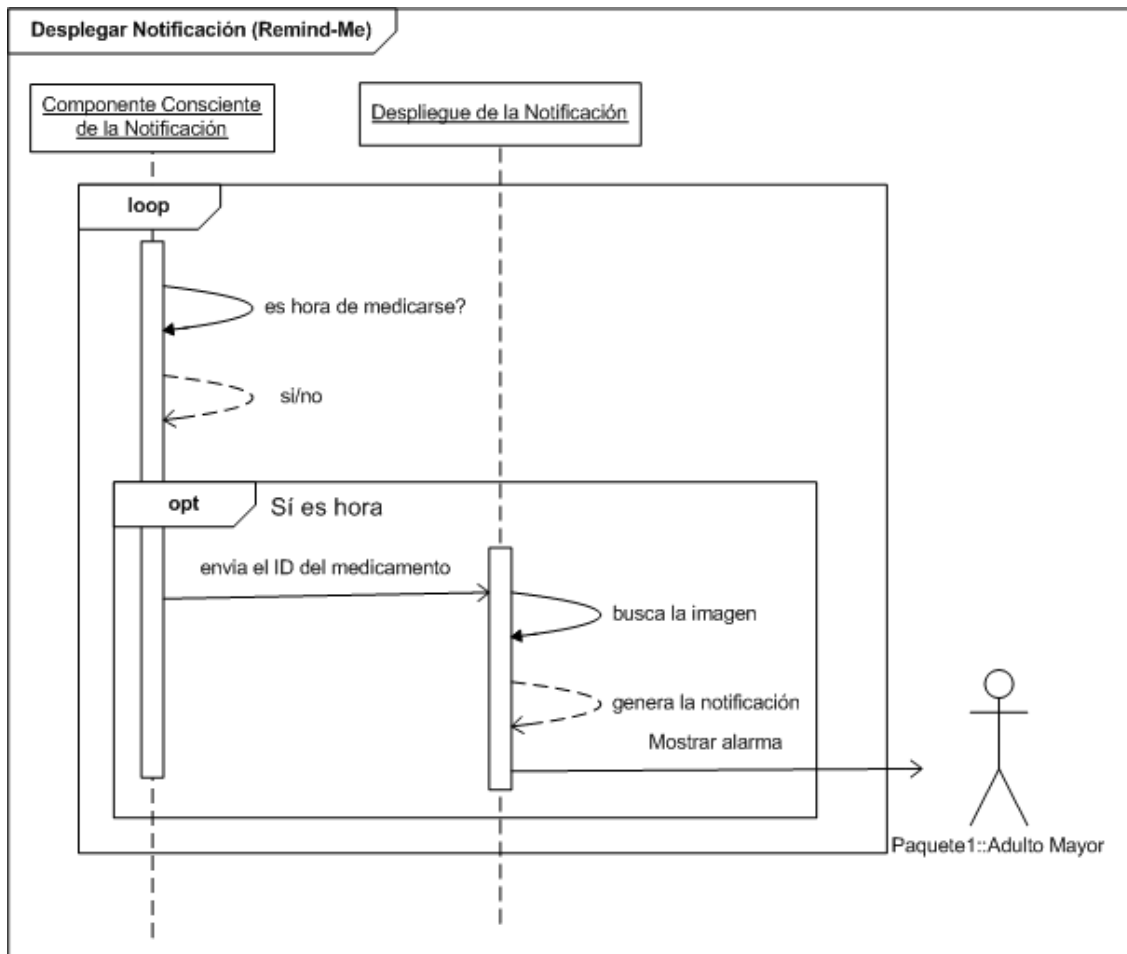


Figura A.6 Diagrama de secuencia de Remind-Me.

Remind-Me genera las notificaciones por medio del Componente Consciente de la Notificación, monitoreando la hora y decidiendo si es hora de que el adulto mayor se medique. Si es así, envía el identificador del medicamento a tomar al Despliegue de la Notificación, quien busca la imagen, genera la notificación y dispara las alarmas auditiva y visual para que el adulto mayor las observe.

Apéndice B. Evaluación de funcionalidad

B.1 Casos de Prueba

B.1.1 Usuario 1: Se medica correctamente durante dos días

Caso de prueba C1

Propósito:

Verificar que la información representada sea acorde a la salida esperada para el caso especificado.


Trazabilidad de los requerimientos:

B1, B2

Configuración:

Se revisará que al inicio del día se muestre en pantalla la animación correspondiente.

Datos de prueba:

Acción	Entrada	Salida esperada	Observaciones
Inicio de nueva jornada de medicación (Nota: La jornada de medicación comienza a las 6:00am)		Se mostrará en pantalla la animación correspondiente al nivel #1 (Huevo) 	

Caso de prueba C2

Propósito:

Usar la interface de CARE-Me para indicar las tomas establecidas en los datos de prueba.



Trazabilidad de los requerimientos:




B1, B2, B3, B5, B7

Configuración:

Esperar a que la hora del sistema se encuentre entre las 6:30am y las 7:30am.

Datos de Prueba:

Acción	Entrada	Salida Esperada	Observaciones
Verificar que aparezcan en pantalla dos botones en forma de hoja en la segunda rama			
Indicar toma de medicamento	Con el cursor del ratón, presionar la hoja en la cual aparezca el símbolo del baumanómetro.		

<p>Verificar que el botón de la hoja que tenía el baumanómetro haya desaparecido de pantalla</p>			
<p>Indicar toma de medicamento</p>	<p>Con el cursor del ratón, presionar la hoja en la cual aparezca el símbolo del corazón.</p>		
<p>Verificar retroalimentación inmediata de la toma del medicamento (crecimiento del perico y aparición de recompensa)</p>		<p>Se mostrará en pantalla la animación correspondiente al nivel #2 (Polluelo rosa en cascarón) con la aparición de una recompensa (gusano)</p> 	

Caso de prueba C3

Propósito:

Verificar que las tomas registradas en el caso de prueba C2 hayan sido registradas en la base de datos.

Trazabilidad de los requerimientos:

A3

Configuración:

Haber llevado a cabo el caso de prueba C2.

En el botón Inicio del escritorio de Windows, ingresar a la opción “Todos los programas”. En la carpeta MySQL seleccionar MySQL Command Line Client.

Para entrar al administrador de bases de datos, introducimos como contraseña: careme

Datos de prueba:

Acción	Entrada	Salida esperada	Observaciones
Ingresar a la base de datos	Para usar la base de datos que nos interesa escribimos: use meds;		
Ver registros de los medicamentos tomados	Para ver el registro de la toma de medicamentos, escribimos: select * from uso_diario;	Una tabla con los encabezados “Dia_Hora” y “Nombre_M”; y con los datos correspondientes a la fecha de hoy con la hora en que fue tomado el medicamento cuyo nombre aparece en la segunda columna. En este caso los nombres de medicamentos que deben aparecer son “enalapril” y “propranolol”. Únicamente deberán aparecer dos registros: uno por cada medicamento.	

Caso de prueba C4

Propósito:

Usar la interface de CARE-Me para indicar las tomas establecidas en los datos de prueba.



Trazabilidad de los requerimientos:




B1, B2, B3, B5, B7

Configuración:

Esperar a que la hora del sistema se encuentre entre las 6:30pm y las 7:30pm.

Datos de Prueba:

Acción	Entrada	Salida Esperada	Observaciones
Verificar que aparezcan en pantalla dos botones en forma de hoja en la segunda rama			
Indicar toma de medicamento	Con el cursor del ratón, presionar la hoja en la cual aparezca el símbolo del corazón.		

<p>Verificar que el botón de la hoja que tenía el corazón haya desaparecido de pantalla</p>			
<p>Indicar toma de medicamento</p>	<p>Con el cursor del ratón, presionar la hoja en la cual aparezca el símbolo del baumanómetro.</p>		
<p>Verificar retroalimentación inmediata de la toma del medicamento (crecimiento del perico y aparición de recompensas)</p>		<p>Se mostrará en pantalla la animación correspondiente al nivel #3 (Perico adulto) con la aparición de dos recompensas (semilla y aros), y se escuchará el canto de pericos durante un minuto.</p> 	

Caso de prueba C5

Propósito:

Verificar que las tomas registradas en el caso de prueba C2 hayan sido registradas en la base de datos.

Trazabilidad de los requerimientos:

A3

Configuración:

Haber llevado a cabo el caso de prueba C2.

En el botón Inicio del escritorio de Windows, ingresar a la opción "Todos los programas". En la carpeta MySQL seleccionar MySQL Command Line Client.

Para entrar al administrador de bases de datos, introducimos como contraseña: careme

Datos de prueba:

Acción	Entrada	Salida esperada	Observaciones
Ingresar a la base de datos	Para usar la base de datos que nos interesa escribimos: use meds;		
Ver registros de los medicamentos tomados	Para ver el registro de la toma de medicamentos, escribimos: select * from uso_diario;	Una tabla con los encabezados "Dia_Hora" y "Nombre_M"; y con los datos correspondientes a la fecha de hoy con la hora en que fue tomado el medicamento cuyo nombre aparece en la segunda columna. En este caso los nombres de medicamentos que deben aparecer son "enalapril" y "propranolol". Deberán aparecer cuatro registros: dos por cada medicamento.	

Caso de prueba C6

Propósito:

Verificar que la información representada sea acorde a la salida esperada para el caso especificado.

Trazabilidad de los requerimientos:

B1, B2

Configuración:

Se revisará que al inicio del día se muestre en pantalla la animación correspondiente.

Datos de prueba:

Acción	Entrada	Salida esperada	Observaciones
Inicio de nueva jornada de medicación (Nota: La jornada de medicación comienza a las 6:00am)		Se mostrará en pantalla la animación correspondiente al nivel #1 (Huevo) 	

Caso de prueba C7

Propósito:

Usar la interface de CARE-Me para indicar las tomas establecidas en los datos de prueba.



Trazabilidad de los requerimientos:




B1, B2, B3, B5, B7

Configuración:

Esperar a que la hora del sistema se encuentre entre las 6:30am y las 7:30am.

Datos de Prueba:

Acción	Entrada	Salida Esperada	Observaciones
Verificar que aparezcan en pantalla dos botones en forma de hoja en la segunda rama			
Indicar toma de medicamento	Con el cursor del ratón, presionar la hoja en la cual aparezca el símbolo del baumanómetro.		

<p>Verificar que el botón de la hoja que tenía el baumanómetro haya desaparecido de pantalla</p>			
<p>Indicar toma de medicamento</p>	<p>Con el cursor del ratón, presionar la hoja en la cual aparezca el símbolo del corazón.</p>		
<p>Verificar retroalimentación inmediata de la toma del medicamento (crecimiento del perico y aparición de recompensa)</p>		<p>Se mostrará en pantalla la animación correspondiente al nivel #2 (Polluelo rosa en cascarón) con la aparición de una recompensa (gusano)</p> 	

Caso de prueba C8

Propósito:

Verificar que las tomas registradas en el caso de prueba C7 hayan sido registradas en la base de datos.

Trazabilidad de los requerimientos:

A3

Configuración:

Haber llevado a cabo el caso de prueba C7.

En el botón Inicio del escritorio de Windows, ingresar a la opción "Todos los programas". En la carpeta MySQL seleccionar MySQL Command Line Client.

Para entrar al administrador de bases de datos, introducimos como contraseña: careme

Datos de prueba:

Acción	Entrada	Salida esperada	Observaciones
Ingresar a la base de datos	Para usar la base de datos que nos interesa escribimos: use meds;		
Ver registros de los medicamentos tomados	Para ver el registro de la toma de medicamentos, escribimos: select * from uso_diario;	Una tabla con los encabezados "Dia_Hora" y "Nombre_M"; y con los datos correspondientes a la fecha con la hora en que fue tomado el medicamento cuyo nombre aparece en la segunda columna. En este caso los nombres de medicamentos que deben aparecer son "enalapril" y "propranolol". Deberán aparecer seis registros: tres por cada medicamento.	

Caso de prueba C9

Propósito:

Usar la interface de CARE-Me para indicar las tomas establecidas en los datos de prueba.



Trazabilidad de los requerimientos:

B1, B2, B3, B5, B7

Configuración:

Esperar a que la hora del sistema se encuentre entre las 6:30pm y las 7:30pm.

Datos de Prueba:

Acción	Entrada	Salida Esperada	Observaciones
Verificar que aparezcan en pantalla dos botones en forma de hoja en la segunda rama			
Indicar toma de medicamento	Con el cursor del ratón, presionar la hoja en la cual aparezca el símbolo del corazón.		

Verificar que el botón de la hoja que tenía el corazón haya desaparecido de pantalla



Indicar toma de medicamento

Con el cursor del ratón, presionar la hoja en la cual aparezca el símbolo del baumanómetro.



Verificar retroalimentación inmediata de la toma del medicamento (crecimiento del perico y aparición de recompensas)

Se mostrará en pantalla la animación correspondiente al nivel #3 (Perico adulto) con la aparición de dos recompensas (semilla y aros), y se escuchará el canto de pericos durante un minuto.



Caso de prueba C10

Propósito:

Verificar que las tomas registradas en el caso de prueba C9 hayan sido registradas en la base de datos.

Trazabilidad de los requerimientos:

A3

Configuración:

Haber llevado a cabo el caso de prueba C9.

En el botón Inicio del escritorio de Windows, ingresar a la opción "Todos los programas". En la carpeta MySQL seleccionar MySQL Command Line Client.

Para entrar al administrador de bases de datos, introducimos como contraseña: careme

Datos de prueba:

Acción	Entrada	Salida esperada	Observaciones
Ingresar a la base de datos	Para usar la base de datos que nos interesa escribimos: use meds;		
Ver registros de los medicamentos tomados	Para ver el registro de la toma de medicamentos, escribimos: select * from uso_diario;	Una tabla con los encabezados "Dia_Hora" y "Nombre_M"; y con los datos correspondientes a la fecha con la hora en que fue tomado el medicamento cuyo nombre aparece en la segunda columna. En este caso los nombres de medicamentos que deben aparecer son "enalapril" y "propranolol". Deberán aparecer ocho registros: cuatro por cada medicamento.	

B.1.2 Usuario 2: Se medica correctamente la mayoría de las veces durante dos días.

Caso de prueba C1

Propósito:

Verificar que la información representada sea acorde a la salida esperada para el caso especificado.

Trazabilidad de los requerimientos:

B1, B2

Configuración:

Se revisará que al inicio del día se muestre en pantalla la animación correspondiente.

Datos de prueba:

Acción	Entrada	Salida esperada	Observaciones
Inicio de nueva jornada de medicación (Nota: La jornada de medicación comienza a las 6:00am)		Se mostrará en pantalla la animación correspondiente al nivel #1 (Huevo) 	

Caso de prueba C2

Propósito:

Usar la interface de CARE-Me para indicar las tomas establecidas en los datos de prueba.



Trazabilidad de los requerimientos:



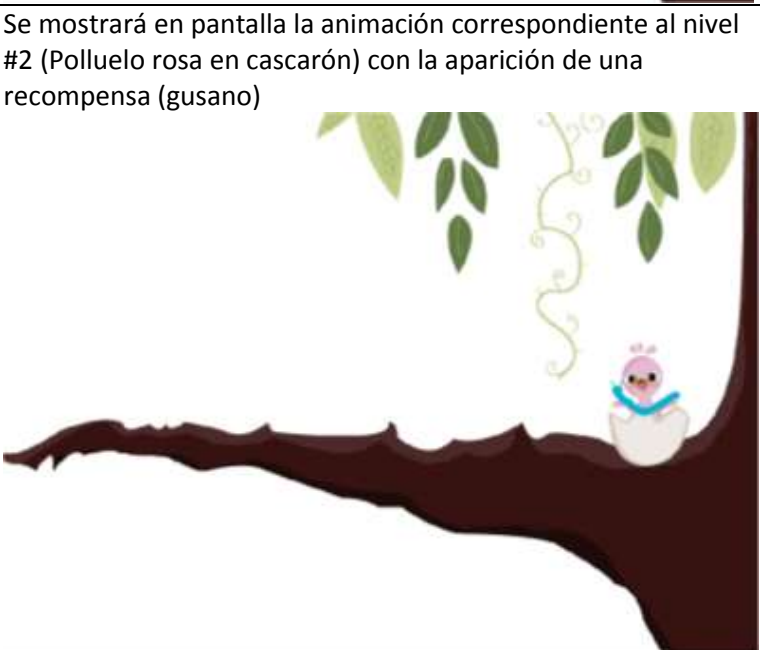
B1, B2, B3, B5, B7

Configuración:

Esperar a que la hora del sistema se encuentre entre las 6:30am y las 7:30am.

Datos de Prueba:

Acción	Entrada	Salida Esperada	Observaciones
Verificar que aparezcan en pantalla dos botones en forma de hoja en la segunda rama			
Indicar toma de medicamento	Con el cursor del ratón, presionar la hoja en la cual aparezca el símbolo del baumanómetro.		

<p>Verificar que el botón de la hoja que tenía el baumanómetro haya desaparecido de pantalla</p>			
<p>Indicar toma de medicamento</p>	<p>Con el cursor del ratón, presionar la hoja en la cual aparezca el símbolo del corazón.</p>		
<p>Verificar retroalimentación inmediata de la toma del medicamento (crecimiento del perico y aparición de recompensa)</p>		<p>Se mostrará en pantalla la animación correspondiente al nivel #2 (Polluelo rosa en cascarón) con la aparición de una recompensa (gusano)</p> 	

Caso de prueba C3

Propósito:

Verificar que las tomas registradas en el caso de prueba C2 hayan sido registradas en la base de datos.

Trazabilidad de los requerimientos:

A3

Configuración:

Haber llevado a cabo el caso de prueba C2.

En el botón Inicio del escritorio de Windows, ingresar a la opción "Todos los programas". En la carpeta MySQL seleccionar MySQL Command Line Client.

Para entrar al administrador de bases de datos, introducimos como contraseña: careme

Datos de prueba:

Acción	Entrada	Salida esperada	Observaciones
Ingresar a la base de datos	Para usar la base de datos que nos interesa escribimos: use meds;		
Ver registros de los medicamentos tomados	Para ver el registro de la toma de medicamentos, escribimos: select * from uso_diario;	Una tabla con los encabezados "Dia_Hora" y "Nombre_M"; y con los datos correspondientes a la fecha de hoy con la hora en que fue tomado el medicamento cuyo nombre aparece en la segunda columna. En este caso los nombres de medicamentos que deben aparecer son "enalapril" y "propranolol". Únicamente deberán aparecer dos registros: uno por cada medicamento.	

Caso de prueba C4

Propósito:

Observar la interface de CARE-Me para verificar correspondencia con los datos de prueba.



Trazabilidad de los requerimientos:

B1, B2, B3, B5, B6, B7

Configuración:

Esperar a que la hora del sistema se encuentre entre las 6:30pm y las 7:30pm.

Datos de Prueba:

Acción	Entrada	Salida Esperada	Observaciones
Verificar que aparezcan en pantalla dos botones en forma de hoja en la segunda rama			
Esperar a que la hora del sistema sea posterior a las 7:30pm		Se mostrará en pantalla la animación correspondiente al nivel #2 (Polluelo rosa en cascarón) sin recompensa. 	

Caso de prueba C5

Propósito:

Verificar que la información representada sea acorde a la salida esperada para el caso especificado.

Trazabilidad de los requerimientos:

B1, B2

Configuración:

Se revisará que al inicio del día se muestre en pantalla la animación correspondiente.

Datos de prueba:

Acción	Entrada	Salida esperada	Observaciones
Inicio de nueva jornada de medicación (Nota: La jornada de medicación comienza a las 6:00am)		Se mostrará en pantalla la animación correspondiente al nivel #1 (Huevo) 	

Caso de prueba C6

Propósito:

Usar la interface de CARE-Me para indicar las tomas establecidas en los datos de prueba.



Trazabilidad de los requerimientos:



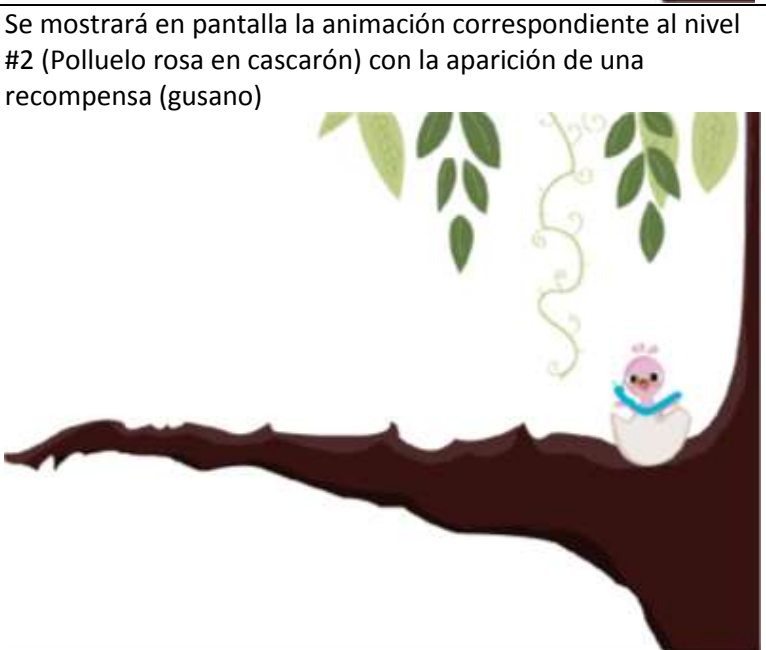
B1, B2, B3, B5, B7

Configuración:

Esperar a que la hora del sistema se encuentre entre las 6:30am y las 7:30am.

Datos de Prueba:

Acción	Entrada	Salida Esperada	Observaciones
Verificar que aparezcan en pantalla dos botones en forma de hoja en la segunda rama			
Indicar toma de medicamento	Con el cursor del ratón, presionar la hoja en la cual aparezca el símbolo del baumanómetro.		

<p>Verificar que el botón de la hoja que tenía el baumanómetro haya desaparecido de pantalla</p>			
<p>Indicar toma de medicamento</p>	<p>Con el cursor del ratón, presionar la hoja en la cual aparezca el símbolo del corazón.</p>		
<p>Verificar retroalimentación inmediata de la toma del medicamento (crecimiento del perico y aparición de recompensa)</p>		<p>Se mostrará en pantalla la animación correspondiente al nivel #2 (Polluelo rosa en cascarón) con la aparición de una recompensa (gusano)</p> 	

Caso de prueba C7

Propósito:

Verificar que las tomas registradas en el caso de prueba C6 hayan sido registradas en la base de datos.

Trazabilidad de los requerimientos:

A3

Configuración:

Haber llevado a cabo el caso de prueba C6.

En el botón Inicio del escritorio de Windows, ingresar a la opción "Todos los programas". En la carpeta MySQL seleccionar MySQL Command Line Client.

Para entrar al administrador de bases de datos, introducimos como contraseña: careme

Datos de prueba:

Acción	Entrada	Salida esperada	Observaciones
Ingresar a la base de datos	Para usar la base de datos que nos interesa escribimos: use meds;		
Ver registros de los medicamentos tomados	Para ver el registro de la toma de medicamentos, escribimos: select * from uso_diario;	Una tabla con los encabezados "Dia_Hora" y "Nombre_M"; y con los datos correspondientes a la fecha con la hora en que fue tomado el medicamento cuyo nombre aparece en la segunda columna. En este caso los nombres de medicamentos que deben aparecer son "enalapril" y "propranolol". Únicamente deberán aparecer cuatro registros: dos por cada medicamento.	

Caso de prueba C8

Propósito:

Usar la interface de CArE-Me para indicar las tomas establecidas en los datos de prueba.



Trazabilidad de los requerimientos:



B1, B2, B3, B5, B7

Configuración:

Esperar a que la hora del sistema se encuentre entre las 6:30pm y las 7:30pm.

Datos de Prueba:

Acción	Entrada	Salida Esperada	Observaciones
Verificar que aparezcan en pantalla dos botones en forma de hoja en la segunda rama			
Indicar toma de medicamento	Con el cursor del ratón, presionar la hoja en la cual aparezca el símbolo del corazón.		

<p>Verificar que el botón de la hoja que tenía el corazón haya desaparecido de pantalla</p>			
<p>Verificar cambio en la animación</p>	<p>Esperar que la hora del sistema sea posterior a las 7:30pm</p>	<p>Se mostrará en pantalla la animación correspondiente al nivel #2 (polluelo rosa en cascarón), sin recompensas.</p> 	

Caso de prueba C9

Propósito:

Verificar que las tomas registradas en el caso de prueba C8 hayan sido registradas en la base de datos.

Trazabilidad de los requerimientos:

A3

Configuración:

Haber llevado a cabo el caso de prueba C8.

En el botón Inicio del escritorio de Windows, ingresar a la opción "Todos los programas". En la carpeta MySQL seleccionar MySQL Command Line Client.

Para entrar al administrador de bases de datos, introducimos como contraseña: careme

Datos de prueba:

Acción	Entrada	Salida esperada	Observaciones
Ingresar a la base de datos	Para usar la base de datos que nos interesa escribimos: use meds;		
Ver registros de los medicamentos tomados	Para ver el registro de la toma de medicamentos, escribimos: select * from uso_diario;	Una tabla con los encabezados "Dia_Hora" y "Nombre_M"; y con los datos correspondientes a la fecha con la hora en que fue tomado el medicamento cuyo nombre aparece en la segunda columna. En este caso los nombres de medicamentos que deben aparecer son "enalapril" y "propranolol". Únicamente deberán aparecer cinco registros: dos para enalapril, y tres para propranolol.	

B.1.3 Usuario 3: No se medica durante dos días.

Caso de prueba C1

Propósito:

Verificar que la información representada sea acorde a la salida esperada para el caso especificado.

Trazabilidad de los requerimientos:

B1, B2

Configuración:

Se revisará que al inicio del día se muestre en pantalla la animación correspondiente.

Datos de prueba:

Acción	Entrada	Salida esperada	Observaciones
Inicio de nueva jornada de medicación (Nota: La jornada de medicación comienza a las 6:00am)		Se mostrará en pantalla la animación correspondiente al nivel #1 (Huevo) 	

Caso de prueba C2

Propósito:

Observar la interface de CARE-Me para verificar correspondencia con los datos de prueba.



Trazabilidad de los requerimientos:

B1, B2, B3, B5, B6, B7

Configuración:

Esperar a que la hora del sistema se encuentre entre las 6:30am y las 7:30am.

Datos de Prueba:

Acción	Entrada	Salida Esperada	Observaciones
Verificar que aparezcan en pantalla dos botones en forma de hoja en la segunda rama			
Esperar a que la hora del sistema sea posterior a las 7:30am		Se mostrará en pantalla la animación correspondiente al nivel #1 (Huevo) 	

Caso de prueba C3

Propósito:

Observar la interface de CARE-Me para verificar correspondencia con los datos de prueba.



Trazabilidad de los requerimientos:

B1, B2, B3, B5, B6, B7

Configuración:

Esperar a que la hora del sistema se encuentre entre las 6:30pm y las 7:30pm.

Datos de Prueba:

Acción	Entrada	Salida Esperada	Observaciones
Verificar que aparezcan en pantalla dos botones en forma de hoja en la segunda rama			
Esperar a que la hora del sistema sea posterior a las 7:30pm		Se mostrará en pantalla la animación correspondiente al nivel #1 (Huevo) 	

Caso de prueba C4

Propósito:

Verificar que no aparezcan registros en la base de datos.

Trazabilidad de los requerimientos:

A3

Configuración:

Haber llevado a cabo los casos de prueba C2 y C3.

En el botón Inicio del escritorio de Windows, ingresar a la opción "Todos los programas". En la carpeta MySQL seleccionar MySQL Command Line Client.

Para entrar al administrador de bases de datos, introducimos como contraseña: careme

Datos de prueba:

Acción	Entrada	Salida esperada	Observaciones
Ingresar a la base de datos	Para usar la base de datos que nos interesa escribimos: use meds;		
Ver registros de los medicamentos tomados	Para ver el registro de la toma de medicamentos, escribimos: select * from uso_diario;	Aparecerá el mensaje: "Empty set", el cual indica que no hay registros en la tabla de uso diario.	

Caso de prueba C5

Propósito:

Verificar que la información representada sea acorde a la salida esperada para el caso especificado.

Trazabilidad de los requerimientos:

B1, B2

Configuración:

Se revisará que al inicio del día se muestre en pantalla la animación correspondiente.

Datos de prueba:

Acción	Entrada	Salida esperada	Observaciones
Inicio de nueva jornada de medicación (Nota: La jornada de medicación comienza a las 6:00am)		Se mostrará en pantalla la animación correspondiente al nivel #1 (Huevo) 	

Caso de prueba C6

Propósito:

Observar la interface de CARE-Me para verificar correspondencia con los datos de prueba.



Trazabilidad de los requerimientos:

B1, B2, B3, B5, B6, B7

Configuración:

Esperar a que la hora del sistema se encuentre entre las 6:30am y las 7:30am.

Datos de Prueba:

Acción	Entrada	Salida Esperada	Observaciones
Verificar que aparezcan en pantalla dos botones en forma de hoja en la segunda rama			
Esperar a que la hora del sistema sea posterior a las 7:30am		Se mostrará en pantalla la animación correspondiente al nivel #1 (Huevo) 	

Caso de prueba C7

Propósito:

Observar la interface de CARE-Me para verificar correspondencia con los datos de prueba.



Trazabilidad de los requerimientos:

B1, B2, B3, B5, B6, B7

Configuración:

Esperar a que la hora del sistema se encuentre entre las 6:30pm y las 7:30pm.

Datos de Prueba:

Acción	Entrada	Salida Esperada	Observaciones
Verificar que aparezcan en pantalla dos botones en forma de hoja en la segunda rama			
Esperar a que la hora del sistema sea posterior a las 7:30pm		Se mostrará en pantalla la animación correspondiente al nivel #1 (Huevo) 	

Caso de prueba C8

Propósito:

Verificar que no aparezcan registros en la base de datos.

Trazabilidad de los requerimientos:

A3

Configuración:

Haber llevado a cabo los casos de prueba C6 y C7.

En el botón Inicio del escritorio de Windows, ingresar a la opción "Todos los programas". En la carpeta MySQL seleccionar MySQL Command Line Client.







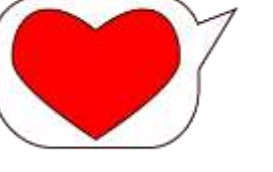

Para entrar al administrador de bases de datos, introducimos como contraseña: careme

Datos de prueba:

Acción	Entrada	Salida esperada	Observaciones
Ingresar a la base de datos	Para usar la base de datos que nos interesa escribimos: use meds;		
Ver registros de los medicamentos tomados	Para ver el registro de la toma de medicamentos, escribimos: select * from uso_diario;	Aparecerá el mensaje: "Empty set", el cual indica que no hay registros en la tabla de uso diario.	

B.2 Receta

- No. De Grupos: 2
- No. De Medicamentos: 2
 - Enalapril: 1 pastilla cada 12 horas
 - Propanolol: 1 pastilla cada 12 horas
- Hora de Inicio: 7:00am

# grupo	Hora	Medicamentos	Símbolo	Dosis	Imagen pastilla
1	7:00	Enalapril		1 pastilla	
		Propanolol		1 pastilla	
2	19:00	Enalapril		1 pastilla	
		Propanolol		1 pastilla	


B.3 Requerimientos del Sistema



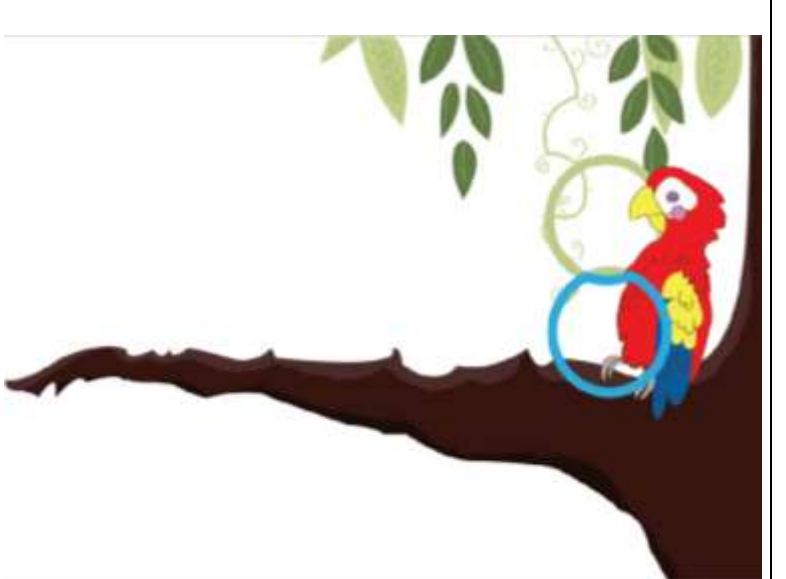
Requerimientos para el funcionamiento del repositorio de la prescripción médica de CARE-Me:

- A1. Debe almacenar la prescripción del paciente con los siguientes datos: Nombre del medicamento, dosis, frecuencia, fecha de inicio, fecha final, descripción, hora de inicio.
- A2. Debe permitir la modificación y la eliminación de la prescripción o de alguno de sus datos.
- A3. Debe registrar el cumplimiento de la medicación, registrando el medicamento, hora y fecha en que se tomó el medicamento, y si éste se tomó a tiempo.
- A4. Proveer un mecanismo que facilite la generación del respaldo de la base de datos.

Requerimientos de funcionalidad del SIA CARE-Me:

- B1. Debe indicar el desempeño diario de la medicación del adulto mayor.
- B2. Debe proveer una retroalimentación inmediata cuando el medicamento haya sido tomado correctamente, mediante un incremento en el crecimiento del perico, y proporcionándole recompensas con base al siguiente criterio:

#	Nivel	Recompensa posible	Imagen
1	Huevo	Ninguna	

2	Polluelo rosa en cascarón	Gusano	
3	Perico adulto	Semilla, aros y canto	
			

- B3. Debe proveer una retroalimentación cuando el adulto mayor no se medique correctamente, bajo los siguientes criterios:
- Mantendrá el nivel de crecimiento alcanzado hasta ese momento.
 - Removerá todas las recompensas que se hayan obtenido hasta el momento.
- B4. Retroalimentar al adulto mayor que la toma de su medicación está fuera de tiempo.
- B5. El adulto mayor indicará explícitamente que ya tomó el medicamento; para lograr esto, se requiere incorporar un mecanismo de interacción con la interfaz de usuario de CARE-Me.
- B6. Las imágenes y/o animaciones correspondientes a la representación del cumplimiento de la medicación, deben mantenerse visibles en la pantalla de CARE-Me hasta que ocurra un nuevo cambio programado.
- B7. La ventana de tiempo para que el sistema considere que el adulto mayor tiene oportunidad de medicarse es de ± 1 hr del horario establecido en la prescripción médica. Si el adulto mayor se medica fuera de este rango o ventana de tiempo, el sistema considerará que no hubo cumplimiento.