

TESIS DEFENDIDA POR

**Dalila Daniela Segura Saldaña**

Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITÉ

---

Dr. Jesús Favela Vara  
*Director del Comité*

---

Dra. Ana Isabel Martínez García  
*Miembro del Comité*

---

Dra. Diana Tentori Santa Cruz  
*Miembro del Comité*

---

Dr. Pedro Gilberto López Mariscal  
*Coordinador del programa de posgrado en  
Ciencias de la Computación*

---

Dr. David Hilario Covarrubias Rosales  
*Director de Estudios de Posgrado*

3 de Noviembre de 2008

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
DE ENSENADA**



---

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS  
EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

---

**PANTALLAS AMBIENTALES COMO TECNOLOGÍA DE APOYO AL  
TRABAJO HOSPITALARIO**

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de  
MAESTRO EN CIENCIAS

Presenta:

**DALILA DANIELA SEGURA SALDAÑA**

Ensenada, Baja California, México, Noviembre de 2008.

**RESUMEN** de la tesis de **Dalila Daniela Segura Saldaña**, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS en Ciencias de la Computación. Ensenada, Baja California. Noviembre de 2008.

## **PANTALLAS AMBIENTALES COMO TECNOLOGÍA DE APOYO AL TRABAJO HOSPITALARIO**

Resumen aprobado por:

---

Dr. Jesús Favela Vara  
Director de Tesis

Las pantallas ambientales son dispositivos estéticos y con diseños agradables a la vista, que proveen información sutil a través de sonidos, olores, gradientes de temperatura, luces, movimientos, etc., de acuerdo a las características del ambiente donde estén situados y también del contexto en el que se encuentren. Esta información permitirá a los usuarios ser conscientes de eventos que sean relevantes a sus actividades sin distraerlos de éstas.

Las condiciones de trabajo en los hospitales imponen importantes exigencias a su personal, cuya atención se convierte en un limitado e importante recurso a administrar. Debido a la carga de trabajo del personal hospitalario no es raro que olviden eventos importantes, tales como la necesidad de vaciar la bolsa de orina de un paciente, cuando se ha llenado. Las tecnologías de cómputo ubicuo, al ser capaces de realizar monitorear el entorno físico, pueden proporcionar a los trabajadores hospitalarios información de las condiciones de sus pacientes. Esta toma de conciencia debe ser sutil y expresiva, sin obstruir las actividades en las que está enfocado el enfermero.

Con el objetivo de explorar la viabilidad de la utilización de las pantallas ambientales como tecnología de apoyo para el personal hospitalario, se realizó un caso estudio en el área de medicina interna de un hospital público, logrando identificar parámetros factibles a ser monitoreados. Una vez seleccionado qué variables monitorear se prosiguió con el desarrollo de dos prototipos de pantallas ambientales diseñadas para crear una conexión entre pacientes y proveedores de salud. Nuestros prototipos: el FlowerBlink y el MotionStatue, son pantallas ambientales que presentan información referente al nivel de llenado de las bolsas contendoras de orina y al movimiento de los pacientes, respectivamente.

Como parte de esta investigación se realizó una evaluación, en la que participaron 10 enfermeras. Se evaluó su percepción de utilidad y de facilidad de uso con respecto a nuestros prototipos; obteniéndose un alto grado de aceptación. Los comentarios más positivos fueron con respecto a la facilidad de interpretación de la información; y por otra parte manifestaron su interés por portar los dispositivos y poder percibir la información en todo lugar. Sin embargo, el uso de dispositivos portátiles perdería la sutileza de los prototipos, al forzar contacto pantalla ambiental-usuario.

**Palabras Clave:** Pantallas Ambientales, monitoreo de pacientes, tecnologías ubicuas.

**ABSTRACT** of the thesis presented by **Dalila Daniela Segura Saldaña** as a partial requirement to obtain the MASTER IN SCIENCE degree in Computer Science. Ensenada, Baja California, México. November, 2008.

## **AMBIENT DISPLAYS AS SUPPORTING TECHNOLOGY FOR HOSPITAL WORK**

Ambient displays are aesthetic devices with pleasant designs, which provide subtle information through sounds, smells, temperatures, lights, movements, etc., based on characteristics of the environment where they are placed and its context. This information allows users to be aware of events relevant to their activities without being distracting.

Working conditions in hospitals impose important demands on their staff, whose attention becomes a limited and important resource to administer. Given the workload of hospital staff it is not rare for them to miss important events, such as the need to empty the urine bag of a patient, which has been filled. Ubiquitous technologies are able to continuously monitor the physical environment can provide hospital workers with continuous awareness of patients' health condition. This awareness must be subtle and expressive, without intruding on hospital workers' focal activities.

With the aim of exploring the feasibility of using ambient displays as a technology to support hospital work, we conducted a field study in the internal medicine unit of a public hospital, from which we identified appropriate parameters to monitor. Once these parameters were selected we developed two prototypes of ambient displays designed to create a connection between patients and healthcare providers. Our prototypes: FlowerBlink and MotionStatue are ambient displays that present information concerning the level of filling of the urine bags and the movement of patients, respectively.

As part of this research an evaluation was conducted, with the participation of ten nurses. Both, usefulness and ease of use of the prototype were evaluated, resulting in a high degree of acceptance. Most positive comments were about the ease of interpretation of information. Moreover, interest was shown on being able to carry the device to receive information anywhere. However, that would lose the subtlety of the prototypes by forcing direct contact between the user and the ambient display.

**Keywords:** Ambient display, patient monitoring, ubiquitous technologies.

*A mis padres y a Salvador  
por la fuerza que su amor me ha dado.*

## Agradecimientos

*A Dios... por darme la oportunidad de emprender y terminar esta aventura, gracias por todas tus bendiciones.*

*A Salvador, mi amor, el dueño de mi  $\infty$  ... por estar siempre a mi lado, por levantarme al caer y apoyarme en los triunfos. Otro sueño cumplido, nos faltan muchos más.*

*A mis padres... por hacerme un pedacito de ellos. Por el amor, el apoyo, las enseñanzas, los esfuerzos y la espera. Por ser los mejores padres que Dios pudo elegir para mí. Los quiero!*

*A mi familia, mis hermanos y mis sobrinos... por ser el motor que me mantenía con la mira en el objetivo final, regresar a casa con la meta cumplida. Home, sweet home.*

*A la Generación 2006... Alfonso, Angelito, Chieff, Davito, Gamma, Johnny, Lord, Luisito, Pablo, Pishón, Rauliquis y Yako... por los festejos, paseos, partidos de fut, noches de box y los encuentros de Age, solita entre tanto niño!.*

*A Edgardo, Mónica, Abdel y Leo... por el apoyo para la realización de este trabajo.*

*A mi asesor, Dr. Jesús Favela Vara... por su atención, consejos y apoyo.*

*A los miembros del comité: Dra. Ana Isabel Martínez García y Dra. Diana Tentori Santa Cruz... por su tiempo e invaluable observaciones.*

*Al personal de enfermería... por su colaboración y disponibilidad.*

*Al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de la ciudad de Ensenada, Baja California.*

*Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología... por su apoyo económico sin el cual no hubiera sido posible este trabajo de investigación.*

*Daniela*

# CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>Resumen español.....</b>	<b>i</b>
<b>Resumen inglés.....</b>	<b>ii</b>
<b>Dedicatorias.....</b>	<b>iii</b>
<b>Agradecimientos.....</b>	<b>iv</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>ix</b>
<b>Lista de Tablas.....</b>	<b>xi</b>
<b>I. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<i>I.1 Cómputo ubicuo.....</i>	<i>2</i>
<i>I.2 Planteamiento del problema.....</i>	
<i>I.3 Objetivo de la tesis.....</i>	<i>4</i>
I.3.1 Objetivo general.....	4
I.3.2 Objetivos específicos.....	4
<i>I.4 Metodología.....</i>	<i>5</i>
I.4.1 Revisión de la literatura.....	5
I.4.2 Estudio del ambiente médico.....	5
I.4.3 Identificación de escenarios y requerimientos funcionales.....	6
I.4.4 Diseño de la evaluación.....	7
I.4.5 Implementación de los prototipos.....	7
I.4.6 Evaluación y análisis de resultados.....	7
<i>I.5 Organización de la tesis.....</i>	<i>8</i>
<b>II. Marco teórico.....</b>	<b>9</b>
<i>II.1 Introducción.....</i>	<i>9</i>
<i>II.2 Pantallas ambientales.....</i>	<i>9</i>
<i>II.3 Tipos de pantallas ambientales.....</i>	<i>11</i>
II.3.1 Pantallas informativas.....	11
II.3.2 Pantallas ambientales públicas e interactivas.....	13
II.3.3 Pantallas ambientales con teléfonos celulares.....	13
II.3.4 Pantallas ambientales con sonido.....	14
<i>II.4 Diseño de pantallas ambientales.....</i>	<i>15</i>
II.4.1 Dimensiones de diseño.....	15
II.4.2 Patrones de diseño.....	16

## CONTENIDO (continuación)

II.4.2.1 Administración de la atención del usuario.....	17
II.4.2.2 Sistemas de información ambiental.....	19
II.5 Implementación de pantallas ambientales.....	20
II.6 Evaluación de pantallas ambientales.....	22
II.6.1 Evaluación participativa.....	23
II.6.2 Evaluación no participativa.....	24
II.7 Trabajo previo.....	24
II.7.1 ambientRoom (1998).....	25
II.7.2 Breakaway (2005).....	26
II.7.3 Lámpara para fumadores (2005).....	26
II.7.4 Almohadas interactivas (2006).....	27
II.7.5 Glowcaps (2007).....	28
II.8 Resumen.....	29
<b>III. Caso de estudio.....</b>	<b>30</b>
III.1 Introducción.....	30
III.2 Diseño del estudio.....	31
III.2.1 El hospital.....	31
III.2.2 El personal de enfermería.....	32
III.2.3 Metodología del estudio.....	33
III.3 Resultados.....	34
III.3.1 ¿Qué monitorear?.....	35
III.3.2 ¿Lugares donde realizan sus actividades?.....	37
III.3.3 Identificación de escenarios de uso.....	38
III.3.3.1 Escenario 1, monitoreo de las bolsas de orina.....	38
III.3.3.2 Escenario 2, monitoreo del movimiento del paciente....	38
III.4 Resumen.....	39
<b>IV. Diseño e implementación de los prototipos.....</b>	<b>40</b>
IV.1 Introducción.....	40
IV.2 FlowerBlink.....	40
IV.2.1 Proceso de diseño.....	41
IV.2.1.1 Simbología del dispositivo.....	41
IV.2.1.2 Monitoreo de la información.....	43
IV.2.1.3 Comportamiento (diagramas de secuencia).....	44
IV.2.1.4 Patrón de diseño.....	46
IV.2.2 Implementación.....	47
IV.2.2.1 Los dispositivos.....	47
IV.2.2.2 Funcionamiento general.....	48
IV.3 MotionStatue.....	49
IV.3.1 Proceso de diseño.....	50

## CONTENIDO (continuación)

IV.3.1.1 Simbología del dispositivo.....	50
IV.3.1.2 Monitoreo de la información.....	50
IV.3.1.3 Comportamiento (diagramas de secuencia).....	51
IV.3.1.4 Patrón de diseño.....	52
IV.3.2 Implementación.....	52
IV.3.2.1 Los dispositivos.....	53
IV.3.2.2 Funcionamiento general.....	53
IV.3.3 Entorno de programación.....	54
IV.4 Resumen.....	55
<b>V. Evaluación y resultados.....</b>	<b>56</b>
V.1 Introducción.....	56
V.2 Metodología de evaluación.....	56
V.3 Definición del problema.....	58
V.4 Diseño del experimento.....	58
V.4.1 Preguntas de investigación.....	58
V.4.2 Factores a evaluar.....	59
V.4.3 Configuración de los dispositivos y área de experimentación.....	59
V.4.4 Descripción de los participantes.....	60
V.4.5 Secuencia de las actividades.....	61
V.4.6 Escenarios de evaluación.....	63
V.4.6.1 Video 1, FlowerBlink.....	63
V.4.6.2 Video 2, MotionStatue.....	64
V.4.7 Entrevista y cuestionario de evaluación.....	65
V.5 Experimento de evaluación.....	66
V.5.1 Aplicación del experimento.....	66
V.5.2 Limitantes del experimento.....	67
V.6 Análisis de resultados.....	68
V.6.1 Evaluación de la percepción de utilidad y facilidad de uso.....	68
V.6.2 Evaluación de nuestras decisiones de diseño.....	71
V.6.2.1 Representación de la información.....	72
V.6.2.2 Sutil o distractor.....	74
V.6.2.3 Estética.....	75
V.6.2.4 Ubicación.....	76
V.6.2.5 Propuestas de mejoras.....	77
V.7 Resumen.....	78
<b>VI. Conclusiones, aportaciones y trabajo futuro.....</b>	<b>79</b>
VI.1 Conclusiones.....	79
VI.2 Aportaciones.....	81
VI.3 Trabajo futuro.....	82

**CONTENIDO (continuación)**

<b>Referencias.....</b>	<b>83</b>
<b>Apéndice A.....</b>	<b>87</b>
<b>Apéndice B.....</b>	<b>88</b>

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura</i>		<b>Página</b>
1	<i>Metodología de investigación.</i>	5
2	<i>Ejemplos de pantallas. a) Tradicionales. b) Ambientales.</i>	11
3	<i>Representación del Weather Composition.</i>	12
4	<i>Prototipo de pantalla ambiental interactiva.</i>	13
5	<i>Representación de la ubicación física de contactos.</i>	14
6	<i>Patrón de diseño propuesto por (Matthews et al, 2004).</i>	17
7	<i>Patrones de diseño propuestos por (Pousman y Stasko, 2006).</i>	20
8	<i>Conjunto de phidgets, servo motores, lectores RFID, botones, etc.</i>	21
9	<i>El ambientRoom.</i>	25
10	<i>Las posiciones del Breakaway.</i>	26
11	<i>Lámpara para fumadores, representación de saturación de humo.</i>	27
12	<i>Interacción con una de las almohadas interactivas.</i>	27
13	<i>Dispositivos del GlowCaps.</i>	28
14	<i>Plano del piso del área de medicina interna.</i>	32
15	<i>Control de líquidos. a) Bolsa contenedora de orina. b) Bolsas de suero.</i>	36
16	<i>Espacios de trabajo. a) Central de enfermeras. b) Almacén. c) Pasillos.</i>	37
17	<i>FlowerBlink.</i>	41
18	<i>Flores con tallo, información general.</i>	42
19	<i>Flores sin tallo, información específica.</i>	43
20	<i>Dispositivo sensor de peso.</i>	44
21	<i>Diagrama de secuencia del caso de uso “Actualizar estado”.</i>	45
22	<i>Diagrama de secuencia del caso de uso “Personalizar pantalla”.</i>	46
23	<i>Phidgets. a) InterfazKit 8/8/8. b) RFID. c) Los dispositivos en el FlowerBlink</i>	48
24	<i>Interacción de los componentes del FlowerBlink</i>	49
25	<i>MotionStatue</i>	49

## LISTA DE FIGURAS (continuación)

<i>Figura</i>		<b>Página</b>
26	<i>MotionStatue en movimiento.</i>	50
27	<i>Dispositivo sensor de movimiento.</i>	51
28	<i>Diagrama de secuencia principal.</i>	51
29	<i>Phidgets. a) Accelerometer. b) ServoMotor. c) 4-MotorControl. d) Los dispositivos en el MotionStatue.</i>	53
30	<i>Interacción de los componentes del MotionStatue.</i>	54
31	<i>Metodología de evaluación.</i>	57
32	<i>Ubicación de la realización del experimento.</i>	60
33	<i>Configuración de los dispositivos.</i>	60
34	<i>Actividades del experimento.</i>	62
35	<i>FlowerBlink en la central de enfermeras.</i>	64
36	<i>MotionStatue en la central de enfermeras</i>	65
37	<i>Modelo de aceptación de la tecnología.</i>	66
38	<i>Participante contestando el cuestionario.</i>	67

## LISTA DE TABLAS

<i>Tabla</i>		<b>Página</b>
I	<i>Descripción de los participantes.</i>	60
II	<i>Escala de preferencias.</i>	66
III	<i>Resultados de la percepción de los participantes.</i>	68

# Capítulo I

---

## Introducción

---

*“Si supiera lo que estoy haciendo no se llamaría investigación... ¿verdad?”*

Albert Einstein (1879-1955)

### I.1 Cómputo Ubicuo

El cómputo ubicuo o *ubicomp* es una de las áreas de investigación dentro del campo computacional, cuyo paradigma pretende dotar el ambiente físico con dispositivos de diferentes escalas, contando con capacidad computacional y de comunicación, dichos artefactos pueden ser integrados de manera natural a las actividades diarias de los usuarios (Weiser, 1991), intentando que sean casi imperceptibles, es decir que el usuario se mantenga únicamente al pendiente del servicio que le proporcionan, olvidando la tecnología que interviene en el proceso.

Esta invisibilidad es un factor clave para hacer exitosa la herramienta, ya que así permitirá al usuario enfocarse en sus actividades más no en la herramienta misma (Weiser, 1994). La filosofía del creador de esta corriente de investigación señala que: *“La tecnología mejor aceptada es aquella que desaparece. Esta tecnología se sumerge en nuestra vida cotidiana hasta que es indistinguible de la misma”* (Weiser, 1991). En esencia, sólo cuando las cosas desaparecen uno es libre en utilizarlas, sin pensar en cómo utilizarlas y enfocarse en nuevas actividades (Weiser, 1993). Dicha imperceptibilidad es una consecuencia fundamental de la psicología humana. Siempre que una persona aprenda a realizar una actividad lo suficientemente bien, entonces cesa de estar consciente de dicha actividad.

Un ejemplo de esta invisibilidad es el hecho de conducir un automóvil, basta recordar las precauciones con las que un conductor inexperto maneja durante los primeros días: observa con detenimiento el retrovisor, apaga la radio y enfoca todos sus sentidos en la forma en que maneja el vehículo. En ese momento es totalmente consciente de que maniobra un dispositivo, pero ésta sensación va aminorando conforme pasa el tiempo. Después de un período de convivir con el vehículo, el conductor se familiariza y es capaz de realizar varias tareas al mismo tiempo, puede entablar conversaciones, incluso telefónicas, arreglar su aspecto personal e ingerir alimentos. Lográndose así la desaparición de la tecnología y que pueda concentrarse en otras tareas. Debido a ésta necesidad de invisibilidad, la investigación sobre la interacción humano-computadora se ha enfocado en promover la interacción invisible, proactiva y desaparecida, donde las computadoras, para ejecutar las tareas en beneficio del usuario, observan por medio de sensores su comportamiento y el ambiente que lo rodea (Kumar, 2005). Con esta idea en mente se provee soporte computacional a la interacción entre humanos y dispositivos computacionales, siendo necesario manejar de manera adecuada el acceso a la información esparcida en el ambiente del usuario, permitiéndose así una mezcla entre los dispositivos y nuestras vidas diarias.

## **I.2 Planteamiento del problema**

Actualmente las interfaces de usuario se enfocan principalmente en la información digital desplegada en pantallas rectangulares (Wisneski *et al.*, 1998), estamos acostumbrados como usuarios a relacionar el apoyo computacional con tener frente a nosotros un monitor y un teclado, introducir información y obtener los datos procesados que nos apoyen en el desarrollo de nuestras tareas. Resulta entonces particularmente interesante el explorar formas no convencionales de presentar la información, haciéndolo de manera sutil, sin perturbar al usuario y sin obligarlo a abandonar la actividad que está realizando, a este tipo de tecnología se le conoce como *pantallas ambientales*, un tipo de pantalla que tiene el reto de no distraer a sus usuarios y que reside en el ambiente en el que estos se desenvuelven (Lund y Wilberg, 2004).

Existen diversos proyectos exploratorios dentro de ésta área de investigación, los cuales reportan el monitoreo de información propia del hogar o de la oficina, tales como movimiento, tráfico, clima, presencia, por nombrar algunos. Para esta investigación el hospital representa un lugar atractivo para dar soporte a algunas de las actividades propias de su personal de enfermería, ya que se trata de un ambiente de trabajo particularmente complejo y rico en información, lleno de características monitoreables necesarias para atender a los pacientes, cuyo personal es altamente móvil (Bardram y Bossen, 2005) y con sobrecarga de actividades. En particular para esta investigación se trabajará con el personal de enfermería. Cada una de las enfermeras se encuentra a cargo de cinco o seis pacientes, a los cuales debe estar monitoreando constantemente, esto para poder atender sus necesidades, entre ellas la preparación y suministro de medicamentos, recolectar material para curación y efectuar las curaciones, realizar el cambio de los materiales de desecho, cambiar las bolsas de suero y orina, etc. Aunado a las actividades relacionadas con el cuidado de los pacientes, el personal de enfermería debe realizar labores como el llenado de formatos y notas médicas, lo cual conlleva papeleo y por tanto consume parte de su tiempo, cabe señalarse que se cuenta con apoyo tecnológico limitado para realizar estas tareas.

Con base en esta problemática y como fundamento para entender este trabajo de tesis se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Es posible utilizar pantallas ambientales como tecnología de soporte a la atención periférica en el trabajo hospitalario?, y para dar respuesta a esta interrogante surgieron otras más específicas:

- ¿Cuáles características del ambiente hospitalario son factibles de ser monitoreadas para dar apoyo a las actividades del trabajo hospitalario haciendo uso de pantallas ambientales?
- ¿Qué percepción tendrá el personal hospitalario respecto a la utilidad de las pantallas ambientales en su entorno de trabajo?
- ¿Qué percepción tendrá el personal hospitalario respecto a la facilidad de uso de las pantallas ambientales propuestas?

- ¿En qué medida el personal hospitalario tendría la intención de utilizar una tecnología como las pantallas ambientales para dar soporte a sus actividades?

## **I.3 Objetivos**

Con el fin de dar respuesta a las preguntas de investigación se especifican los siguientes objetivos de investigación.

### **I.3.1 Objetivo general**

El objetivo principal de este trabajo de investigación es el siguiente:

*“Diseñar, implementar y evaluar la utilidad de pantallas ambientales como tecnología para ayudar a enfocar la atención del personal médico a eventos relevantes para la atención del paciente”.*

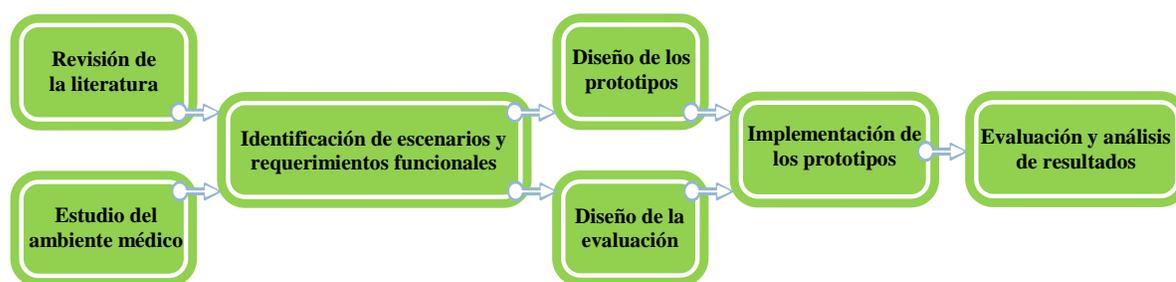
### **I.3.2 Objetivos específicos**

Con base en la problemática anteriormente planteada y con la finalidad de cumplir con el objetivo principal, se proponen los siguientes objetivos específicos:

- Familiarización con el ambiente médico para identificar las características o actividades prioritarias, factibles de ser monitoreadas.
- Encontrar escenarios médicos en los que las pantallas ambientales brinden soporte a las actividades, así mismo identificar los requerimientos básicos que éstas deben abarcar.
- Diseñar y desarrollar dos prototipos de pantallas ambientales, mostrando de manera estética y sutil la información recolectada.
- Evaluar la percepción de utilidad que tendrán los usuarios con respecto al funcionamiento de las pantallas ambientales en su entorno de trabajo.

## I.4 Metodología

La realización de este trabajo de investigación se llevó a cabo en ocho etapas, como puede observarse en la Figura 1. La metodología base es la propuesta en (Munoz *et al.*, 2003) para la realización de sistemas de cómputo ubicuo, a la que únicamente se le agregaron las fases de diseño y realización del experimento. En las siguientes secciones se describe cada una de estas fases.



*Figura 1. Metodología de investigación*

### I.4.1 Revisión de la literatura

El trabajo de tesis comienza con un entendimiento inicial explorando en la literatura el camino a seguir durante el proceso de investigación. En particular se realizó una revisión de los patrones de diseño y paradigmas de evaluación de los proyectos con pantallas ambientales. Al mismo tiempo se exploraron los proyectos más representativos dentro del área, con la finalidad de identificar los dispositivos con el cual fueron realizados, la forma en que despliegan la información, la arquitectura con la cual funcionan, entre algunas de sus características.

### I.4.2 Estudio del ambiente médico

En esta fase, con el objetivo de conocer a detalle las prácticas del personal hospitalario, se realizó una revisión del material recabado con anterioridad por los

miembros del grupo de trabajo. En particular han sido revisadas las notas procedentes de los estudios de sombra (Moran *et al.*, 2007), las grabaciones de entrevistas efectuadas al personal de enfermería del hospital y de manera muy detallada se estudiaron las imágenes obtenidas durante la realización de dichos estudios.

Adicionalmente se efectuaron visitas al hospital para adquirir de manera presencial la esencia del trabajo hospitalario e identificar la manera en que el personal se desenvuelve dentro de su área de trabajo; además se realizaron breves entrevistas con la intención de obtener información acerca de las actividades en las que el personal considera que requiere ser apoyado. El análisis de esta información ha servido para poder identificar los parámetros que resultan importantes para el personal de enfermería, permitiéndonos con ello imaginar la información a desplegar en la pantalla ambiental.

#### **I.4.3 Identificación de escenarios y requerimientos funcionales**

Una vez entendidas las prácticas diarias en el ambiente médico, se seleccionaron dos escenarios reales en los cuales se ha determinado que las pantallas ambientales pueden fungir como tecnología de soporte, el primero de ellos relacionado con el control de líquidos y el segundo con el movimiento del paciente. Con base en el estudio realizado y habiendo elegido el escenario, se realizó una lista de requerimientos funcionales, es decir las características que deben cubrir los prototipos, mismas que fueron tomadas en cuenta para comenzar con el diseño de los prototipos de pantallas ambientales.

#### **I.4.4 Diseño de los prototipos**

Una vez identificados los requerimientos que debe cubrir la pantalla ambiental, y tomando en cuenta aspectos tales como la estética, la sutileza con la que debe desplegarse la información y los mecanismos de funcionamiento, el siguiente paso es el diseño de la misma. Identificar la apariencia del dispositivo para que se integre de manera natural en el ambiente de trabajo de las enfermeras. A la par del diseño se invirtió tiempo en la familiarización con los dispositivos, así mismo se efectuó la selección del lenguaje de

programación con el cual fue implementada la aplicación que mantendrá el control del dispositivo.

Esta es la fase de la metodología que ha representado el mayor reto, lograr visualizar la representación de información de una manera estética, dejando de lado los paradigmas de programación, las cajas de texto, las listas desplegables, los colores de fondo. En este punto la imaginación y la creatividad han jugado un rol principal, y como resultado se ha logrado el diseño de dos pantallas ambientales.

#### **I.4.5 Diseño de la evaluación**

En esta etapa se efectuó la identificación del lugar y la forma en que habría de realizarse el experimento, así como las características a contemplar. Esto de modo que al llevarlo a cabo, los datos obtenidos nos permitieran efectuar un análisis que conduzca a deducciones válidas con respecto al establecimiento de las pantallas ambientales en el trabajo hospitalario.

#### **I.4.6 Implementación de los prototipos**

Esta es la fase en la que se construyen los dos dispositivos de manera física, para posteriormente realizar el desarrollo del software por medio del cual se realiza la manipulación de cada pantalla ambiental. Se utilizaron phidgets que permitieron, por la facilidad que brindan al programador, agilizar el desarrollo de los prototipos

#### **I.4.7 Evaluación y análisis de resultados**

Una vez finalizada la implementación de los prototipos, se procede a la evaluación de la percepción de utilidad por parte del personal de enfermería, presentando el prototipo en un escenario que ejemplifica la utilización de esta tecnología en el trabajo hospitalario. Posteriormente se aplicó un cuestionario y se efectuó una observación para obtener datos, los cuales han sido analizados para determinar el grado de utilidad, comprensión de la información desplegada y la facilidad de uso, entre otras.

## I.5 Organización de la tesis

Este trabajo de tesis se desarrolla en seis capítulos, mismos que describiremos brevemente a continuación:

En el capítulo II se explicarán los conceptos del marco teórico, presentando la clasificación de las pantallas ambientales y los principales lineamientos para su diseño, implementación y evaluación. Así mismo, se comentarán algunos de los proyectos más representativos de esta tecnología reportados en la literatura.

El capítulo III describe el caso de estudio llevado a cabo en el área de medicina interna de un hospital público de la localidad, en el cual realizamos entrevistas y observaciones, para identificar los parámetros factibles de ser monitoreados, así como escenarios en los cuales las pantallas ambientales pudiesen apoyar al personal hospitalario.

En el capítulo IV se presenta el proceso de diseño e implementación de nuestros dos prototipos de pantalla ambiental, el FlowerBlink y el MotionStatue. Describiremos la simbología de cada prototipo, la forma en que obtenemos la información a desplegar, los dispositivos utilizados para la implementación y el funcionamiento general de cada pantalla ambiental.

Una vez finalizado el proceso de implementación, proseguimos con la realización de la evaluación de nuestros prototipos, misma que es presentada en el capítulo V. Explicaremos la forma en que se realizó el experimento de evaluación, describiremos a los participantes y los recursos utilizados para obtener la información con respecto a su percepción de utilidad y facilidad de uso con respecto a nuestros prototipos. Finalmente discutiremos acerca de los resultados obtenidos.

Por último en el capítulo VI se describen las conclusiones y aportaciones de este trabajo de tesis, mencionando también el trabajo futuro que proponemos para continuar con esta investigación.

## Capítulo II

---

### Marco teórico

---

*“Si no conozco una cosa, la investigaré”*  
Louis Pasteur (1822-1895)

#### II.1 Introducción

En este capítulo se presentan los conceptos del marco teórico y tecnología de las pantallas ambientales en los cuales se basa este trabajo de tesis, con el objetivo de introducir los conceptos necesarios, así como para enfocarnos en los aspectos que estamos interesados en explorar.

Primeramente proporcionamos una breve introducción al concepto de pantallas ambientales y las clasificamos, para posteriormente tratar aspectos de los procesos de diseño, implementación y evaluación. Finalmente describimos el trabajo previo en el área para conocer los proyectos más significativos reportados en la literatura.

#### II.2 Pantallas Ambientales

La naturaleza se encuentra llena de sutiles, lindas y expresivas pantallas ambientales, que atraen cada uno de nuestros sentidos; la luz del día, la oscuridad de la noche, el sonido de la lluvia, el calor del sol, el movimiento de los árboles, el olor de las flores. El ambiente físico por el cual nos encontramos rodeados y en el que realizamos nuestras actividades cotidianas, es rico en información ambiental. Al estar conscientes de dicha información es normal que hagamos uso de ella para realizar ciertas tareas. Un

ejemplo de ello es la forma en que dejamos la puerta de nuestra oficina, abierta, semi-abierta o cerrada, con la intención de dar a conocer a los demás el grado de disponibilidad en el que nos encontramos. Las personas que circulen por el pasillo, con sólo verla saben si podemos atenderlos, si estamos ocupados pero podemos recibirlos o simplemente no queremos interrupciones. Entonces, podemos aseverar que la información ambiental nos brinda información continua de una forma sutil, periférica y expresiva sin distraernos de las actividades que estamos llevando a cabo.

Investigadores del área de cómputo ubicuo al identificar el planteamiento de información ambiental, crearon el concepto de *pantalla ambiental* para referirse a formas inusuales de desplegar información, obteniendo los datos a mostrarse por medio de sensores que monitorean el ambiente de sus usuarios. Una definición de pantalla ambiental es propuesta por Mankoff: *“Las pantallas ambientales son dispositivos estéticos que funcionan como pantallas de información y residen en nuestra periferia. Estas pantallas tienen el rol ambiguo de presentar información sin distraer al usuario pero siendo lo suficientemente expresivas para ser percibidas –estas pantallas son generalmente capaces de monitorear información”* (Mankoff *et al.*, 2003). Como el término ambiental lo sugiere, las pantallas ambientales son, a diferencia de las pantallas ordinarias de computadora, pantallas no intrusivas, residentes del ambiente en el que el usuario se desenvuelve (Lund y Wilberg, 2004) sin requerir ser completamente atendidas.

Es importante recalcar que una pantalla ambiental va más allá que las convencionales interfaces gráficas de usuario (teclado, monitor, ratón), con la intención de hacer uso completo del ambiente físico como una interfaz para la información digital (Ishii *et al.*, 1998). En lugar de tener varias fuentes de información compitiendo por un pequeño espacio en la pantalla (Figura 2a), la información puede salir al ambiente físico, representando ella misma los cambios sutiles que se presentan en el entorno, tomando en cuenta características tales como peso, movimiento, sonido, presencia, olor o temperatura, por nombrar algunas (Wisneski *et al.*, 1998).



*Figura 2. Ejemplos de pantallas. a) Tradicionales. b) Ambientales.*

El principal objetivo es el desarrollar interfaces físicas (Figura 2b), capaces de representar la información por medio de símbolos, colores, luces, movimientos, haciéndolo de una manera no complicada para facilitar la comunicación entre la pantalla ambiental y el usuario, logrando que el contacto sea cordial, rápido y fácil de realizar.

### **II.3 Tipos de pantallas ambientales**

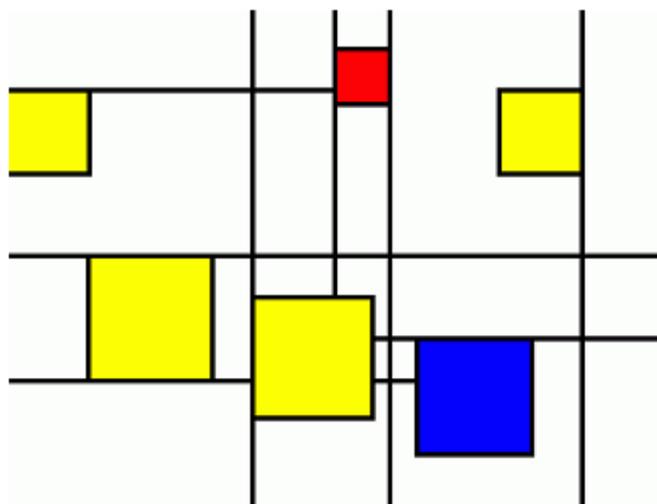
En esta sección se presenta una categorización de las pantallas ambientales dependiendo del enfoque para el cual son desarrolladas, cada categoría se encuentra acompañada de un proyecto representativo, con la finalidad de clarificar el concepto.

#### **II.3.1 Pantallas informativas**

El concepto se basa en arte informativo, propuesto por (Redström et al, 00) y cuya definición formal es la siguiente: *“El arte informativo es una computadora aumentada o amplificada con obras de arte que no sólo son objetos estéticos, sino que también exhiben*

*dinámicamente información sobre el ambiente*". El arte informativo puede verse como un tipo de tecnología lenta, que promueve momentos de concentración y reflexión. El objetivo de este tipo de pantallas es la utilización de arte para desplegar información, con ello mediante una representación simbólica el usuario puede inferir que algo ha sucedido y traducirlo a información que le es de relevancia.

Un ejemplo de estas pantallas es el proyecto "Weather Composition" (Lars y Skog, 2003), el cual mediante cuadros representa a seis ciudades (Figura 3), la ubicación de dichos cuadros es más o menos sobre la base de un mapa del mundo con el meridiano de Greenwich en el centro, a fin de que la posición de cada cuadrado corresponda con la posición aproximada de la ciudad en el mapa. Los colores representan el clima, amarillo se asocia con soleado, azul con lluvia y el rojo con nublado.



**Figura 3.** Representación del Weather Composition (Lars y Skog, 2003)

Resulta interesante observar que un usuario que no conozca la analogía de esta pantalla ambiental y de manera repentina tenga contacto con esta información, no le resultará sencillo conceptualizar el sentido de los datos, pero una vez comprendido el significado de posiciones y colores, le será fácil deducir que tal está el clima en esas ciudades.

### II.3.2 Pantallas ambientales públicas e interactivas

Una de las reglas más importantes en el cómputo ubicuo es que la información debe estar disponible todo el tiempo y en cualquier lugar. Esta ideología ha creado el espacio a una nueva forma para desplegar información, emergiendo así en espacios como aeropuertos, escuelas, oficinas y casas las pantallas públicas, semi-públicas y personales.

Este tipo de pantalla se encuentra en la periferia del usuario, mostrando la información y esperando la interacción, para mostrar los datos a mayor detalle.



*Figura 4. Prototipo de pantalla ambiental interactiva (Vogel y Balakrishnan, 2004)*

El prototipo mostrado en la Figura 4 combina la notificación periférica con la interacción implícita y explícita permitiendo el acceso a información pública y personal.

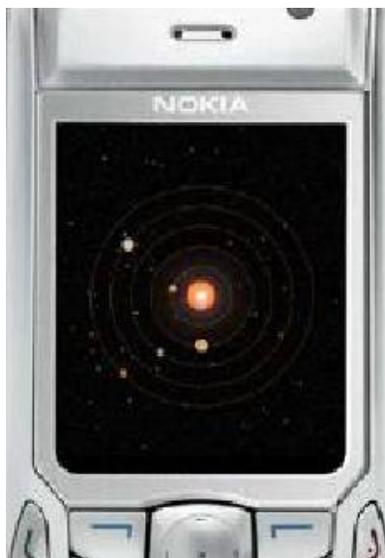
### II.3.3 Pantallas ambientales con teléfonos celulares

Actualmente se considera que cruzamos por una era donde la telefonía celular ha creado una nueva cultura, especialmente entre los adolescentes. Hoy en día es común encontrar numerosas formas de personalizar los teléfonos celulares, desde elegir el modelo, tono y protector de pantalla, a través de lo cual el usuario puede reflejar de su personalidad.

Los teléfonos celulares de hoy en día almacenan múltiples datos, estando a disposición del usuario, tales como la lista de las llamadas recientes, llamadas perdidas,

información de los mensajes, contactos, duración de las llamadas, etc. Dicha información puede ser usada para mostrarse de forma sutil en la misma pantalla del teléfono.

En la Figura 5 se presenta un ejemplo sencillo, en el cual la representación es la de un sistema planetario, donde el sol equivale al propietario del celular y los planetas a los contactos que tiene agregados en su agenda (Ho-Ching *et al.*, 2003).



*Figura 5. Representación de ubicación física de contactos (Ho-ching et al., 2003)*

Con esta simbología se pretende informar la cercanía de nuestros contactos, pudiendo utilizar el dato para concertar citas o buscarlos. Es fácil apreciar que a pesar de que la aplicación es para un teléfono celular, deja de ser típica por el tipo de representación que se utiliza para desplegar la información.

#### **II.3.4 Pantallas ambientales con sonido**

Los anteriores tipos de pantallas ambientales son en su mayoría puramente visuales, así que dentro de esta clasificación es importante no dejar de lado aquellas cuya forma de presentar la información es haciendo uso de sonidos. Nosotros como personas utilizamos el sonido para ganar consciencia del estado que nos rodea, así como muchos dispositivos usan sonidos para comunicar eventos. Un ejemplo cotidiano es cuando escuchamos pasos, con

ello sabemos que alguien se acerca y, dependiendo de la intensidad y la cantidad incluso podemos advertir si es que estamos en peligro.

El desarrollo de este tipo de aplicaciones involucra un análisis para identificar si la emisión de sonido no perturba a los usuarios para realizar sus actividades, es importante tomar en cuenta este aspecto por la naturaleza del ambiente y las tareas que se realizan en el área donde es instalada la pantalla ambiental.

## II. 4 Diseño de pantallas ambientales

Dado el creciente interés por esta tecnología como soporte a la interacción humano-computadora, han surgido múltiples formas de desplegar la información, pero no existen métricas de diseño que sean utilizadas por la mayoría de los desarrolladores. Por ello a continuación se presentan las dimensiones y métricas de diseño de pantallas ambientales propuestas por varios autores, para dejar asentada la importancia de seguir con una pauta que dirija el proceso de diseño de la pantalla ambiental.

### II.4.1 Dimensiones de diseño

El diseño de las pantallas ambientales requiere tomar en cuenta múltiples aspectos, desde que información mostrar, cómo presentarla, dónde ubicarla, cómo cambiar los datos, cosas que quizás resultan sencillas de pensarse pero es necesario formalizar la manera en que lo realizaremos. Existen cuatro preguntas básicas que el diseñador debe analizar al momento de conceptualizar su pantalla ambiental (Brewer, 2004), a continuación se describen brevemente estas interrogantes:

- **¿Qué información será desplegada?**- Las pantallas ambientales son un medio ideal para saturar al usuario de información, pero debe cuidarse que la habilidad cognitiva del usuario no disminuya. En ocasiones es difícil determinar qué información debe presentarse, es por ello que con base en muchas investigaciones se ha resaltado la importancia de involucrar al usuario en el proceso de diseño, para así saber que información le es de interés. Entre más

importante sea para el usuario la información, más contacto tendrá con la pantalla.

- **¿Dónde colocar el dispositivo?**- La ubicación de la pantalla ambiental juega un rol importante dentro del proceso, ya que debe buscarse que la interacción con el usuario se efectuó de una manera natural. Deben tomarse en cuenta aspectos como el no obstruir el área de trabajo, sino introducirla de manera sutil; estará allí, y el usuario podrá interactuar con ella únicamente cuando él lo desee.
- **¿Cuál será la interacción entre la pantalla y el usuario?**- Parte importante para el éxito de un proyecto de este tipo es la forma en que el usuario tendrá interacción con el dispositivo, ya que en ocasiones las personas se encuentran renuentes a la utilización de la tecnología. Resulta interesante desarrollar un dispositivo en el cual la interacción sea mínima, permitiendo al usuario despreocuparse y continuar con sus actividades. Entre mayor interacción se solicite, menor será la invisibilidad de la tecnología.
- **¿Qué tan rápido debe cambiar la información?**- Una pantalla que cambia la información demasiado rápido puede distraer al usuario, mientras que aquellas que lo hacen demasiado lento pueden pasar inadvertidas. Esto significa que la tasa de información que cambia debe ser determinada y adaptada hasta un nivel aceptable, en el que el usuario sea capaz de percibir el cambio y determinar que acción tomar ante la información que le es presentada.

Si bien estas preguntas parecen sencillas, el encontrar las respuestas representa un reto para el desarrollador, ya que dependiendo de la forma en que conteste, se pone en juego la aceptación del prototipo ante el usuario final.

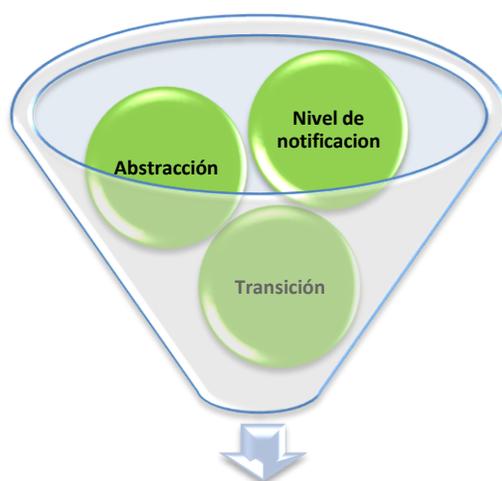
## II.4.2 Patrones de diseño

La literatura reporta una gran cantidad de proyectos con pantallas ambientales, donde su forma de funcionar es muy variable. Debido a que no se contaba con una métrica que permitiera comparar un proyecto con otro, fue necesario proponer patrones de diseño

para hacerlo. Existen dos propuestas para lograr esta comparación, la primera es formulada por (Matthews *et al.*, 2004) denominada “*Administración de la atención del usuario*” y la segunda planteada por (Pousman y Stasko, 2006) lleva por nombre “*Sistemas de información ambiental*”; a continuación se detallan ambas propuestas.

#### II.4.2.1 Administración de la atención del usuario

Por una parte en (Matthews *et al.*, 2004) se propone la Herramienta de despliegue periférico (en lo sucesivo *PTK*, por sus siglas en inglés: Peripheral Displays Toolkit), la cual proporciona un soporte estructurado para la administración de la atención del usuario en el desarrollo de pantallas periféricas. El PTK da soporte a tres problemas específicos para mostrar la información en la periferia de la atención humana, estos problemas son la abstracción de la entrada, las reglas para asignar niveles de notificación para la entrada y las transiciones para actualizar una pantalla cuando llega la información de entrada. El PTK permite al diseñador asignar niveles de notificación a la información, indicando cómo la pantalla debiera cambiar lo mostrado de un nivel a otro, así como la abstracción de la información, es decir la facilidad con la que se entiende la información desplegada.



**Administración de la atención del usuario**

**Figura 6.** Patrón de diseño propuesto por (Matthews *et al.*, 2004).

Las pantallas deben apoyar características claves para administrar de una manera adecuada la conexión entre la importancia de la información y la atención del usuario, para esta propuesta se consideran tres características, la abstracción, el nivel de notificación y las transiciones. Cada una de estas propiedades toma un papel principal dentro del diseño de la pantalla, siendo necesario que las tres sean consideradas (Figura 6).

Para clarificar cada concepto, es necesario identificar de que trata:

1. **Abstracción:** Implica el extraer las características de la información de modo que sea más fácil entender con solo un vistazo qué es lo que está ocurriendo.
2. **Nivel de notificación:** Este término hace referencia a la diferencia en relevancia de la información. Niveles más altos de notificación corresponden a datos más críticos y se muestran de modo que se obtenga una mayor atención por parte del usuario. Los niveles de notificación bajos corresponden a los datos no críticos y se despliegan típicamente de una manera que no distraigan, pero que permitan al usuario supervisar la pantalla de vez en cuando.
3. **Transiciones:** Es difícil describir la forma en que una pantalla emplea los niveles de notificación sin describir la manera en que se usan las transiciones. Las transiciones son un mecanismo para crear efectos sobre una pantalla a modo de atraer una cantidad apropiada de atención del usuario, basado en el nivel de notificación de un nuevo evento.

El mayor reto consiste en lograr un equilibrio entre la abstracción, el nivel de notificación y las transiciones. Se sabe que la pantalla está correctamente diseñada, cuando se consigue que la información sea entendible, independientemente de la prioridad que tenga, ya que para lograrlo debieron realizarse transiciones de información, pasando por los niveles de notificación.

### II.4.1.2 Sistemas de información ambiental

(Pousman y Stasko, 2006) proponen una taxonomía diferente a la anteriormente citada, en este caso se considera que los diseñadores de sistemas de información ambiental deben tomar decisiones acerca de cuánta información mostrar y cómo presentarla. En particular los parámetros de diseño a seguir durante la realización de una pantalla ambiental son cuatro, los cuales son definidos a continuación:

1. **Capacidad de información** - Ésta hace posible la compensación entre el tiempo y el espacio en el diseño. Un diseñador puede incrementar su capacidad de información aumentando el espacio en el que será mostrada o creando una pantalla que cambie entre un conjunto de vistas.
2. **Nivel de notificación** - Es el grado de alerta con el que se informa al usuario que algo ha sucedido. El nivel de notificación se subdivide en cinco categorías: opinión del usuario, no visible, informar, interrumpir y demandar atención. Los sistemas que notifican de manera no intrusiva al usuario son el aspecto central del espacio de diseño de los sistemas de información ambiental. Mientras que los que interrumpen al usuario con alarmas o que demandan su atención no son sutiles.
3. **Capacidad de representación** - Describe los componentes de la pantalla de un sistema y la manera en que los datos del mundo real son codificados en patrones, dibujos, palabras o sonidos.
4. **Énfasis estético** - Algunos diseñadores pretenden obtener pantallas y dispositivos con convenciones artísticas o esculturales, teniendo el objetivo principal de ser visualmente agradables.

Es posible apreciar como las dos propuestas difieren en sus dimensiones de diseño, pero si bien no cuentan con los mismos componentes, ambas consideran la importancia del nivel de notificación, con el cual se determina qué tanto es necesario llamar la atención del usuario, siendo éste uno de los aspectos más importantes a tomar en cuenta al desarrollar una pantalla ambiental.



*Figura 7. Patrones de diseño propuestos por (Pousman y Stasko, 2006).*

## II.5 Implementación de pantallas ambientales

Al momento de comenzar con la implementación de la pantalla ambiental, debe considerarse que la aplicación es física, es decir, el producto es tangible. Hace varios años debido al principio del cómputo ubicuo que señala que es común interactuar por medio de objetos físicos de la vida cotidiana, la Universidad de Calgary decide crear el proyecto *Phidgets* (Greenberg y Fitchett, 2001), el cual tiene como objetivo crear una caja de herramientas con dispositivos físicos para desarrollar interfaces de usuario.

El propósito de estos dispositivos es ser lo suficientemente simples para que los desarrolladores puedan concentrarse en el uso, modificación y recombinación de dispositivos dentro de interfaces físicas de usuario, en lugar de la construcción e implementación de dispositivos de bajo nivel, lo que requiere de mayor cantidad de tiempo. La definición formal es: *“un Phidget es una representación física y/o implementación de un widget. Al igual que los widgets, que son como una caja de herramientas y cuando se*

*requiere alguno de ellos (un cuadro de texto, un botón o una ventana), se toma de allí y es utilizado extendiendo sus funcionalidades sin preocuparnos de cómo está construido. Representando una manera fácil y económica para sensar y controlar objetos desde una PC”.*

Los phidgets (Figura 8) eliminan mucha de la complejidad de programación y proporcionan una API fácil de utilizar y con apoyo de una amplia variedad de lenguajes de programación. Las aplicaciones pueden ser desarrolladas rápidamente en Visual Basic, VBA (Microsoft Access y Excel) Java, Delphi, .Net, C y C++. Y pueden ser utilizados en los sistemas operativos MAC OS X, Linux y Windows. Al no requerir conocimientos de hardware, microprocesadores, USB o protocolos de comunicación, logran ser fáciles de programar y usar.



**Figura 8.** Conjunto de phidgets, servo motores, lectores RFID, botones, etc.

El utilizar phidgets para el desarrollo de interfaces de usuario físicas proporciona algunas desventajas, por ejemplo el estar atado a una PC o el no existir phidgets para todos los tipos de aplicaciones imaginables. Pero en general las ventajas son suficientes como para utilizarlos y entre ellas tenemos las siguientes de acuerdo al tipo de usuario:

- Para desarrolladores de hardware:
  - Fácil acceso a USB como interfaz
  - Separación clara de hardware y software.

- No necesita explicar bits, bytes y baudios a los programadores: en lugar de eso se refieren a las APIs.
- Para los programadores:
  - No se necesita ingeniería inversa debido a que los protocolos de comunicación con los phidgets están disponibles.
  - Hay varios proyectos de código abierto disponibles.
- Para los investigadores:
  - Pueden crearse nuevas interfaces físicas de usuario tan fácil como con widgets.
  - Se pueden enfocar a la investigación y estudio, dejando de lado las placas, las tablas de prototipado, la soldadura y la depuración del hardware.
  - El hardware económico y disponible hace que los resultados se puedan reproducir fácilmente.

La utilización de phidgets en proyectos de pantallas ambientales, garantiza que la distribución del tiempo de desarrollo se incline hacia el diseño y la evaluación, permitiendo a los desarrolladores invertir menos tiempo en la construcción del dispositivo. En realidad lo que queremos desarrollar son dispositivos sencillos tanto en funcionamiento como en elaboración.

## **II.6 Evaluación de pantallas ambientales**

Las pantallas ambientales son desarrolladas con la intención de presentar la información sin saturar o distraer al usuario, esta meta es difícil de lograr y definir en términos cuantificables. Por ello la evaluación de una pantalla ambiental resulta ardua, por lo que la mayoría de los prototipos realizados no son evaluados, y en consecuencia es casi imposible determinar si una pantalla es eficaz y por qué lo es.

Existen dos métodos de evaluación para las pantallas ambientales: la participativa (Mankoff *et al*, 2005) y la no participativa (Consolvo y Towle, 2005). Es aconsejable realizar primero la evaluación no participativa, así se obtienen resultados sin influir en la

percepción del usuario. Posteriormente se procede a la evaluación participativa, siendo allí donde resaltarían las preferencias del usuario.

### II.6.1 Evaluación participativa

Esta clasificación incluye a la denominada evaluación heurística, la cual es importante debido a su potencial para proporcionar retroalimentación rápida y de bajo costo, acerca de las problemáticas en una pantalla específica (Mankoff *et al*, 2005). Este tipo de evaluación involucra el reclutamiento de evaluadores para que critiquen la interfaz.

Dentro de los lineamientos que deben tomarse en cuenta durante la evaluación se incluyen los siguientes:

1. **Diseño con la información necesaria:** información en exceso satura la pantalla y en carencia la hace inútil, debe existir un equilibrio y mostrar únicamente lo necesario.
2. **Mapeo consistente e intuitivo:** debe requerirse la mínima carga cognitiva, es decir, la información debe estar representada de manera que el usuario pueda comprenderla, sin tener que realizar cálculos o memorizar simbologías complejas.
3. **Estado de visibilidad:** debe ser notoria, de fácil percepción, encontrarse a la vista del usuario, siempre que él desee información debe obtenerla.
4. **Diseño placentero y estético:** debe ser agradable a la vista, entre más complacido se encuentre el usuario más contacto tendrá con la pantalla.
5. **Información útil y relevante:** la utilidad de la información que despliegue puede llevar al éxito o al fracaso de la pantalla. Debe investigarse que información le interesa al usuario, sólo así la consultará, algo que no le resulta útil no será consultado.
6. **Información fácil de transmitir:** debe ser sencillo y rápido encontrar detalles de la información.
7. **Diseño periférico:** debe tratarse de un diseño no obstructivo, así el usuario puede acudir a ellos en el momento en que requiera información.

## II.6.2 Evaluación no participativa

Una vez implantada la pantalla ambiental pueden ser tomados en cuenta múltiples factores de los usuarios, entre ellos el comportamiento, las expresiones faciales, el tiempo que la utilizan, la cantidad de usuarios que la usan, entre otros (Consolvo y Towle, 2005).

La forma en que se recolecta esta información es mediante cámaras de video, ubicadas en las cercanías de la pantalla ambiental, cabe señalarse que es necesaria la selección de un tiempo prudente de observación, la mayoría de los autores recomienda de 2 a 3 meses. Posteriormente se procede al análisis de los registros y a la valoración de los resultados.

Pudiera parecer sencillo a simple vista el realizar esta evaluación, pero no en todos los casos se tiene la facilidad de introducir la pantalla ambiental en el entorno del usuario real, debido quizás a las ocupaciones de los usuarios potenciales o al ambiente mismo en el que se desenvuelven, a políticas de la empresa, a cuestiones de tiempo, etc. Por lo tanto, también representa un reto llevar a cabo este experimento, siendo necesario considerar que tipo de evaluación podemos realizar, tomando en cuenta las características anteriormente citadas.

## II.7 Trabajo previo

Dentro del campo del cómputo ubicuo ha ido en aumento el desarrollo de sistemas que incluyen una gran cantidad de objetos cotidianos para el usuario, para en ellos desplegar la información. Algunos de los proyectos reportados en la literatura incluyen luces de varios colores (Ambient Orb, 2007; Ishii *et al.*, 1998), sonidos (Mynatt *et al.*, 1998), flores artificiales (Ishii *et al.*, 2001), teléfonos celulares (Matthews *et al.*, 2002), artículos de oficina, portarretratos (Consolvo y Towle, 2005) y pinturas artísticas (McCrickard *et al.*, 2003) entre otras, como medio para presentar datos. A continuación citaremos algunos de los proyectos más representativos en esta área de investigación.

### II.7.1 ambientRoom (1998)

Este es quizás el proyecto seminal, donde surgen y son aplicadas las pantallas ambientales. El ambientRoom envuelve al usuario en un ambiente aumentado – instalándolo dentro de la computadora – proporcionando información sutil relacionada con las actividades que se realizan dentro y fuera de la habitación (Ishii *et al.*, 1998).

En este proyecto se emplean distintas formas para representar la información: luz, sonido y movimiento, entre otras. Se hace uso de varios dispositivos para desplegar información, por ejemplo: dos pequeños frascos de vidrio, que al ser destapados reproducen sonido, el cual según su intensidad refleja el tráfico vial.



*Figura 9. El ambientRoom (Ishii et al., 1998).*

Además en una de las paredes de la habitación se despliegan pequeñas ranuras de luz que representan la presencia de individuos en la habitación, mientras que en el techo se generan ondas de agua, que simbolizan la actividad de alguna persona que se encuentra alejada del ambientRoom. Los usuarios del ambientRoom pueden usar estas pantallas ambientales para administrar las fuentes de actividad ambiental.

### II.7.2 Breakaway (2005)

Breakaway es un prototipo para la oficina o el espacio de trabajo, nace con la idea de notificar al usuario el tiempo que ha estado sentado frente a su computadora y persuadirlo a cambiar de postura y relajar su cuerpo.



*Figura 10. Las posiciones del Breakaway (Jafarinaimi et al., 2005).*

El funcionamiento se basa en un par de sensores colocados en la silla del usuario, que monitorean cada dos minutos si el usuario continua sentado, además se cuenta con una pequeña escultura colocada en el escritorio (Jafarinaimi *et al.*, 2005), misma que despliega la información.

Por cada hora que el usuario permanezca sentado, el Breakaway cambia de posición como se muestra en la Figura 10, entre más tiempo pase, la escultura aparentará estar cansada. Una vez que el usuario se levante de su asiento, el Breakaway se coloca en una posición recta, ya que está consciente de que su usuario se encuentra tomando un descanso después de largas horas de trabajo.

### II.7.3 Lámpara para fumadores (2005)

El objetivo de esta lámpara es mostrar a través de diferentes tonalidades de colores, el nivel de contaminación en el ambiente debido a la nicotina (Hehe, 2005).



**Figura 11.** Lámpara para fumadores, representación de saturación de humo (Hehe, 2005).

Esta lámpara es un embudo que termina con un anillo de pequeños diodos de luz, dicha luz cambia de un blanco brillante a un rojo intenso, dependiendo del nivel de humo detectado. La lámpara utiliza detectores de humo común y corrientes, pero traduce en color y sonido la saturación gradual en la habitación por las exhalaciones de fumadores cercanos. La intención es hacer consciencia acerca del nivel de contaminación provocado por los hábitos de los fumadores ubicados en esa habitación.

#### **II.7.4 Almohadas interactivas (2006)**

Este proyecto consta de un par de almohadas interactivas, las cuales permiten a los usuarios mantenerse en contacto con sus familiares que viven en el extranjero.



**Figura 12.** Interacción con una de las almohadas interactivas (TII, 2006).

Los usuarios pueden interactuar con una almohada en una ubicación específica (apoyándose, tocando, frotando o dándole un fuerte abrazo), activando con ello los patrones textiles dinámicos, haciendo que la otra almohada ubicada en un lugar remoto, se active, iluminándose dinámicamente. (TII, 2006). Estos patrones ambientales amplían el vocabulario de comunicación a distancia a través de una interacción estética y tangible.

### II.7.5 Glowcaps (2007)

Este proyecto fue desarrollado con la finalidad de brindar soporte a uno de los problemas más grandes que enfrentan las compañías farmacéuticas hoy en día: la falta de cumplimiento en la medicación por parte enfermos con largos tratamientos médicos (Vitality, 2007).

La idea se basa en un pastillero que brilla con luz naranja para recordarle al usuario que debe tomar su medicina, una vez que la ingiere el color de la luz cambia a azul.



*Figura 13. Dispositivos del GlowCaps (Vitality, 2007).*

Además, entre algunas de las ventajas se tiene que cuando el nivel de medicamento es muy bajo, puede hacer pedidos vía Internet para solicitar a una farmacia la reposición de la medicina, así mismo puede enviarse un correo electrónico al médico o al familiar del paciente para reportarle el consumo del medicamento por parte del paciente.

## II.8 Resumen

En éste capítulo se presentaron los aspectos básicos para comprender el objetivo y la utilidad de las pantallas ambientales, los conceptos que deben ser considerados para poder diseñar los dispositivos y evaluarlos, así mismo se mostraron las facilidades de implementación haciendo uso de los phidgets. Finalmente se comentaron varios de los proyectos más representativos de ésta tecnología, su área de aplicación, simbología y funcionamiento.

En el siguiente capítulo se describe el caso de estudio realizado en el Hospital General No. 8 del IMSS, con el fin de identificar algunas de las actividades realizadas por el personal de enfermería, las características que monitorean de sus pacientes, así como la identificación de escenarios en los cuales podemos dar soporte al trabajo hospitalario usando pantallas ambientales como tecnología de apoyo. En este caso de estudio se utilizaron técnicas cualitativas como entrevistas y observaciones, de las cuales se presentan los resultados obtenidos.

## Capítulo III

---

### Caso de estudio

---

*“La ciencia más útil es aquella cuyo fruto es el más comunicable”*

Leonardo da Vinci (1452-1519)

#### III.1 Introducción

Es posible catalogar a los hospitales como ambientes complejos y llenos de información, lo anterior como resultado de la combinación de diversos aspectos que caracterizan este entorno de trabajo; algunos de los más sobresalientes son la infraestructura técnica y computacional, la necesidad de colaboración entre especialistas, el intenso intercambio de información y sobre todo la movilidad del personal médico y de enfermería, pacientes, documentos y equipo, los cuales en conjunto permiten que el ambiente resulte ideal para la aplicación de tecnologías de cómputo ubicuo (Favela *et al.*, 2004).

Una de las características más interesantes en el hospital es la movilidad, la mayoría de las actividades requieren cambios de ubicación constante, así como interacciones con otros miembros del personal. En particular, el personal de enfermería realiza rondas constantes a sus pacientes, además efectúa anotaciones en las estaciones de trabajo, recogen materiales de curación en los almacenes, etc. cubriendo recorridos de más de 15 kilómetros durante su turno (Bardram y Claus, 2005).

Esta investigación se centra en el ambiente hospitalario, principalmente por la necesidad de movilidad anteriormente descrita y porque la mayoría de las pantallas

ambientales que se han desarrollado no van dirigidas a dar soporte a actividades trascendentales del usuario, sino a tareas de baja prioridad.

El principal objetivo de este capítulo es presentar las características de nuestro caso de estudio, el cual se enfoca en el personal de enfermería y el control de líquidos. Primeramente se presenta una breve descripción del personal de enfermería, seguida del breve estudio realizado en el hospital, el cual permitió identificar a detalle nuestros puntos de interés.

## **III.2 Diseño del estudio**

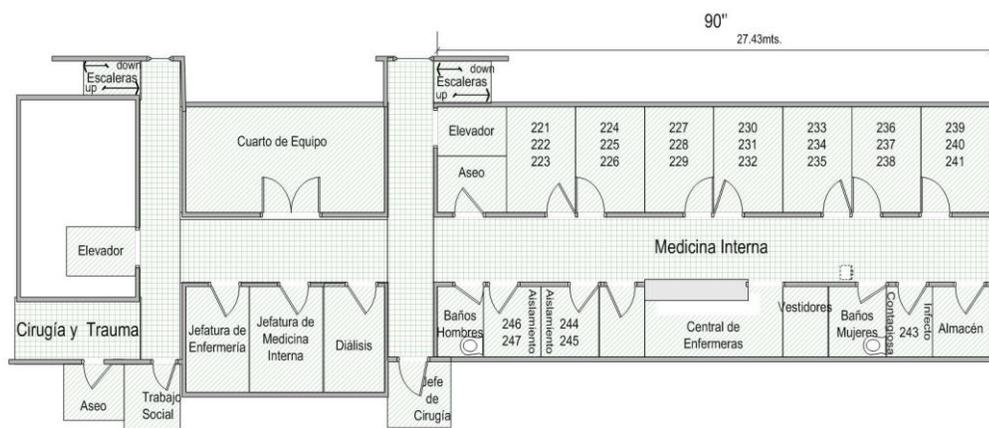
El caso de estudio se realizó en un hospital público de la ciudad de Ensenada, B.C., con la finalidad de comprender las prácticas del personal de enfermería e identificar actividades factibles para recibir soporte por medio de las pantallas ambientales.

### **III.2.1 El hospital**

El estudio fue realizado en el Hospital General de Zona IV (H.G.Z IV No.8) en Ensenada, Baja California, el cual es una unidad de atención médica que tiene una población adscrita de 175,000 personas, realizando por año 302,000 consultas de medicina familiar, 92,000 urgencias, 3000 partos, 600,000 estudios de laboratorio, entre otros. Tiene una plantilla de 800 personas de diferentes categorías distribuidas en tres turnos. El hospital cuenta con seis procesos estratégicos: urgencias, cirugía, consulta externa, hospitalización (medicina interna), farmacia y servicios auxiliares (radiodiagnóstico y laboratorio clínico). El hospital cuenta con la siguiente infraestructura: 102 camas censables y 28 no censables, los servicios de las especialidades básicas como son: Pediatría, Ginecología y Obstetricia, Medicina Interna con las especialidades de: medicina interna, cardiología y oncología; Cirugía con las siguientes especialidades: oftalmología, otorrinolaringología, traumatología, urología y cirugía general; Urgencias. Este hospital es la cabecera del municipio de Ensenada Baja California en cuanto a servicios médicos por parte del IMSS, y acuden a éste personas provenientes de 10 unidades de medicina familiar

y del hospital rural del municipio cubriendo el 82% de la seguridad social de una población de 389,272 habitantes (SUI, 2003).

En particular para nuestro estudio nos centramos en el piso de medicina interna (Figura 14), ya que es en esta zona donde se encuentran pacientes con enfermedades crónicas. Esta sección cuenta con cinco o seis enfermeras operáticas, una jefa de piso, un médico base y cinco internos en rotación.



**Figura 14.** Plano del piso del área de medicina interna.

### III.2.2 El personal de enfermería

El personal de enfermería tiene la responsabilidad de recibir, mantener, cuidar y ofrecer la atención necesaria a los pacientes, así mismo son las encargadas de reportar continuamente el estado de cada paciente. El plantel de enfermería consta de aproximadamente 40 enfermeras registradas, las cuales son dirigidas por dos o tres jefas de enfermeras. La cantidad de enfermeras por turno depende del número de pacientes registrados y de la naturaleza crítica del área; regularmente se encuentran de cuatro a cinco enfermeras cubriendo un turno de ocho horas por área, siendo responsables de tres o cuatro pacientes cada una.

Una de las actividades más importantes que realizan es el dar seguimiento y cumplir con las indicaciones y tratamientos que son dictados por los médicos especialistas que

tratan el caso de cada paciente, por esto requieren realizar anotaciones sobre los diferentes estados físicos de la evolución que va teniendo el paciente durante su estancia en el hospital, guardar recordatorios sobre estudios de los pacientes, conocer y administrar los medicamentos que requiere aplicar, curaciones y eliminación de material de desecho, etc. Por otra parte, las jefas de enfermería son las encargadas de supervisar la calidad de atención que se proporciona a cada paciente dentro del hospital.

### **III.2.3 Metodología del estudio**

En los últimos años el Departamento de Ciencias de la Computación del CICESE, ha trabajado en el desarrollo de tecnología de cómputo ubicuo para hospitales. El trabajo de investigación incluye estudios de sombra realizados por varios de los integrantes del Laboratorio de Cómputo Colaborativo, así como entrevistas y sesiones de evaluación de las herramientas propuestas. Para este proyecto de tesis se utilizó alguna de la información recabada en los estudios anteriores y además se enriqueció el proceso con breves entrevistas a algunos integrantes del personal de enfermería, así como la observación de sus rutinas de trabajo por medio de fotografías.

#### **Estudios de sombra previos**

Uno de los primeros pasos a seguir fue el analizar los datos provenientes del estudio de sombra realizado anteriormente, el cual tuvo una duración de 196 horas y 46 minutos, observando enfermeras, médicos internos y médicos base. La intención de analizar esta información es encontrar actividades que pudiesen ser apoyadas con pantallas ambientales, así mismo identificar lugares clave en donde podamos colocar los dispositivos.

#### **Entrevistas**

Desde un inicio se tuvo contemplado al control de líquidos como una actividad factible a ser monitoreada, es por ello que se realizaron breves entrevistas con la finalidad de corroborar nuestra percepción y de que se tratara de una actividad importante para el

personal de enfermería, así como para saber si las enfermeras utilizan o han utilizado dispositivos computacionales en apoyo a sus actividades.

Las entrevistas se llevaron a cabo en el área de trabajo del personal de enfermería, se utilizó un protocolo de entrevista y una grabadora para posteriormente transcribir la información y analizarla a mayor detalle. La razón por la cual las entrevistas fueron de breve duración es porque el personal se encuentra en constante movimiento y en constante actividad, entonces se aprovecharon minutos libres para efectuar la conversación.

### III.3 Resultados

En un hospital, los dispositivos y las personas se distribuyen en tiempo y espacio. Por lo tanto, los trabajadores del hospital deben recorrer el hospital con el fin de recolectar la información que necesitan para realizar su trabajo (Bardram y Bossen, 2005). A diferencia de otros procesos, la recopilación de información es una tarea necesaria pero añade dificultad al de por sí ajetreado día de los trabajadores del hospital. Una manera de agilizar este proceso de acopio de información, es el contar con el apoyo tecnológico que permita realizar más rápidamente las actividades.

Una de las secciones de la entrevista efectuada a dos enfermeras y un enfermero, se centraba en la utilización de tecnología computacional por parte del personal de enfermería, a continuación se presentan comentarios realizados por el personal:

*“Me gustaría que hubiera tecnología pero creo que estamos bien atrasados aquí, estamos trabajando con la misma tecnología que teníamos hace 50 años, entonces en realidad no tenemos tecnología. Si me gustaría tener algo que nos ayudara.”*

*“Uno de los programas del hospital es que haya un familiar acompañante para que nos informe, porque no hay la tecnología que nos apoye en ese sentido. Pero hay ocasiones en que los pacientes están como abandonados, no tienen familiares o no pueden venir y se quedan solos, y nosotros no podemos estar al pie de un solo paciente porque son muchos.”*

De los comentarios anteriores podemos recalcar dos situaciones, la primera es el interés con respecto la introducción de la tecnología como apoyo a las tareas propias del personal, y la segunda es que la carencia de dicha tecnología provoca la necesidad de contar con familiares de los pacientes para que reporten cualquier anomalía, ya que no se cuenta con los dispositivos que puedan mantener a las enfermeras al tanto de la situación de sus pacientes, los familiares toman el rol de un sensor, están al pendiente de su paciente y reportan cuando algo sucede, mientras las enfermeras realizan otras de sus responsabilidades.

### III.3.1 ¿Qué monitorear?

Si bien hasta este momento sabemos que estamos ante la posibilidad de utilizar la tecnología como soporte, es necesario encontrar qué monitorear, para ello se han analizado los resultados de investigaciones desarrolladas con anterioridad en el departamento (Moran *et al.*, 07), siendo posible identificar varias de las características que revisa el personal de enfermería como parte del constante monitoreo a sus pacientes. Entre algunas es esas características tenemos:

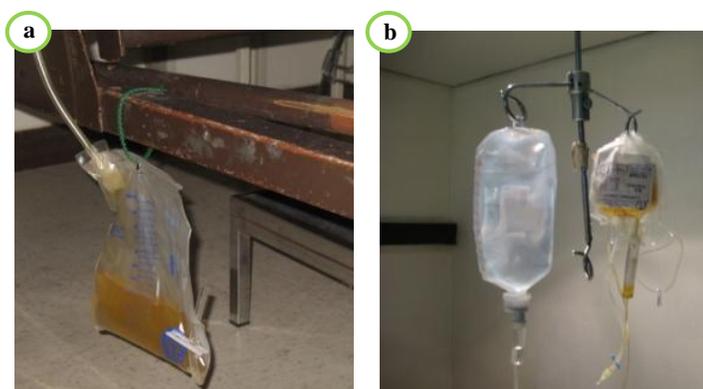
- Los niveles de orina en las bolsas contenedoras.
- Los niveles de suero.
- La sudoración del paciente.
- La coagulación de la sangre para transfusiones.
- El movimiento del paciente en la cama.
- La medicación.
- La temperatura de los pacientes.

De los parámetros anteriormente citados se decidió explorar el control de líquidos para uno de los prototipos, ya que lo consideramos como una de las actividades importantes para el personal de enfermería. Para corroborar esta información en la entrevista se consideró una sección para cuestionar la relevancia de ésta tarea y, entre los comentarios más sobresalientes con relación al control de líquidos tenemos que:

*“Es una actividad muy importante [...] por el control hídrico de la persona, por que padecen enfermedades degenerativas, daño renal o hepático y no tienen una buena eliminación de líquidos y se requiere tener un control de eso”.*

*“En base al control de líquidos puedes saber si está reteniendo, y si está reteniendo pues se complica su padecimiento, igual si está saliendo más orina, aunque casi siempre es más retención”.*

*“Las bolsas de orina también son importantes, en este caso porque tienen un horario de vencimiento a veces son para 8 horas, a veces para 12 horas, 24 y se tiene que controlar”.*



**Figura 15.** Control de líquidos. a) Bolsa contenedora de orina. b) Bolsas de suero.

Por otra parte se eligió al movimiento del paciente para un segundo prototipo. Dentro de los comentarios con respecto a esta característica tenemos el siguiente:

*“Es muy importante saber cuando un paciente está a la orilla de la cama, realiza sus ejercicios, ha caído de la cama, se resbala en el baño o está convulsionándose, realizando movimientos que no son normales de un paciente y que pudieran empeorar la evolución de sus heridas”*

Una vez identificada la relevancia que representan estas actividades, continuamos por el camino de monitorear el control de líquidos, incluyéndose en esta categoría el monitoreo de las bolsas contenedoras de orina y las bolsas de suero (Figura 15), así como el movimiento de los pacientes, brindando soporte a las tareas que implican estos cuidados.

### III.3.2 ¿Lugares donde realizan sus actividades?

El identificar los lugares en donde se reúne el personal de enfermería con mayor frecuencia, nos permite encontrar posibles ubicaciones para nuestros dispositivos, ya que debemos colocarlos en lugares donde las enfermeras realicen actividades para que el contacto sea natural y no forzado. El análisis de las fotos capturadas durante el proceso de seguimiento, así como las notas al respecto, nos permiten identificar tres lugares como principales puntos de encuentro del personal, la central de enfermeras, el almacén y los pasillos.



**Figura 16.** *Espacios de trabajo. a) Central de enfermeras. b) Almacén. c) Pasillos.*

El primer espacio identificado es la central de enfermeras (Figura 16a) lugar donde se realizan notas médicas, además allí se encuentran los medicamentos. En segundo lugar tenemos el almacén (Figura 16b) es el área donde las enfermeras recogen materiales de curación y sueros, además es el espacio donde toman su descanso. Finalmente tenemos a los pasillos (Figura 16c), ya que al tratarse de una zona de transición entre una habitación y otra, puede considerarse como un punto en el cual la compartición de información se presenta con frecuencia. Uno de los comentarios realizados en la entrevista con respecto a la posible ubicación de los dispositivos es la siguiente:

*“Me gustaría que estuviera (el dispositivo) en un área común [...], y que tú pudieras, si estás allí escribiendo, voltear y de vez en cuando echar un ojito, porque no puedes estar vuelta y vuelta y luego escribiendo y hacer notas, se hace más complicado”*

Nos es posible identificar que la ubicación del dispositivo toma un rol importante dentro del diseño de la pantalla ambiental, puesto que si lo colocamos en un lugar de difícil o forzado acceso, entonces la utilización de los displays no sería la misma que si los hubiéramos instalado en un área de tránsito natural, donde el contacto sea voluntario y pleno.

### **III.3.3 Identificación de escenarios de uso**

A continuación se describen brevemente el par de escenarios de uso identificados durante el caso de estudio, el primero corresponde al control de líquidos mientras el segundo al monitoreo del movimiento del paciente.

#### **III.3.3.1 Escenario 1, monitoreo de las bolsas de orina**

Mirna, la enfermera cuyo turno de trabajo acaba de comenzar es informada por Elena de que la Dra. Sánchez, el médico encargado del paciente, ha cambiado la medicación de Manuel para incluirle ciclosporina. Manuel un hombre de 26 años de edad, padece una insuficiencia renal crónica y por ello se le ha realizado un trasplante de riñón. Por lo tanto, para controlar la reacción de Manuel ante el nuevo riñón alojado en su cuerpo, Mirna siguiendo las instrucciones del médico, necesita supervisar (1) la cantidad de orina desechada por el organismo de Manuel, (2) la cantidad de orina en la bolsa contenedora para evitar derrames, (3) mantener el balance de líquidos actualizado.

#### **III.3.3.2 Escenario 2, monitoreo del movimiento del paciente**

Jorge un hombre de 25 años de edad, recientemente fue intervenido quirúrgicamente debido a un padecimiento neurológico. El paciente se encuentra parcialmente inmóvil como resultado de la operación, por lo que el médico a cargo le ha recomendado realizar ejercicios en su cama para recuperar sus capacidades motoras y mejorar la circulación de su sangre. Desde la cirugía Jorge ha estado muy nervioso, presentado inclusive breves ataques epilépticos, tales han sido los movimientos bruscos que ha caído de la cama en varias ocasiones- especialmente durante la noche. Debido a esto, Mirna la enfermera a cargo,

requiere monitorear los movimientos de Jorge para saber: 1) si Jorge está realizando sus ejercicios, 2) si el movimiento abrupto es resultado de un posible ataque de epilepsia o 3) si ha caído de la cama.

### **III.4 Resumen**

En este capítulo se presentó el estudio realizado en el área hospitalaria, en particular se describieron tanto el hospital donde se desarrollo la investigación, como el personal de enfermería. Además logramos identificar al control de líquidos y el movimiento de los pacientes como actividades factibles para ser monitoreadas por nuestras pantallas ambientales. Finalmente se plantearon posibles escenarios de uso para esta tecnología, información que será fundamental para el diseño, implementación y evaluación de cada prototipo.

En el siguiente capítulo se presenta el proceso de diseño de los dos prototipos de pantallas ambientales conceptualizados en este trabajo de investigación, describiendo la tecnología necesaria para su implementación, tanto de hardware como de software. Así mismo detallaremos el funcionamiento y la simbología utilizada en cada caso, entre algunas de las características más representativas.

## Capítulo IV

---

# Diseño e implementación de los prototipos

---

*“La inspiración existe, pero tiene que encontrarte trabajando”*

Pablo Picasso (1881-1973)

### IV.1 Introducción

En este capítulo se presenta el proceso seguido en el diseño e implementación de los dos prototipos de pantallas ambientales planteadas para este trabajo de tesis, el *FlowerBlink* y el *MotionStatue*; para ello hacemos uso de información proveniente del caso de estudio presentado en el capítulo III. La representación y especificación de estos diseños la realizaremos utilizando la notación del lenguaje unificado de modelado (*UML*, por sus siglas en inglés Unified Modeling Language) (Fowler, 2004).

La dinámica a seguir es la siguiente, primero presentaremos el proceso de diseño e implementación del *FlowerBlink*, seguido del proceso de nuestro segundo prototipo, el *MotionStatue*. En las secciones del proceso de diseño se explicará la simbología utilizada, así como el funcionamiento y comportamiento de cada pantalla ambiental, finalizando con una descripción del patrón de diseño utilizado. Posteriormente hablaremos acerca de las herramientas y el lenguaje de programación seleccionados para desarrollar los prototipos.

### IV.2 FlowerBlink

Este es el primer prototipo que conceptualizamos; la idea se basa en un macetero que despliega información tanto general como específica, dando soporte al monitoreo del nivel del líquido en las bolsas contenedoras de orina y suero. En las siguientes secciones

detallaremos los procesos de diseño e implementación realizados para el desarrollo del FlowerBlink.

#### IV.2.1 Proceso de diseño

En el capítulo anterior describimos el caso de estudio llevado a cabo en el hospital, en el cual identificamos factores que nos resultaron interesantes para monitorear con las pantallas ambientales que desarrolláramos. El primer prototipo debía presentar la información relacionada con el nivel de llenado de las bolsas de orina y suero, entonces una vez elegido el parámetro a presentar, se prosiguió con la conceptualización del aspecto físico de nuestro dispositivo, siendo en esta etapa donde la creatividad y la imaginación tomaron un rol importante, ya que el diseñar un dispositivo que sea visualmente atractivo y que logre integrarse de manera natural al entorno del usuario representa un reto.

##### IV.2.1.1 Simbología del dispositivo

FlowerBlink (Figura 17) es un macetero que consta de dos tipos de flores, las que tienen tallo y otras que carecen de éste, el objetivo de estas flores es mostrar información general y específica con respecto al estado de las bolsas de líquidos de los pacientes.



*Figura 17. FlowerBlink.*

### **Flores con tallo**

En el caso de las flores que tienen tallos (Figura 18) éstas nos sirven como señal de alerta, para informar a la enfermera que algo está sucediendo con alguno de sus pacientes, brindando únicamente información general.

Cada pistilo de estas flores se encuentra formado por tres diodos emisores de luz (en lo sucesivo *LED* por sus siglas en inglés, Light-Emitting Diode), los cuales parpadearán para llamar la atención de la enfermera e invitarla a acercarse para recibir información acerca de la ubicación del paciente.



*Figura 18. Flores con tallo, información general.*

El parpadeo es permanente mientras alguno de los pacientes tiene un parámetro fuera de lo permitido, cuando todos se encuentran en sus rangos normales, entonces cesa el parpadeo.

### **Flores sin tallo**

Las flores que se localizan al ras del dispositivo (Figura 19) nos presentan información específica, con relación a cuál es el paciente que ha sufrido un cambio en su información. El FlowerBlink cuenta con nueve de estas flores, mismas que representan mediante una simbología matricial la ubicación del paciente.

Para el diseño de este dispositivo tomamos en cuenta el número de pacientes por habitación, y teniendo conocimiento de que en el hospital cada habitación cuenta con tres camas. En este prototipo se decidió utilizar una representación donde las flores forman una matriz cuadrada de 3 x 3, simbolizando cada columna una habitación y cada renglón una cama; por lo tanto es fácil identificar que este prototipo únicamente brinda soporte a tres de las habitaciones del piso de medicina interna.



*Figura 19. Flores sin tallo, información específica.*

La principal intención de lograr representar la información de forma sencilla es que, a simple vista y sin requerir un esfuerzo por parte del usuario, pueda entenderse la información que le está siendo desplegada. Por ejemplo, si se enciende la luz de la flor con coordenadas (2,3), podrá identificarse que el paciente 3 de la habitación 2 es el que ha presentado un cambio en el estado de su bolsa.

#### **IV.2.1.2 Monitoreo de la información**

El funcionamiento de ésta pantalla ambiental cuenta con el respaldo de un dispositivo para monitorear la información contextual de los pacientes (Figura 20), en este caso el control de líquidos. Para monitorear el estado de las bolsas de orina se ha desarrollado un dispositivo con el cual hacemos el cálculo del peso. Consta de dos piezas de acrílico, las cuales son separadas por un pequeño resorte y un botón, a este dispositivo se encuentra sujeto un nodo sensor que fungirá como transmisor únicamente. Por medio de calibración estimamos la separación que equivale al peso de la orina contenida en la bolsa, y cuando se estima que la bolsa está llena en un 80%, entonces se presiona el botón

enviándose un pequeño pulso al nodo sensor. Una vez realizado este proceso, el transmisor debe encargarse de enviar la información a la estación base. En el momento que la bolsa es reemplazada, el botón vuelve a su posición normal, y entonces puede repetirse el proceso anterior.



*Figura 20. Dispositivo sensor de peso.*

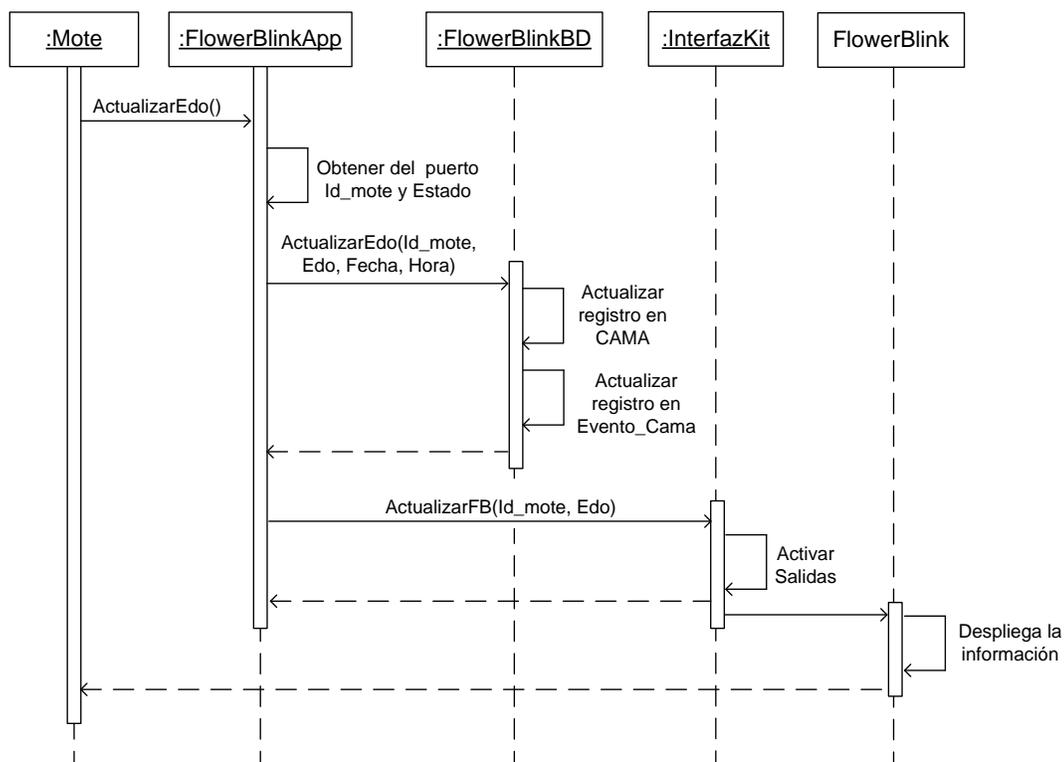
La utilización de los nodos sensores se debe a la facilidad de contar a la mano con varios de estos dispositivos, empleados por el grupo de investigación para proyectos anteriores. Además, al emplear una comunicación inalámbrica evitamos la saturación de las habitaciones con cableado, que podría ser intrusivo para enfermeras y pacientes.

El dispositivo sensor se encuentra diseñado para ser sujetado directamente a la cama del paciente, lugar en el que normalmente se colocan las bolsas de orina con aseguradores de plástico.

#### **IV.2.1.3 Comportamiento (diagramas de secuencia)**

Para modelar el comportamiento del FlowerBlink hacemos uso de la notación del Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés, *Unified Modeling Language*), utilizando los diagramas de secuencia que son representaciones gráficas del flujo de control. Estos diagramas nos permiten identificar mediante una simple notación la interacción entre cada objeto o caso de uso en forma horizontal, y la línea de vida de cada objeto o caso de uso en forma vertical (Fowler, 2004).

Analicemos el comportamiento del caso de uso actualizar estado (Figura 21).



**Figura 21.** Diagrama de secuencia del caso de uso “Actualizar estado”.

La secuencia es la siguiente, el nodo sensor colocado en la bolsa contenedora de orina o suero transmite su información al detectar un cambio en el peso; nuestra aplicación recibe los datos leyendo el puerto USB e identifica de que nodo se trata y cuál es el estado que reporta. Una vez capturada la información se asocia al nodo con la cama en la cual se encuentra instalado y se almacena un registro para dejar constancia del evento ocurrido. Posteriormente son activadas las salidas de voltaje en el InterfazKit, encendiendo o apagando (dependiendo del estado que se haya presentado) los LEDs del FlowerBlink que representen a la cama que presentó una modificación en sus parámetros.

Ahora continuemos con el caso de uso personalizar pantalla (Figura 22). La comunicación en este caso de uso comienza cuando una enfermera se acerca con su tarjeta RFID al FlowerBlink. El lector RFID detecta la cercanía del dispositivo y captura el código

que lo identifica, este número es utilizado por nuestra aplicación para encontrar todas aquellas camas que se encuentren asociadas a ese identificador.

c

*Figura 22. Diagrama de secuencia del caso de uso “Personalizar pantalla”.*

Una vez identificadas las camas y el último estado reportado por los sensores que en ellas se encuentran, se procede a encender o apagar los LEDs del FlowerBlink que representen esos pacientes, siendo desplegada la información en nuestra pantalla ambiental. La idea de este servicio es brindar información únicamente de los pacientes asociados a la tarjeta RFID que porta la enfermera.

#### IV.2.1.4 Patrón de diseño

Al iniciar la fase de diseño de esta pantalla ambiental, se seleccionó el esquema presentado por (Pousman y Stasko, 2006) mostrado en el capítulo II; el cual se enfoca en cuatro parámetros para realizar el diseño de una pantalla ambiental. De acuerdo a las decisiones que tomamos durante esta etapa, nuestros parámetros resultantes son descritos a continuación:

1. **Capacidad de información:** FlowerBlink presenta dos vistas, la primera contiene información general y es desplegada por medio de las flores con tallo, mientras que la segunda vista contiene información específica con respecto al paciente que ha presentado un cambio en su información.
2. **Nivel de notificación:** debido a la naturaleza misma del ambiente hospitalario y al tratarse de una pantalla ambiental, se decidió únicamente informar, es decir hacer visible la información y esperar a que los usuarios noten los cambios en la misma.
3. **Capacidad de representación:** la representación de la información se realizó por medio de luces, siguiendo una representación matricial para la

ubicación de los pacientes, donde columnas son habitaciones y renglones son camas.

4. **Énfasis estético:** con la intención de obtener un dispositivo agradable visualmente y que pudiese ser integrado de manera sencilla al entorno de las enfermeras se eligió el diseño de un macetero que puede considerarse un adorno para la central de enfermeras.

## IV.2.2 Implementación

En esta sección detallaremos el proceso de implementación seguido para el desarrollo de nuestra primera pantalla ambiental, se describe el hardware utilizado para la construcción del dispositivo y la forma en la que interactúa cada uno de estos componentes.

### IV.2.2.1 Los dispositivos

La implementación del prototipo fue realizada utilizando *phidgets* (Phidgets Inc., 2008) como herramientas de desarrollo. Éstos dispositivos tienen el propósito de ser lo suficientemente simples para que los desarrolladores puedan concentrarse en el uso, modificación y recombinación de dispositivos dentro de interfaces físicas de usuario, en lugar de la construcción e implementación de dispositivos a bajo nivel, lo que requiere de mayor cantidad de tiempo, por lo cual nos permitieron agilizar esta etapa por la facilidad de programación que brindan; específicamente en el caso de esta pantalla ambiental se usaron el InterfaceKit 8/8/8 y el RFID (Figura 23).



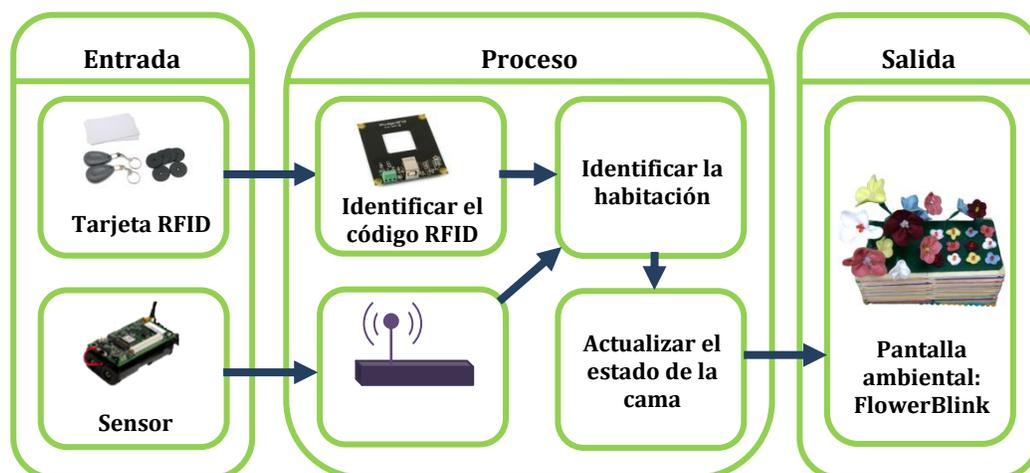
**Figura 23.** Phidgets. a) InterfazKit 8/8/8. b) RFID. c) Los dispositivos en el FlowerBlink.

La decisión de mostrar únicamente información de nueve de las camas del piso de medicina interna, se debe a restricción del hardware, ya que únicamente se cuenta con diez salidas de voltaje. El encendido de las flores sin tallo se hace por medio de las ocho salidas del InterfaceKit 8/8/8 y la restante es tomada de una de dos salidas del lector RFID. La segunda salida del phidget RFID es usada para activar el parpadeo de las flores con tallo. Por lo tanto el no contar con más salidas de voltaje limita en cuanto a la cantidad de pacientes que podemos representar con este equipo.

#### IV.2.2.2 Funcionamiento general

El simplificar los servicios es una constante al momento de desarrollar pantallas ambientales, ya que entre más sencilla sea la interacción entre el usuario y el dispositivo, mayor será la posibilidad de aceptación y adopción. En la Figura 24 se presenta una idea general del funcionamiento del sistema así como la interacción entre sus componentes, misma que será explicada a continuación.

La aplicación espera por dos tipos de entradas, la primera es la señal transmitida por alguno de los sensores en caso de detectarse una variación en la bolsa del paciente, mientras que la segunda es el código de una tarjeta RFID introducido por una enfermera. En el caso del sensor, una vez recibida la señal se procede a identificar cuál es el nodo que realizó la transmisión y qué estado reporta. Una vez identificado el nodo que envía la información, localizamos la habitación con la que está asociado, para entonces actualizar el estado del paciente en nuestra pantalla ambiental, entonces encendemos o apagamos el LED que la represente.



### Identificar el nodo

*Figura 24. Interacción de los componentes del FlowerBlink.*

## IV.3 MotionStatue

MotionStatue (Figura 25) es nuestro segundo prototipo de pantalla ambiental, la idea gira en torno a la representación del movimiento de un paciente mediante el movimiento de una figura que se encuentra colocada en un marco.



*Figura 25. MotionStatue.*

En las siguientes secciones detallaremos los procesos de diseño e implementación realizados para el desarrollo del MotionStatue.

### IV.3.1 Proceso de diseño

De igual manera que con el prototipo anterior, el primer paso fue identificar qué parámetro monitorear, así que basándonos en la información obtenida en el estudio realizado y mostrado en el capítulo anterior, se identificó a la intensidad del movimiento del paciente como un factor interesante para ser monitoreado. Sabiendo qué información desplegar, nuevamente nos enfrentamos a la parte creativa, en la que el aspecto estético y funcional se conjuntaron para simbolizar la información.

#### IV.3.1.1 Simbología del dispositivo

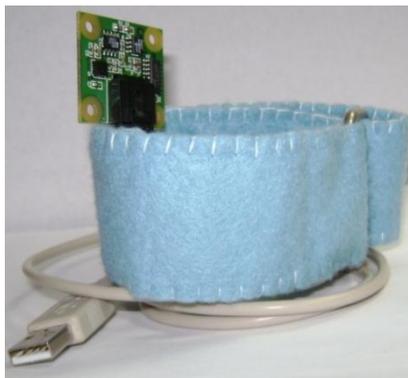
MotionStatue (Figura 26) sigue una analogía sencilla de comprender, ya que en este caso decidimos representar movimiento con movimiento. Entonces, cuando el paciente presente una aceleración considerable en sus movimientos, el MotionStatue comenzará a moverse con una intensidad asociada a la velocidad del paciente. La enfermera visualizará el movimiento de nuestra pantalla ambiental y bajo su criterio considerará si es necesario ir a verificar el estado del paciente.



*Figura 26. MotionStatue en movimiento.*

#### IV.3.1.2 Monitoreo de la información

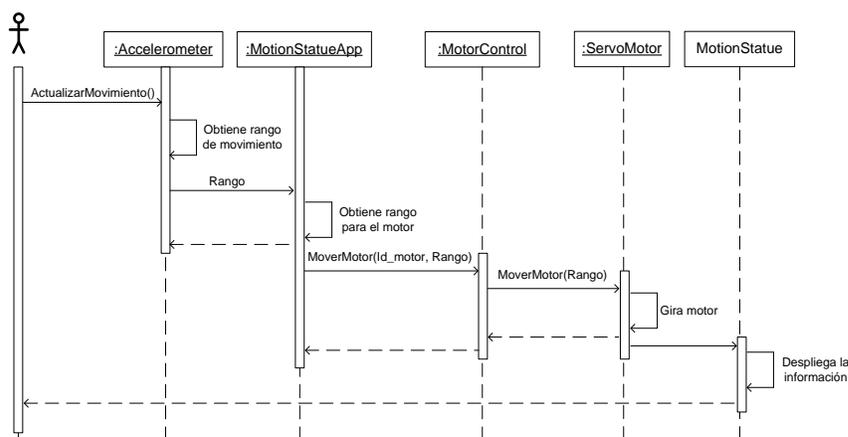
Para la adquisición de la información se diseñó una pequeña pulsera, misma que tiene colocada el paciente al cual deseamos monitorear. La pulsera tiene incrustado un sensor de aceleración, que permite captar los movimientos del paciente. En la Figura 27 podemos apreciar la pulsera y el sensor.



*Figura 27. Dispositivo sensor de movimiento.*

#### IV.3.1.3 Comportamiento (diagramas de secuencia)

Para esta pantalla ambiental el flujo principal comienza cuando el paciente se encuentra en movimiento (Figura 28), es entonces cuando el phidget Accelerometer colocado en la pulsera que porta el paciente, registra el rango de movimiento y lo envía a nuestra aplicación para que realice el movimiento del ServoMotor. Una vez obtenido el rango, el motor se moverá durante dos minutos a una velocidad constante, para que alcance a ser percibido por el personal de enfermería, y que éste tome las medidas necesarias a su consideración.



*Figura 28. Diagrama de secuencia principal.*

#### IV.3.1.4 Patrón de diseño

De igual manera que con el prototipo anterior, se seleccionó el esquema presentado por (Pousman y Stasko, 2006) mostrado en el capítulo II; y de acuerdo a las decisiones que tomamos durante esta etapa, nuestros parámetros resultantes son descritos a continuación:

1. **Capacidad de información:** MotionStatue presenta una única vista, la cual puede tener tres representaciones dependiendo de la intensidad el movimiento del paciente; cuando se presenta un cambio este se despliega

por 2 minutos, con la intención de que los usuarios noten el cambio en la información.

2. **Nivel de notificación:** nuevamente se decidió por el nivel de informar, es decir hacer visible la información y esperar a que los usuarios noten los cambios en la misma, sin interrumpirlos o perturbarlos en las actividades que estén llevando a cabo.
3. **Capacidad de representación:** la representación de la información se realizó por medio de movimiento. El MotionStatue utiliza movimiento para desplegar la información que monitorea del paciente; existiendo una relación paciente-pantalla, teniendo que entre mayor sea el movimiento del paciente, mayor será el movimiento del MotionStatue.
4. **Énfasis estético:** en este caso se continuó con la ideología de desarrollar prototipos que pudiesen ser integrados al entorno hospitalario de manera sencilla y que el personal los viera como un adorno para su espacio de trabajo más que como un dispositivo con poder computacional. El diseño recrea un cuadro para ser colocado en la pared.

### IV.3.2 Implementación

De igual manera que con el prototipo de nuestra pantalla ambiental anterior, en las siguientes secciones detallaremos el hardware utilizado para la implementación del MotionStatue.

#### IV.3.2.1 Los dispositivos

Siguiendo con la métrica de utilizar phidgets para implementar nuestro dispositivo físico, en este caso hicimos uso de tres dispositivos, el 4-ControlMotor, un ServoMotor y el Acelerometer. Los dos primeros permiten ejecutar el movimiento del MotionStatue, mientras el acelerómetro se encuentra en la pulsera transmitiendo los rangos de movimiento detectados.



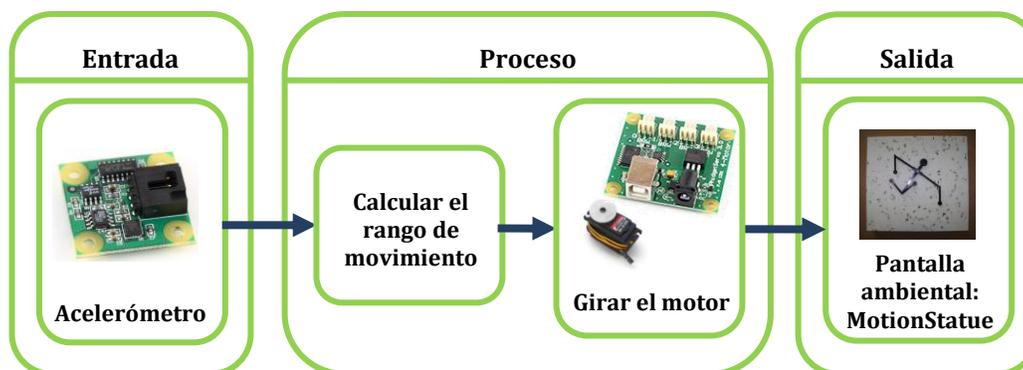
**Figura 29.** Phidgets. a) Acelerómetro. b) ServoMotor. c) 4-MotorControl. d) Los dispositivos en el MotionStatue.

En este caso nos enfrentamos a dos limitantes, la primera proveniente del phidget Accelerometer, ya que este dispositivo requiere mantenerse conectado a una computadora por medio de un cable USB. Entonces al visualizar el dispositivo en el entorno real, necesitaríamos contar con una computadora por cada paciente, pero, ya que el diseño del MotionStatue es individual podría considerarse que únicamente monitorearemos a un paciente que esté bajo una estricta vigilancia, como en el caso de los pacientes que se encuentran en las habitaciones aisladas debido a la gravedad de su estado de salud.

Por otra parte la segunda limitante es del ServoMotor, ya que no puede girar  $360^\circ$ , sino únicamente de 0 a  $232^\circ$ , por lo tanto ese sería nuestro máximo giro permitido.

#### IV.3.2.2 Funcionamiento general

En la Figura 30 podemos apreciar el funcionamiento del MotionStatue. En primer lugar tenemos la entrada de nuestra aplicación, que en este caso proviene del acelerómetro que tiene colocado el paciente, si éste se mueve entonces se calcula el rango de movimiento que presenta, para entonces girar el motor y presentar la información en la pantalla ambiental.



***Figura 30. Interacción de los componentes del MotionStatue.***

El acelerómetro nos arroja valores extremadamente pequeños (de 0 a 2 con cuatro cifras decimales), así tomamos los siguientes rangos:

- 0.0000 a 0.5000 se considera que no hay movimiento significativo, por lo tanto no se mueve el MotionStatue.
- 0.5001 a 1.5000 se toma como un movimiento leve, por lo tanto el motor gira de la posición 100 a la 200.
- 1.5001 a la 2.000 se considera un movimiento brusco o fuerte, entonces movemos el motor de la posición 0 a la 232 que es el máximo permitido.

El movimiento del motor cada vez que se detecta una variación en el paciente, tiene una duración de 2 minutos, considerando ser el necesario para que la enfermera lo perciba.

### **IV.3.3 Entorno de programación**

La elección del lenguaje de programación se basó en la necesidad de elegir aquel entorno que permitiera añadir las librerías necesarias para establecer comunicación con los phidgets, posibilitando su manipulación sin aumentar complicaciones. Es por ello que se eligió el lenguaje Visual Basic .NET para el desarrollo de la aplicación.

Algunas de las características que fueron tomadas en cuenta para la elección de este lenguaje de programación son las siguientes:

- Posibilidades de desarrollo para dispositivos móviles.
- Lenguaje de programación visual para MS-Windows con ambiente integrado de desarrollo.
- Soporte para programación multi-hilos

- Manuales y amplia gama de ejemplos.

Para lograr que el entorno de programación reconozca los phidgets es necesario agregar la librería Phidget 21 MSI, proporcionada por el distribuidor (Phidgets, 2007). Una vez agregada el entorno permite la manipulación de los dispositivos haciendo visibles todas las propiedades de cada phidget.

#### **IV.4 Resumen**

A lo largo de este capítulo pudimos observar el proceso de diseño de ambas pantallas ambientales, FlowerBlink y MotionStatue. Presentando aspectos tales como la forma en la que obtenemos la información de los pacientes y la manera como la representamos en nuestras pantallas. Así mismo explicamos el funcionamiento de los prototipos mediante diagramas de secuencia y de comunicación de los componentes de cada pantalla ambiental. Presentamos los phidgets utilizados para la implementación de los prototipos y los motivos por los cuales seleccionamos Visual Basic .NET como lenguaje de programación.

En el siguiente capítulo explicaremos la evaluación de nuestros dos prototipos, se describe el diseño del experimento y serán presentados los resultados obtenidos, mismos que nos servirán para dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas en el primer capítulo de ésta tesis.

## Capítulo V

---

### Evaluación y resultados

---

“Si bien buscas, encontrarás”

Platón (427a.C.-347a.C.)

#### V.1 Introducción

En este capítulo analizaremos la evaluación realizada a nuestros prototipos, *FlowerBlink* y *MotionStatue*. El objetivo es obtener información que nos permita hacer afirmaciones con respecto a nuestros diseños, por lo que evaluaremos la percepción de utilidad y de facilidad de uso por parte del personal de enfermería con respecto a las pantallas ambientales propuestas, por medio de un cuestionario y entrevistas.

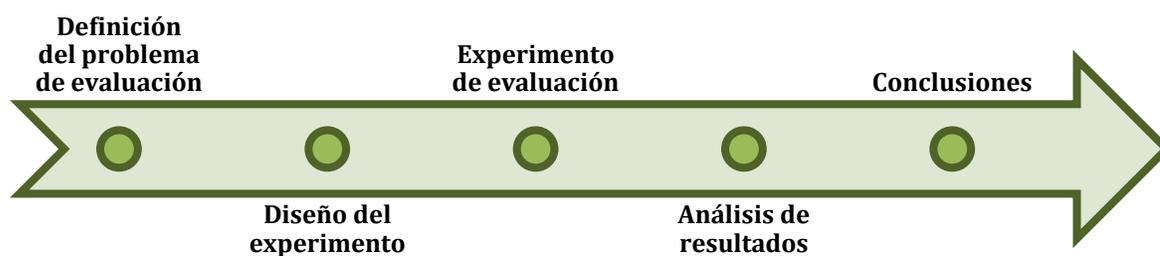
En primer lugar describimos la metodología utilizada para la realización de esta evaluación, para posteriormente mostrar el proceso de diseño del experimento y la realización del mismo y finalmente, presentar los resultados obtenidos de la evaluación, mismos que servirán para realizar una discusión al finalizar este capítulo.

#### V.2 Metodología de evaluación

La metodología de evaluación utilizada para esta evaluación es la propuesta por (Córdova, 2006), la cual consta de cinco etapas, mismas que pueden identificarse en la Figura 31.

- **Definición del problema:** esta fase consiste en la identificación y delimitación del problema a evaluar en el experimento.

- **Diseño del experimento:** esta sección consiste en la elección de la forma en que se realizaría el experimento. En primer lugar se establecieron las preguntas de investigación que permitirán obtener la percepción de los informantes (el personal hospitalario), además definimos los factores a evaluar del experimento. Posteriormente, procedimos a diseñar la configuración del área de experimentación, así como seleccionar el tamaño de la muestra. Finalmente se identifican las actividades a realizar, los escenarios y el cuestionario de evaluación.
- **Experimento de evaluación:** en esta etapa se efectuaron las actividades del experimento siguiendo los lineamientos planteados en la fase anterior, con la finalidad de obtener la información necesaria para obtener la percepción de los sujetos a la utilidad de las pantallas ambientales.
- **Análisis de resultados:** consistió primeramente en un análisis de los comentarios provenientes de las entrevistas realizadas, para finalmente contrastar estos resultados obtenidos, con los que se recolectaron a partir del cuestionario de evaluación
- **Conclusiones:** por último, basándonos en los resultados obtenidos del experimento, nos fue posible hacer aseveraciones con respecto a la utilización de pantallas ambientales como apoyo al trabajo hospitalario.



*Figura 31. Metodología de evaluación*

Habiendo definido la metodología seguida para el desarrollo de la evaluación, en las siguientes secciones detallaremos cada una de las fases en las consistió la evaluación para nuestros prototipos, FlowerBlink y MotionStatue.

### **V.3 Definición del problema**

Recapitulando, se ha identificado que varias de las actividades realizadas por el personal de enfermería requieren rondas constantes para brindar atención al paciente. En este trabajo de tesis se han desarrollado dos prototipos de pantallas ambientales, FlowerBlink y MotionStatue, mismos que permiten el monitoreo del nivel de llenado de las bolsas contenedoras de orina y el movimiento del paciente, respectivamente. En esta evaluación se exploran los beneficios en la utilización de esta tecnología como apoyo en las actividades propias del personal de enfermería. Para ello es necesario obtener información significativa con respecto a la percepción de utilidad y facilidad de uso por parte del personal hospitalario.

Una vez identificado el problema, continuaremos con la descripción del diseño del experimento de evaluación.

### **V.4 Diseño del experimento**

En esta sección detallaremos el proceso de diseño del experimento de evaluación. Inicialmente plantearemos las preguntas de investigación, mismas que serán respondidas con la información resultante de esta evaluación. En seguida listaremos los factores a evaluar con el experimento. Posteriormente pormenorizaremos la forma en que se llevó a cabo el experimento, detallando la configuración de los dispositivos y el área de experimentación, así como el tamaño de la muestra. Finalmente describiremos las actividades a realizar, los escenarios y el cuestionario de evaluación.

#### **V.4.1 Preguntas de investigación**

Las preguntas de investigación a responder mediante esta evaluación son las siguientes:

- ¿Cuál es la percepción del personal hospitalario respecto a la utilidad de las pantallas ambientales en su entorno de trabajo?

- ¿Cuál es la percepción del personal hospitalario respecto a la facilidad de uso de las pantallas ambientales propuestas?
- ¿En qué medida el personal hospitalario tendría la intención de utilizar una tecnología como las pantallas ambientales para dar soporte a sus actividades?

#### **V.4.2 Factores a evaluar**

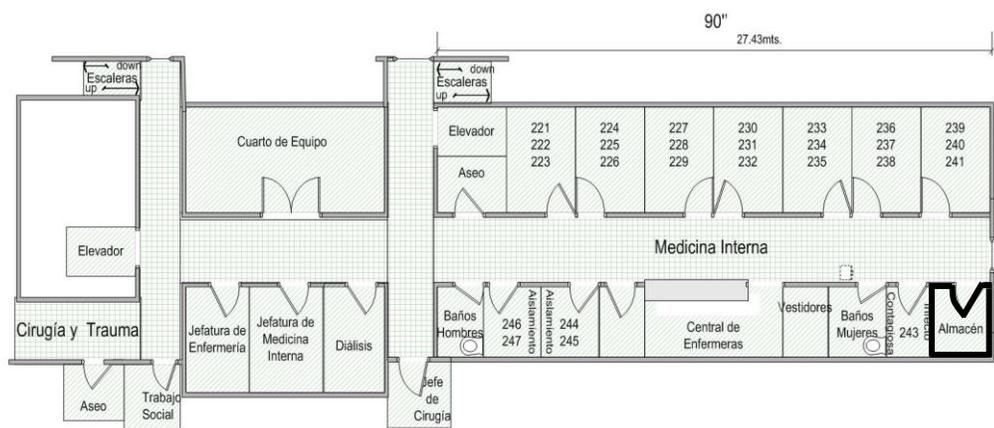
Las variables de evaluación consideradas para la realización de este experimento, son presentadas a continuación:

- Percepción de utilidad de las pantallas ambientales por parte del personal hospitalario.
- Percepción de facilidad de uso de las pantallas ambientales por parte del personal hospitalario.
- Intención de utilizar las pantallas ambientales por parte del personal hospitalario.

Estas variables se encuentran relacionadas con el sentir de los evaluadores, por lo que tomaremos en cuenta la opinión y los comentarios de los informantes, además nos apoyaremos en un cuestionario de evaluación para obtener retroalimentación.

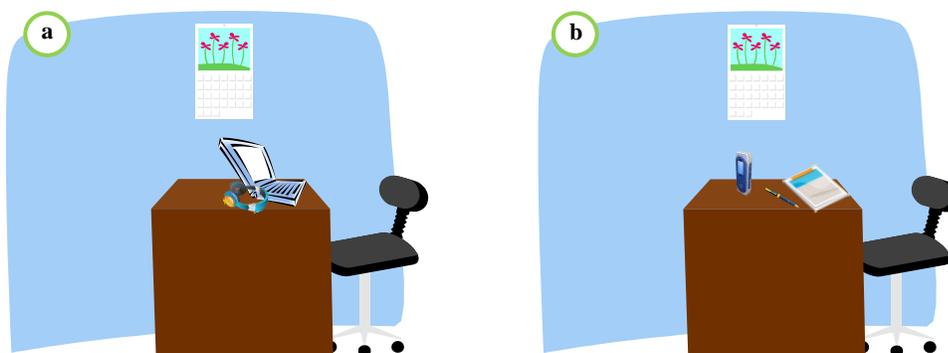
#### **V.4.3 Configuración de dispositivos y área de experimentación**

Las actividades se llevaron a cabo en el almacén del área de medicina interna (Figura 32), por ser un lugar en el cual no se obstruirían las actividades del personal de enfermería restante. Cabe señalarse que por la naturaleza misma del trabajo hospitalario, fue necesario realizar el experimento de manera individual y sobre lapsos de tiempo libre de cada enfermera, contando con la plena disposición del personal.



**Figura 32.** Ubicación de la realización del experimento.

El almacén fue preparado con una computadora en la cual se les presentó el video descriptivo (Apéndice A,) de ambos prototipos de pantalla ambiental, se utilizaron audífonos para evitar contaminar el ambiente con el sonido de la presentación. Usamos cámara y grabadora de sonido para recolectar las imágenes y los comentarios obtenidos durante la realización del experimento.



**Figura 33.** Configuración de los dispositivos. a) Visualización de los prototipos. b) Aplicación del cuestionario de salida.

#### V.4.4 Descripción de los participantes

Para la realización de esta evaluación se contó con la colaboración del personal de enfermería del Hospital General de Zona IV (H.G.Z IV No.8) en Ensenada, B.C. Participaron en total 10 miembros del piso de medicina interna (ver Tabla I),

específicamente 8 enfermeras y 2 enfermeros, con un rango de edad de 24 a más de 45 años, de los cuales el 60% cuenta con más de 10 años de experiencia en el trabajo hospitalario.

**Tabla I.** Descripción de los participantes.

No. Participante	Edad	Género	Años de experiencia
1	Más de 45	Femenino	Más de 10
2	Más de 45	Femenino	Más de 10
3	Más de 45	Femenino	Más de 10
4	Entre 35-45	Femenino	Más de 10
5	Entre 35-45	Masculino	Más de 10
6	Entre 35-45	Femenino	Más de 10
7	Entre 35-45	Femenino	Más de 10
8	Entre 35-45	Masculino	Entre 5-10
9	Entre 25-34	Femenino	Entre 0-2
10	Menos de 25	Femenino	Entre 0-2

Cada uno de los participantes visualizó el video y contestó el cuestionario de evaluación. En el caso de las entrevistas se contó con la ayuda de 2 enfermeras y 1 enfermero quienes nos permitieron obtener con mayor detalle sus impresiones sobre los prototipos presentados.

#### V.4.5 Secuencia de las actividades

En esta sección detallaremos el orden en que se realizaron las actividades propuestas para esta evaluación (Figura 34).

En primer lugar se explicó brevemente el objetivo del proyecto, así mismo se puntualizó en la forma en que se llevaría a cabo la evaluación. Posteriormente se proyectó

el video en el cual se muestran los dos escenarios de aplicación para los prototipos de pantallas ambientales propuestos.



*Figura 34. Actividades del experimento*

En primera instancia explicando el funcionamiento del FlowerBlink, seguido de la demostración del MotionStatue. La duración el video es de 4 minutos con 23 segundos, por lo que se solicitó a cada participante un tiempo máximo de 15 minutos. Los escenarios presentados en el video fueron obtenidos como resultado del caso de estudio mostrado en el capítulo III.

Una vez concluida la visualización de los escenarios por parte de la enfermera, se procedió a la aplicación de un cuestionario (Apéndice B), en el cual se obtuvo información con respecto a la percepción de utilidad de los prototipos dentro de su ambiente de trabajo, así como la percepción de facilidad de uso de los mismos.

Para enriquecer la demostración se presentaron ambos prototipos, permitiendo al personal de enfermería que participó en la evaluación el contacto con los dispositivos anteriormente descritos, aumentando de esta forma los argumentos del personal con respecto a nuestros prototipos. Además, con la intención de obtener retroalimentación posterior a la aplicación del experimento, se procedió a la realización de una breve entrevista a tres de los participantes.

## V.4.6 Escenarios de evaluación

En esta sección detallaremos el contenido de los escenarios presentados al personal de enfermería durante la evaluación. Los videos fueron realizados en el área nueva del Hospital General de Zona IV, con estudiantes como actores.

### V.4.6.1 Video 1, FlowerBlink

Regresemos al escenario presentado en el capítulo III; Mirna, la enfermera cuyo turno de trabajo acaba de comenzar es informada por Elena que la Dra. Sánchez, la médico encargado del paciente, ha cambiado la medicación de Manuel para incluirle ciclosporina. Manuel un hombre de 26 años de edad, padece una insuficiencia renal crónica y por ello se le ha realizado un trasplante de riñón. Por lo tanto, para controlar la reacción de Manuel ante el nuevo riñón, Mirna siguiendo las instrucciones del médico, necesita supervisar (1) la cantidad de orina desechada por el organismo de Manuel, (2) la cantidad de orina en la bolsa contenedora para evitar derrames, (3) mantener el balance de líquidos actualizado.

Elena está utilizando el FlowerBlink para supervisar la cantidad de orina desechada por su paciente (Figura 35). Mientras Elena discute con Mirna la evolución de Manuel las luces en las flores de emergencia del FlowerBlink comienzan a parpadear, indicando que la bolsa de orina está a punto de llenarse.

Elena se aproxima al FlowerBlink y se da cuenta de que la luz que representa la ubicación del paciente muestra que se trata de Manuel. Entonces Mirna se dirige al almacén y toma los materiales necesarios para reemplazar la bolsa de orina.

Una vez realizado el cambio de bolsa, Mirna actualiza las notas médicas acerca de la evolución de Manuel. Un par de horas después discute con la Dra. Sánchez lo sucedido con el paciente. Revisan las notas médicas y la Dra. Sánchez decide cambiar la medicación de Manuel para prevenir cualquier daño al nuevo riñón.



*Figura 35. FlowerBlink en la Central de Enfermeras.*

#### V.4.6.2 Video 2, MotionStatue

Jorge un hombre de 25 años de edad, recientemente fue intervenido quirúrgicamente debido a un padecimiento neurológico. El paciente se encuentra parcialmente inmóvil como resultado de la operación, por lo que el médico a cargo le ha recomendado realizar ejercicios en su cama para recuperar sus capacidades motoras y mejorar la circulación de su sangre. Desde la cirugía Jorge ha estado muy nervioso, presentado inclusive breves ataques epilépticos, tales han sido los movimientos bruscos que ha caído de la cama en varias ocasiones- especialmente durante la noche. Debido a esto, Mirna la enfermera a cargo, requiere monitorear los movimientos de Jorge para saber: 1) si Jorge está realizando sus ejercicios, 2) si el movimiento abrupto es resultado de un posible ataque de epilepsia o 3) si ha caído de la cama.

Mirna utiliza el MotionStatue para representar a Jorge y lo coloca en la central de enfermeras (Figura 36). Después, mientras Mirna conversa con Elena acerca del estado de Jorge, este realiza los ejercicios que le fueron indicados por el médico. El MotionStatue comienza a moverse y Elena nota la oscilación e informa a Mirna sobre lo sucedido. Mirna observa el MotionStatue y por la velocidad con la que se mueve, asocia el movimiento con

la realización de los ejercicios de Jorge, por ello toma nota del evento para que quede registrado en el expediente.

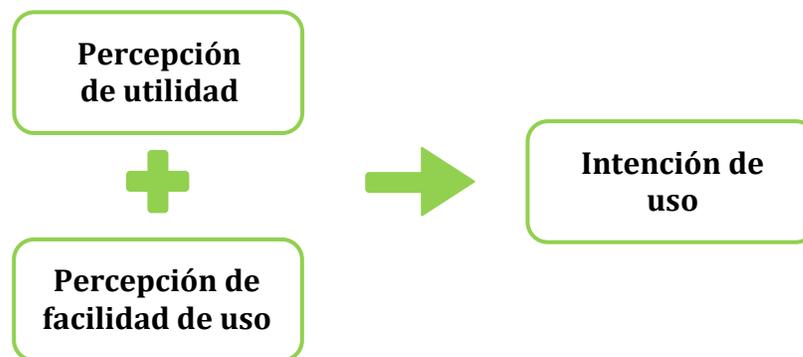


**Figura 36.** *MotionStatue en la Central de Enfermeras.*

Mirna continúa con algunas de sus actividades dentro de la central de enfermeras y entre tanto Jorge sufre un ataque de epilepsia. Mirna se encuentra acomodando el material de curación cuando se percató del movimiento del MotionStatue, el cual oscila a rápida velocidad. Mirna intuye que algo anda mal con su paciente, así que toma el medicamento adecuado para controlar el ataque de Jorge y acude en su ayuda.

#### **V.4.7 Entrevista y cuestionario de evaluación**

Para obtener retroalimentación se elaboró un protocolo de entrevista (Apéndice B), mismo que nos sirvió para recolectar las impresiones de manera abierta. Además para recopilar información cuantitativa fue necesario realizar un cuestionario de salida basado en el modelo TAM (por sus siglas en inglés, *Technology Acceptance Model*) propuesto por (Davis, 1989). Este modelo establece que la percepción de utilidad y facilidad de uso determinan la intención que tiene el individuo de utilizar la tecnología propuesta (Figura 37). El cuestionario fue aplicado al culminar la visualización del video demostrativo.



*Figura 37. Modelo de aceptación de la tecnología.*

Las preguntas son medidas utilizando la escala Likert de 7 niveles (Likert, 1932), en el cual “1” representa estar completamente en desacuerdo y “7” completamente de acuerdo (ver Tabla II). También se incluyeron preguntas abiertas con la intención de enriquecer la comunicación con los evaluadores, permitiéndoles expresar libremente sus opiniones con respecto a los prototipos presentados.

*Tabla II. Escala de preferencias.*

1	2	3	4	5	6	7
Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ligeramente en desacuerdo	Neutral	Ligeramente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo

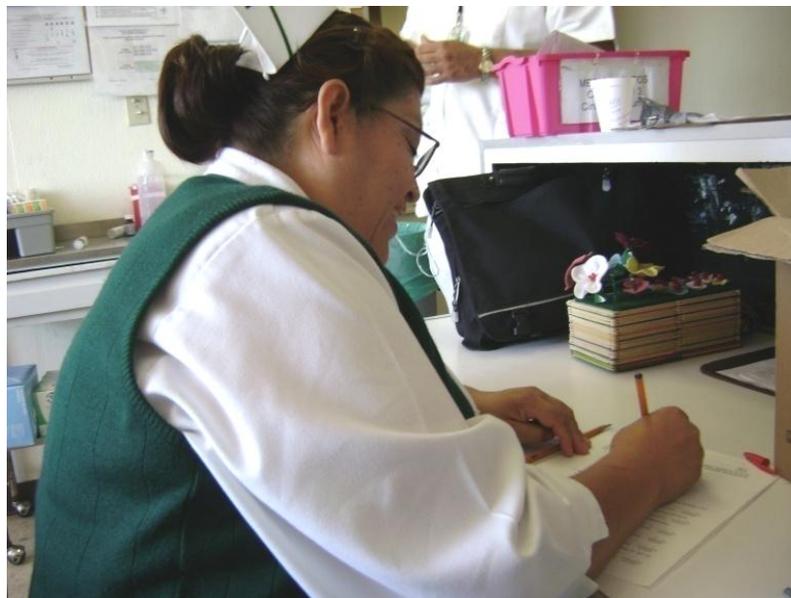
## V.5 Experimento de evaluación

En esta sección se describirán brevemente las sesiones de evaluación realizadas, discutimos también las limitantes de los experimentos.

### V.5.1 Aplicación del experimento

El experimento con los informantes se realizó de forma individual debido a la carga de trabajo del personal de enfermería, es por ello que se efectuaron trece sesiones. Las primeras diez se llevaron a cabo el día 23 de septiembre, en éstas se presentó el video con los escenarios de utilización para ambos prototipos de pantallas ambientales,

posteriormente se aclararon algunas dudas y finalmente se aplicó el cuestionario de evaluación.



*Figura 38. Participante contestando el cuestionario.*

Finalmente, el día 26 de septiembre se pidió nuevamente la participación de tres miembros del personal de enfermería, a los cuales se les efectuó una breve entrevista. La idea que seguíamos en esta fase de la evaluación era ampliar los argumentos que nos permitieran entender a mayor profundidad lo expresado en las encuestas.

### **V.5.2 Limitantes del experimento**

En un principio se consideró implantar los prototipos en el ambiente hospitalario, dejándolos un periodo de prueba para permitir que el personal interactuara con ellos de manera más directa; pero la principal razón por la cual no se llevó a cabo de esta manera el experimento fueron las características propias del trabajo hospitalario. Decidiéndose así, presentar un par de escenarios en los cuales esta tecnología y en particular los prototipos implementados pudiesen apoyarles en sus actividades diarias.

## V.6 Análisis de resultados

Al momento de realizar la evaluación, pretendíamos obtener información no solamente con respecto a la percepción de utilidad y facilidad de uso, sino que también nos interesaba comprobar si las decisiones que tomamos durante la fase de diseño fueron las correctas. Intentamos pues corroborar nuestros lineamientos de diseño, así como cerciorarnos de si la información que decidimos monitorear en realidad es útil para el personal hospitalario. Además nos era necesario comprobar si los medios que utilizamos para representar y desplegar la información fueron comprendidos por el personal de enfermería.

En las siguientes secciones describiremos la información que recolectamos durante el experimento y con ella podremos discutir el resultado de nuestra investigación.

### V.6.1 Evaluación de la percepción de utilidad y facilidad de uso

Obtuvimos información con base en un cuestionario de evaluación (Apéndice B) con respecto a la percepción de 10 informantes acerca de los factores de aceptación, tales como la facilidad de uso y utilidad. El cuestionario está compuesto por quince preguntas, de las cuales nueve van dirigidas a obtener la percepción de utilidad, mientras que cinco evalúan la percepción de facilidad de uso. La restante, nos permite corroborar la intención de uso por parte del personal de enfermería.

**Tabla III.** Resultados de la percepción de los participantes.

Percepción	Promedio	Desviación estándar
<b>Utilidad</b>	<b>6.50</b>	<b>0.10</b>
<b>Facilidad de uso</b>	<b>6.52</b>	<b>0.18</b>

En la Tabla III podemos apreciar los datos obtenidos del cuestionario, donde la percepción de utilidad obtuvo un promedio de 6.5 con una desviación estándar de 0.10,

mientras que la percepción de facilidad de uso alcanzó un promedio de 6.52 con una desviación estándar de 0.18. Estos valores, que provienen de una escala de preferencia que va del 1 al 7, son altos, lo que nos indica que el personal de enfermería considera que nuestros prototipos *FlowerBlink* y *MotionStatue* pueden servirles de apoyo para realizar algunas de sus actividades y, que el hacer uso de ellos no les causaría mayor problema pues les parecen fáciles de manejar.

Las enfermeras comentaron que nuestros prototipos podrían serles de utilidad en sus actividades, ya que consideran que al contar con estos dispositivos el beneficio se vería reflejado en tiempo, es decir ahorraría tiempo para tomar decisiones. Al darse cuenta de que algo ha sucedido, entonces puede determinar en ese momento qué debe hacer, pedir la colaboración de un compañero, preparar algún medicamento, tomar cierto material de curación, etc., para posteriormente ir directamente con su paciente a brindarle ayuda. Al respecto uno de los participantes comentó:

*“Creo que pueden ayudarme, por ejemplo en el caso del dispositivo que monitorea el movimiento, si yo me doy cuenta de que algo está sucediendo con mi paciente, no tengo que ir a ver de qué se trata y regresar para obtener ayuda. Así podría llevarme a algún enfermero o camillero para que me auxilie con el paciente, me ahorraría tiempo.”*

Por otra parte, uno de los enfermeros coincidió con este punto, haciendo notar además que el utilizar estos prototipos puede ayudarle para evitar derrames e infecciones:

*“En el caso del florero (FlowerBlink), puede ayudarme a evitar infecciones, por que en ocasiones cuando la bolsa de orina se llena, el líquido se regresa y eso es malo. Además los derrames también son un foco de infección, si se moja la cama y no te das cuenta. Con el otro (MotionStatue) podría darme cuenta si el paciente cayó de la cama e irme a ayudarlo.”*

Asimismo otra de las enfermeras encuentra útiles los prototipos puesto que señala la posibilidad de realizar otras actividades mientras continúa al tanto del estado de sus pacientes, comentándonos lo siguiente:

*“Creo que nos pueden ayudar porque a veces necesitamos hacer cosas en la central de enfermeras y no estamos tan al pendiente de nuestros pacientes, entonces si se cuenta con aparatos que te mantengan al tanto pues que mejor.”*

Podemos observar que los participantes lograron identificar formas en las que el *MotionStatue* y el *FlowerBlink* podrían serles de utilidad en sus actividades, coincidiendo entonces con el resultado obtenido de los cuestionarios de salida con respecto a su percepción de utilidad. Por otro lado, las enfermeras participantes expresaron que les resulta cómodo que no se requiera la captura constante de datos para que funcionen los dispositivos, ya que debido a la cantidad de tareas que realizan, agregar una más no le resulta atractivo, haciéndonos notar que entiende que únicamente recibiría información y decidiría que acción tomar.

*“No creo que haya problema al usar estos dispositivos, porque nada más están allí, mostrando la información, no necesitan que uno les este metiendo datos, eso me parece muy práctico.”*

Coincidiendo con el punto anterior, otro de los participantes nos comenta que considera atractivo el que mientras realiza otras de sus responsabilidades pueda obtener la información de nuestros prototipos, sin necesitar el dejar de lado la actividad y continuar al pendiente de sus pacientes. Al respecto nos comentó:

*“Son prácticos, porque nosotros podemos concentrarnos en hacer nuestras notas y ellos nada mas te avisan que algo pasó. Creo que es fácil entender la información que está representada”*

Por otra parte, una de las enfermeras participantes nos hace saber su necesidad de utilizar los prototipos durante un lapso de tiempo, para así acoplarse al funcionamiento de los mismos, por ejemplo en el caso del *MotionStatue* identificar los niveles de movimiento y saber a qué cantidad de movimiento asociarlos. Su comentario es el siguiente:

*“Creo que necesitaría usarlos un tiempo para poder saber lo que me dicen... como en el caso del movimiento saber cuánto movimiento del monito representa que algo malo pasa. Me parece un tanto más sencillo el florero, porque es una representación más estable, sabes que es una cama y una habitación.”*

Nuevamente los comentarios que nos hicieron los participantes son consistentes con los resultados obtenidos en el cuestionario, donde tanto los niveles de la percepción de utilidad y de facilidad de uso son favorables para nuestros prototipos. Estos dos factores en conjunto nos permiten tener una idea de la intención de uso, pero para reforzar esta información tanto en la entrevista como en el cuestionario se preguntó explícitamente si estarían dispuestos a utilizar nuestros dispositivos.

La pregunta del cuestionario que trataba de la intención de uso, obtuvo en promedio 6.4 en la escala del 1 al 7, por lo que se considera que los participantes están notablemente de acuerdo en usar nuestros prototipos. Con respecto a este punto una de las participantes nos hizo notar que estaría dispuesta a usar nuestros prototipos y probar durante un tiempo el beneficio que obtendría de ellos, así dependiendo de los resultados considerará si continuar usándolos o dejarlos porque no le son de utilidad. Su comentario al respecto es el siguiente:

*“Pues si los trajeran, si notara que me ayudan entonces si los usaría. Todo es cuestión de ver en la práctica que tanto te sirven o no.”* [Participante3]

Una vez discutidos los resultados obtenidos de los cuestionarios y las entrevistas finalizamos esta sección concluyendo que los prototipos consiguieron un alto nivel de percepción de aceptación por parte de nuestros participantes.

## **V.6.2 Evaluación de nuestras decisiones de diseño**

Ahora discutamos la medida en que las elecciones que hicimos durante nuestra etapa de diseño fueron correctas. En primer lugar verificaremos si la forma en que desplegamos la información es adecuada y entendible, para posteriormente cerciorarnos de si pudiesen distraer al personal hospitalario. Después discutiremos acerca de la estética de

los dispositivos y su ubicación, para finalizar con las propuestas de mejoras realizadas por los participantes de la evaluación.

#### V.6.2.1 Representación de la información

Una de las decisiones que tomamos al momento de diseñar nuestros prototipos fue cómo desplegar la información, teníamos varias opciones entre ellas, luz, sonido, movimiento, color, etc. En el caso del *FlowerBlink* optamos por la luz, mientras que para el *MotionStatue* lo hicimos por el movimiento. Ahora al entrevistar a nuestros participantes, nos interesaba saber si la luz les parecía una forma adecuada de representar la información.

Las enfermeras consideraron que el uso de la luz y el sonido son adecuados, uno de los participantes lo asoció con un dispositivo que anteriormente operaba en el hospital, el cual utilizaba luz para representar información. Al respecto comentó:

*“Me parece bien, sabes, de hecho aquí antes usábamos luces, afuera de cada habitación teníamos tres focos de diferentes colores, cuando el paciente presionaba un botón se encendía la luz y nosotros podíamos verla por el pasillo. El color se asociaba con la cama. Ahorita ya no sirve ese sistema, pero el florero vendría siendo algo parecido y me gusta la idea.”*

Por su parte otro de los participantes coincide con este punto haciéndonos notar que al utilizar el movimiento y la luz no se interrumpirían sus actividades pues no les resultaría molesto:

*“Luces y movimiento está bien, porque no perturban ni te bloquean como para interrumpir lo que estás haciendo en ese momento.”*

Podemos darnos cuenta que al notar que al utilizar la pantalla ambiental no se verían obstruidas sus actividades, nos vemos beneficiados ya éste es un factor importante a considerar al momento de diseñar una pantalla ambiental.

El siguiente paso es saber si al momento en que se despliega la información en el *FlowerBlink* y el *MotionStatue* el usuario considera que es perceptible fácilmente. Al

respecto una de las enfermeras considera que el tamaño de los LEDs influye en que se note que un cambio se ha presentado en la información, aspecto que se tomó en cuenta al momento de la implementación, ya que la central de enfermeras es un lugar iluminado. Su comentario es el siguiente:

*“Sí los foquitos del florero están de buen tamaño así que sí se nota cuando encienden. Además esta sencilla la forma de identificar la cama del paciente al que debo dirigirme. En el caso del movimiento pues como que notas más rápido que algo cercano a ti se mueve”*

Otro de los participantes coincidió con éste punto haciendo notar además que el dispositivo necesita ubicarse en un lugar fácilmente accesible a la vista, aspecto por el cual se decidió colocar en el mostrador de la central de enfermeras. Colocarse en un lugar de fácil acceso nos permite que la información pueda observarse cómodamente.

*“Pienso que si se nota, si lo ponemos en un lugar que quede a la vista no creo que haya problema.”*

En ambos casos consideran que la información es percibida fácilmente. Ahora podemos contrastar nuestra decisión de usar luz y movimiento con la de utilizar sonido, misma que en algún momento se encontró dentro de nuestras posibles opciones. Al respecto las enfermeras consideraron que la utilización de sonido para una pantalla ambiental pensada para el hospital no sería adecuada, esto dadas las características del ambiente hospitalario. A continuación se presenta uno de los comentarios:

*“No me gustaría usar sonido, por el simple hecho de que el hospital es un lugar donde debe guardarse silencio por respeto a los pacientes.”*

En relación al mismo punto, una de las enfermeras participantes coincide en que el sonido puede resultar incómodo para los pacientes, los cuales se encuentran en reposo:

*“No estoy de acuerdo, porque no debe haber mucho ruido en el hospital, imagínatelo sonando y el paciente durmiendo como que sería incómodo.”*

Nuevamente las enfermeras participantes concuerdan en sus opiniones, ambas consideran que utilizar sonido en el hospital podría resultar molesto para los pacientes.

#### V.6.2.2 Sutil o distractor

Uno de los aspectos más importantes al momento de desarrollar una pantalla ambiental es cuidar la sutileza de la misma, es decir que muestre la información pero que al hacerlo no distraiga a los usuarios ni los obligue a prestarle atención al dispositivo. En nuestro caso, ambos prototipos fueron diseñados cuidando el no utilizar factores que pudiesen perturbar al personal de enfermería. Al respecto las enfermeras consideraron que los prototipos presentados no les resultarían distractores, ya que sólo se encenderían o se moverían cuando la información cambie. Una de las enfermeras comentó:

*“No creo que nos distraigan, fíjate, si tuvieran sonido creo que sí. Pero así como me los mostraste no. Te muestra la información y nada más. Además solamente encendería cuando algo sucede, mientras serían como un adorno.”*

Es posible notar que la enfermera asoció la posible distracción con la utilización de sonido como forma de representar la información, de igual manera otro de nuestros participantes coincidió con ese punto, comentando lo siguiente:

*“No creo que me distraigan; así nomás con luz no creo, pero si tuvieran sonido como que tal vez podrían ser enfadosos. El de movimiento pues nada más ves que se mueve pero no hace ruido así que no creo que te distraigan.”*

En este caso podemos apreciar que los participantes coincidieron en su opinión. Resulta notable que en ambos casos enlacen su respuesta a la opción de usar sonido, entonces el sonido es identificado como un posible factor distractor, y tomando en cuenta que nuestros prototipos no usan sonido, consideran que no les resultaría perturbador.

### V.6.2.3 Estética

Al momento de conceptualizar el diseño de una pantalla ambiental, la estética toma uno de los roles más importantes. El dispositivo debe resultar agradable a la vista, es necesario que se integre fácilmente al entorno para el cual fue desarrollado. Si los usuarios para los que es diseñado no se sienten atraídos o consideran que el diseño no es grato, entonces el éxito de la pantalla ambiental se pone en riesgo. Consideremos en primer lugar los resultados obtenidos por el *FlowerBlink*, al respecto una de las enfermeras externó su agrado por el diseño, ya que le resultaba atractivo el que pareciera un adorno para su entorno de trabajo, comentando lo siguiente:

*“Me gustan las flores, los colores son atractivos. Parece un adorno para la central de enfermeras, como una lámpara o algo así.”*

Otra de las enfermeras participantes no coincide con el punto anterior, ya que el diseño no le resulta atractivo y asocia ese desagrado con su edad (el participante se encuentra en el rango de 25 a 34 años). El comentario de ésta participante es el siguiente:

*“La verdad el diseño, me parece un tanto cursi. Me gustan las flores pero no sé...no me late; no sé es cuestión de gustos. Tal vez a las enfermeras ya mayores sí les agrade.”*

Es también importante recalcar que varios de los integrantes del personal del enfermería que colaboraron contestando el cuestionario, externaron en repetidas ocasiones que les parecía interesante la idea de usar un macetero, que pudiese verse como un adorno más que como un dispositivo que te brinda información.

Ahora bien, el *MotionStatue* fue recibido con mayor agrado, ya que a los tres participantes les pareció simpático el diseño, la idea de representar al paciente por medio de la figurita en el cuadro. Uno de los participantes comentó lo siguiente:

*“Ese prototipo me pareció gracioso, porque en sí representa al paciente y el movimiento lo hace parecer gracioso. Me gustó.”*

Otra de las enfermeras participantes coincidió con este punto, inclusive hizo notar que la idea de colgarlo en la pared le resulta atractiva.

*“Ese me gustó más, se me hace más atractivo, y pues la idea que sea como un cuadro que va en la pared me agrada más.”*

Por medio de los comentarios realizados por el personal de enfermería, podemos concluir que el aspecto físico de los dos prototipos de pantalla ambiental desarrollados, en general resultaron atractivos y agradables visualmente.

#### **V.6.2.4 Ubicación**

En la fase de diseño identificamos dos posibles lugares para colocar nuestros dispositivos: la central de enfermeras y el almacén. Ambas son áreas en las que se reúne el personal para realizar diversas actividades. Durante la entrevista preguntamos a los participantes si la central de enfermeras les parece un buen lugar para ubicar los prototipos, la mayoría de los participantes consideran que la central de enfermeras es un área común a la cual acuden con frecuencia para realizar varias de sus responsabilidades, por lo que les resulta cómodo tener los dispositivos en ese lugar. Al respecto una de las enfermeras comentó:

*“Me parece bien la central, porque otra opción sería cargar con algún dispositivo y no me late. Me gusta la idea de que estén allí y que si quiero saber qué pasa con mis pacientes pues lo veo y obtengo información.”*

Por otra parte uno de los participantes no coincidió con el punto anterior, argumentando que en su opinión el dispositivo lo debe portar cada enfermero, para, independientemente del lugar en el que se encuentre pueda tener acceso a la información de su paciente. Su comentario es el siguiente:

*“Creo que no es tan práctico que estén en la central porque yo no estoy todo el día allí. Lo ideal sería que lo cargue cada enfermero porque si no estoy en la central yo no me daría cuenta.”*

En este caso, al realizar un diseño en el que cada enfermero trajera consigo nuestros dispositivos, entonces habríamos dejado de lado uno de los principales lineamientos de diseño de las pantallas ambientales, ya que la interacción sería directa, aumentando el contacto pantalla ambiental-usuario.

#### V.6.2.5 Propuestas de mejoras

Presentamos el *FlowerBlink* y el *MotionStatue*, algunos de los escenarios en los que pueden apoyar al personal de enfermería y de manera breve la forma en que funcionan, también pedimos retroalimentación para determinar algunas posibles mejoras para nuestros prototipos. Nos interesaba identificar otras actividades a las cuales una tecnología como las pantallas ambientales pudiese dar apoyo. Las enfermeras consideran que los aspectos que monitoreamos son interesantes puesto que se trata de actividades que no tienen horarios fijos, las cuales pueden llegar a ser olvidadas debido a la cantidad de tareas que requieren llevar a cabo y a los lapsos de tiempo que transcurren entre una y otra. Uno de los participantes comentó al respecto:

*“Considero que lo que están monitoreando son cosas elementales. Lo demás como las soluciones, las curaciones, para eso tenemos horarios. Creo que esas actividades son las más propensas a olvidarse, por la lejanía con la que revisamos las bolsas de orina, en ocasiones se nos olvidan y pueden ocurrir derrames.”*

Otra de las enfermeras participantes externó su interés porque la información que se presentara en la pantalla ambiental fuera crítica. Su comentario se presenta a continuación:

*“Me parecería mejor que se monitorearan cosas más críticas, como el nivel de azúcar, el pulso cardíaco. Aunque acepto que en el caso del monitoreo de los cistoflos si es bueno para evitar derrames.”*

Si bien nos solicitan que monitoreemos información crítica, no debemos olvidar que las pantallas ambientales no deben requerir la completa atención del usuario, ahora imaginemos que algo grave ha sucedido con el paciente, qué ocurriría si la información

pasa desapercibida, si nadie nota en ese momento el cambio en la información. En ese caso deberíamos abandonar la idea de ser sutiles y demandar por completo la atención del personal de enfermería, dejando de lado uno de los aspectos más remarcados dentro de los lineamientos de diseño presentados en el capítulo II.

## **V.7 Resumen**

En este capítulo detallamos la forma en la que llevamos a cabo la evaluación de nuestros dos prototipos de pantalla ambiental. Mostramos el proceso de diseño del experimento y la realización del mismo, describimos a los participantes para finalmente, presentar la información recolectada por medio de cuestionarios y entrevistas.

Los resultados obtenidos del cuestionario, dan evidencia de que a los potenciales usuarios los prototipos les resultan de utilidad y fáciles de usar. Siendo notorio que los prototipos contaron con beneficio de la opinión del personal de enfermería. Además nos fue posible comprobar que las decisiones que tomamos durante la fase de diseño fueron en general las adecuadas.

En el siguiente capítulo presentaremos las conclusiones a las que hemos llegado a lo largo de este trabajo de tesis, así mismo se describirán las aportaciones que resultaron de esta investigación y el trabajo que a futuro puede realizarse para enriquecerla.

## Capítulo VI

---

### Conclusiones, aportaciones y trabajo futuro

---

*“La vida humana representa, la mayor parte de las veces, una ecuación entre el pasado y el futuro”*

José Ingenieros (1877-1925)

#### VI.1 Conclusiones

Hoy en día son cada vez más las actividades que pueden complementarse mediante tecnología de información, y la mayoría de las veces al imaginarnos el contar con soporte computacional para la realización de nuestras tareas, asociamos ese apoyo con el manejo de dispositivos tradicionales tales como computadoras de escritorio, laptops, teléfonos inteligentes, PDAs, etc. Pero, ¿por qué no imaginar el ser asistidos sin necesitar tener un contacto directo con los dispositivos?, ésta es una de las metas más ambiciosas del cómputo ubicuo y siguiendo esta ideología, las pantallas ambientales, representan una opción para desplegar la información monitoreada, sin hacer uso de las típicas pantallas rectangulares a las que los usuarios estamos acostumbrados.

Esta tecnología busca representar mediante luces, movimiento, sonido, colores o figuras, la información que previamente fue monitoreada del entorno del usuario. Esta información deber ser de utilidad para el usuario para que entonces la pantalla ambiental le aporte información que pueda utilizar para tomar una decisión y realizar alguna actividad. La idea principal es que el usuario sepa que puede obtener información de la pantalla ambiental y que cuando lo requiera la interprete.

La pantalla ambiental no debe interrumpir en ningún momento al usuario en sus actividades, ya que la sutileza en su mecanismo para presentar la información es una de sus características más deseables.

Para este trabajo de tesis, se decidió explorar la utilización de las pantallas ambientales para brindar apoyo al personal hospitalario en la realización de sus actividades. Como primer paso emprendimos un caso de estudio en el Hospital General de Zona IV (H.G.Z IV No.8) en Ensenada, B.C., con la finalidad de identificar las tareas que pudieran ser apoyadas con esta tecnología. Como resultado seleccionamos monitorear el nivel de llenado de las bolsas contenedoras de orina, y el movimiento de los pacientes. Enseguida procedimos con el diseño y la implementación de dos prototipos de pantalla ambiental, resultando de estas fases el *FlowerBlink* y el *MotionStatue*. Mismos que evaluamos, con la participación del personal de enfermería, para identificar la percepción de utilidad y de facilidad de uso que lograban alcanzar. Como resultado de esta evaluación obtuvimos información que revelaba un alto grado de aceptación por parte del personal hospitalario, quienes se encontraban dispuestos a utilizar nuestros prototipos para dar soporte a sus actividades diarias.

Dentro de la evaluación incluimos entrevistas que nos permitieran comprobar si las decisiones que tomamos durante la fase de diseño fueron las correctas, y en esta sección de la evaluación pudimos notar que el seleccionar la luz y el movimiento para representar la información fue acertada, ya que en su mayoría el personal hospitalario participante nos hizo saber que el sonido hubiera resultado incómodo para los pacientes. Uno de los comentarios más sobresalientes fue con respecto a otros posibles factores a monitorear, ya que nos hicieron saber que si monitoreáramos aspectos críticos como el pulso cardiaco o el nivel de azúcar en la sangre les resultarían más atractivos nuestros prototipos. Pero es necesario resaltar, que las pantallas ambientales no fueron concebidas como una tecnología que brinde apoyo a actividades críticas, ya que de presentarse el caso debería dejarse la sutileza de lado e intentar llamar la atención por completo del usuario para que se entere de que algo grave está sucediendo. Violándose así uno de los lineamientos básicos del diseño de las pantallas ambientales.

Podemos concluir entonces que los resultados que se obtuvieron de la evaluación indican que los prototipos desarrollados y, en específico las pantallas ambientales, representan una alternativa viable para asistir las actividades diarias del personal hospitalario.

## VI.2 Aportaciones

La principal aportación de este trabajo de tesis es la exploración en la utilización de las pantallas ambientales como tecnología de apoyo para el personal hospitalario. Ya que la mayoría de los trabajos desarrollados en el área de pantallas ambientales despliegan información con respecto a clima, presencia, estados de ánimo, entre otras. Sin embargo en nuestra investigación buscamos monitorear datos relevantes para la realización de las actividades propias del personal de enfermería, quienes desempeñan labores complicadas y con alto grado de responsabilidad.

Para dar una base a esta investigación se diseñaron e implementaron dos prototipos de pantallas ambientales, el primero el *FlowerBlink* presenta el nivel de llenado de las bolsas de orina y el segundo, el *MotionStatue*, simboliza el movimiento del paciente. Adicionalmente se realizó una evaluación de estos dos prototipos, donde los resultados muestran que el personal de enfermería percibe nuestros prototipos como fáciles de usar y de utilidad dentro de su ambiente de trabajo.

Finalmente la realización de este trabajo generó la publicación de:

- Segura, D., Favela, J., Tentori, M. Sentient displays in support of hospital work. UCAMI'2008, Salamanca, España, Octubre 2008.
- Favela, J., Tentori, M., Segura, D., Berzunza, G. Adaptive awareness of hospital patient information through multiple sentient displays. International Journal of Ambient Computing and Intelligence. ISSN: 1941-6237 Vol. 1, No. 1, 27-38, Enero-Marzo, 2009.
- Tentori, M., Favela, J., Segura, D. Monitoring hospital patients using ambient displays. Mobile Health Solutions for Biomedical Applications. Phillip Olla, editor. Aceptado para publicación April 2008.

### VI.3 Trabajo futuro

Durante el desarrollo del trabajo de tesis se identificaron aspectos que pueden ser abordados como trabajo futuro. A continuación se describe cada uno de ellos:

- Se considera necesario realizar mejoras al dispositivo sensor con el cual monitoreamos el peso de las bolsas contenedoras de orina. Representaría una opción poder obtener distintos niveles de llenado, para dependiendo de éste desplegar la información.
- En el caso del MotionStatue sería recomendable calibrar la intensidad de movimiento, para que resultara más sencillo el comprender la información que se está representando.
- Realizar una evaluación más completa de las pantallas ambientales con el personal de enfermería, considerando los siguientes puntos:
  - Considerar una mayor cantidad de personal hospitalario para la evaluación.
  - Colocar los prototipos en el hospital por un periodo no menor a dos meses para que el personal de enfermería los utilice y quede un registro de cuántas veces se usaron, en cuántas ocasiones se presentaron cambios en la información, etc.

## Referencias

- Ambient, URL, Ambient website, <http://www.ambientdevices.com> (consultado en noviembre de 2007).
- Bardram J. E. y Bossen C., 2005. *Mobility Work: The Spatial Dimension of Collaboration at a Hospital*, Computer Supported Cooperative Work, Abril 2005. 14(2): 131-160.
- Bryson N., 1996. Group decision-making and the analytic hierarchy process: Exploring the concensus-relevant information content. *Comput. Oper. Res.* Elsevier Science. 23(1): 27-35.
- Consolvo S. y Towle J., 2005. *Evaluating an ambient display for the home*, Proceedings of the CHI 2005 Conference on Human Factors in Computing Systems, extended abstracts, Abril 2005, Portland, OR, USA.
- Davis F. D., 1989. *Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology*, MIS Quarterly. 13(3): 319-339.
- Favela J., Rodríguez M., Preciado A., Gonzalez V. M., 2004. *Integrating Context-Aware Public Display Into a Mobile Hospital Information System*, IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine. 8(3):279-286.
- Fowler M., 2004. UML distilled. Tercera edición. Addison Wesley, Boston, 175 pp.
- Hehe, 2005. Hehe website, <http://hehe.org.free.fr/hehe/smokinglamp/index.html> (consultado en noviembre de 2007)
- Ishii H., Wisneski C., Brave S., Dahley A., Gorbet M., Ullmer B., Yarin P., 1998. *ambientROOM: integrating ambient media with architectural space*, Proceedings of the CHI 1998 Conference on Human Factors in Computing Systems, April 1998, L.A., California, USA. 173-174.
- Ishii H., Ren S., Frei P., 2001. *Pinwheels: visualizing information flow in an architectural space*, Proceedings of the CHI 2001 Conference on Human Factors in Computing Systems, extended abstracts, Marzo 2001, Seattle, Washington.

- Jafarinaimi N., Forlizzi J., Hurst A., Zimmerman J., 2005. *Breakaway: an ambient display designed to change human behavior*, Proceedings of the CHI 2005 Conference on Human Factors in Computing Systems, extended abstracts, April 2005, Portland, OR, USA.
- Kumar A., 2005. *Reflections on challenges to the goal of invisible computing*, ACM Ubiquity 2005. 6(17): 1-1.
- Lars E. H., Tobias S., 2003. *Informative art: information visualization in everyday environments*, Proceedings of the First international conference on Computer graphics and interactive techniques in Australasia and South East Asia, February 2003, Melbourne, Australia.
- Lickelider J. C. R., 1965. *Libraries of the future*, Cambridge, Mass. MIT Press.
- Lund A., Wilberg M., 2004. *Ambient displays beyond conventions*, Proceedings of the the 18<sup>th</sup> British HCI Group Annual Conference, Septiembre 2004, Metropolitan University, UK. 1-5.
- McCrickard D. Scott, Chewar C. M., Somervell J. P., Ndiwalana A., 2003. *A model for notification systems evaluation—assessing user goals for multitasking activity*, ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI), Diciembre 2003, 10(4): 312-338.
- Mankoff J., Dey A. K., Hsieh G., Kientz J., Lederer S., Ames M., 2003. *Heuristic evaluation of ambient displays*, Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, April 2003, Ft. Lauderdale, Florida, USA.
- Matthews Tara, Dey Anind K., Mankoff Jennifer, Scott Carter , Rattenbury Tye, 2004. *A toolkit for managing user attention in peripheral displays*, Proceedings of the 17th annual ACM symposium on User interface software and technology, October 2004, Santa Fe, NM, USA.
- Moran, E. B., Tentori, M., Gonzalez, V., Favela J., and Martinez-Garcia A.I., *Mobility in Hospital Work: Towards a Pervasive Computing Hospital Environment*. International Journal of Electronic Healthcare, 3(1): 72-89.
- Munoz, M.A., Rodríguez M., Favela J., Martínez-García A.I., González V. M., 2003. *Context-aware mobile communication in hospitals*. Computer, 36(9): 38-46.

- Mynatt E. D., Back M., Want R., Baer M., Ellis J. B., 1998. *Designing audio aura*, Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, Abril 1998, L.A., California, USA. 566-573.
- Phidgets Inc., 2008 Phidgets Inc. website, <http://www.phidgets.com/> (consultado en julio de 2008).
- Pousman Z. y Stasko J., 2006. *A taxonomy of ambient information systems: four patterns of design*, Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces, Mayo 2006, Venezia, Italy.
- Redström J., Skog T., Hallnäs L., 2000. *Informative art: using amplified artworks as information displays*, Proceedings of DARE 2000 on Designing augmented reality environments, Abril 2000, Elsinore, Denmark. 103-114.
- Sistema Único de Información, Hospital General de Zona IV. No.8 en Ensenada, Baja California. Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).
- Tara M., Rattenbury T., Carter S., Dey A., Mankoff J., 2002. *A Peripheral Display Toolkit*, Tech Report IRBTR-03-018. Intel Research Berkeley, 2002.
- TII, 2006. Interactive Institute DESIGN Göteborg, *Interactive Pillows*, TII website, <http://www.tii.se/reform/projects/itextile/pillow.html> (consultado en noviembre de 2007)
- Vitality, 2007. Vitality website, <http://rxvitality.com/> (consultado en noviembre de 2007)
- Vogel D. y Balakrishnan R., 2004. *Interactive public ambient displays: transitioning from implicit to explicit, public to personal, interaction with multiple users*, Proceedings of the 17th annual ACM symposium on User interface software and technology, Octubre 2004, Santa Fe, NM, USA. 137-146.
- Wai-ling Ho-ching F., Mankoff J, James A. L., 2003. *From data to display: the design and evaluation of a peripheral sound display for the deaf*, Proceedings of the CHI 2003 Conference on Human Factors in Computing Systems, Abril 2003, Fort Lauderdale, Florida, USA.
- Weiser M., 1991. *The computer for the 21<sup>st</sup> century*, Scientific American Ubicomp1991. 256(3); 94-104.
- Weiser M., 1993. *Some computers science issues in ubiquitous computing*, Communications of the ACM 1993. 36(7):78-84.

- Weiser M., 1994. *The world is not a desktop*, Communications of the ACM 1994. 1(1): 7-8.
- Wisneski C., Ishii H., Dahley A., Gorbet M. G., Brave S., Ullmer B., Yarin P., 1998. *Ambient Displays: Turning Architectural Space into an Interface between People and Digital Information*, Proceedings of the First International Workshop on Cooperative Buildings, Integrating Information, Organization, and Architecture, Febrero 1998, Pittsburgh, PA, USA. 22-32.

## Apéndice A

### Descripción de la realización del video de evaluación

Al diseñar el experimento de evaluación, nos planteamos la necesidad de realizar un video en el cual se presentara un escenario de aplicación para cada uno de nuestros prototipos. Antes de efectuar la grabación fue necesario realizar un guión que nos facilitara la secuencia de grabación, adaptando los escenarios con las instalaciones a las que nos concedieron acceso.

Las grabaciones de este video se llevaron a cabo el día 7 de agosto a partir de las 7:00 a.m. en el área nueva del Hospital General de Zona IV, contando con la participación de dos estudiantes, mismos que personificaron a una enfermera y un paciente respectivamente. Las tomas originales pasaron por un proceso de edición en el cual se logró obtener la secuencia previamente diseñada. El video resultante tiene una duración de 4 minutos con 23 segundos, presentando en primer lugar un escenario en el cual el *FlowerBlink* es utilizado para apoyar al personal hospitalario (mismo que es descrito en el capítulo 5), prosiguiendo con una breve descripción del funcionamiento del prototipo, repitiendo el mismo procedimiento para el segundo prototipo, el *MotionStatue*.

Durante la aplicación del experimento de evaluación, preguntamos al personal de enfermería si los escenarios que se presentaban en la grabación son realistas y acorde a las actividades que realizan. Los comentarios al respecto fueron favorables, indicándonos que son situaciones que se presentan cotidianamente.

## Apéndice B

### Protocolo de entrevista

#### Perfil personal

Nombre \_\_\_\_\_

#### Tópico 1.- Importancia del control del líquidos

1. Regularmente, ¿cuántos pacientes tiene a su cargo?
2. En promedio,
  - a. ¿a cuántos les suministra suero?
  - b. ¿cuántos de sus pacientes utilizan el control de líquidos?
  - c. ¿se dan casos en que el paciente tenga suero y catéter?,
  - d. En dicha situación, ¿qué requiere mayor cuidado?
3. Si contabilizara las veces que revisa el contenido de las bolsas de suero, ¿cuántas cree que sean?
  - a. ¿y en el caso de las bolsas contenedoras de orina?
4. ¿Hay ocasiones en que las bolsas de suero queden vacías y los visitantes de los pacientes se lo informen?, es decir que la bolsa se vacíe antes de que se revise la bolsa.
  - a. ¿ocurre algo similar con las bolsas de orina?
5. ¿Se presentan accidentes (derrames, rupturas) con las bolsas de orina?
  - a. ¿qué sucede cuando se presenta un derrame?, ¿qué actividades debe realizar?
  - b. ¿le provoca inconvenientes el que ocurra una situación de estas?
6. ¿Qué pasa cuando al paciente se le termina el suero y sigue conectado?
7. ¿Usted considera que el control de líquidos sea una de las actividades que más requieren de su tiempo?
  - a. ¿por qué?
  - b. ¿a cuál de las dos le brinda más atención?

**Tópico 2.- Utilidad de una aplicación**

1. ¿Qué opina del uso de tecnología computacional en el hospital?
2. ¿Ha utilizado algún dispositivo como apoyo a sus actividades?
  - a. en caso afirmativo, ¿qué tipo de dispositivo?
  - b. ¿usted considera que sí lo apoya?
3. ¿Cree que le resultaría de utilidad contar con un dispositivo que le proporcione información de sus pacientes?
  - a. ¿por qué?
4. ¿Qué tipo de dispositivo preferiría, uno que tenga que traer con usted o uno que se encuentre en algún lugar específico del hospital?
5. ¿Cree usted que la sala de enfermeras es un buen lugar para colocarlo?
  - a. ¿Propondría otro lugar?

# Protocolo de entrevista para evaluación

## ENTREVISTA

Por medio esta entrevista se pretende obtener las impresiones con respecto a los prototipos FlowerBlink y MotionStatue, dando soporte a las actividades del personal de enfermería.

### 1. Perfil personal

Nombre \_\_\_\_\_

### 2. Preguntas abiertas

1. ¿Consideras que la utilización de dispositivos como el FlowerBlink y el MotionStatue te ayudaría en las actividades que realizas cotidianamente? Si es así, ¿de qué manera?
2. ¿Te parecen realistas los escenarios de uso mostrados en el video? Comenta qué no te parece realista.
3. ¿En qué otras actividades crees que te puedan apoyar este tipo de dispositivos?
4. ¿Qué dificultades consideras que puedes tener al utilizar estos prototipos?
5. ¿Crees que sea adecuada la utilización de luces para mostrar la información?
6. ¿Te parece que puede ser percibida rápidamente?
7. ¿Qué te parece el sonido como otra alternativa para simbolizar la información?
8. ¿Piensas que estos dispositivos puedan llegar a distraer al personal de enfermería?
9. ¿Te parece que el FlowerBlink es agradable estéticamente hablando?
10. ¿Y cuál es tu opinión en el caso del MotionStatue?
11. ¿Consideras que pueden integrarse fácilmente a tu entorno de trabajo?
12. ¿Estarías dispuesto a utilizar estos prototipos?
13. ¿Qué cambios propondrías en cuanto a:
  - a. el lugar de ubicación?
  - b. los usos?
  - c. el aspecto visual de los dispositivos?

# Cuestionario de evaluación

## CUESTIONARIO

Por medio de este cuestionario se pretende obtener la percepción de utilidad y facilidad de uso de las pantallas ambientales FlowerBlink y MotionStatue, dando soporte a las actividades del personal de enfermería.

### Perfil personal

- a. Nombre \_\_\_\_\_
- b. Edad
- Menor a 25 años
- 25 a 34
- 35 a 45
- Mayor a 45 años
- c. Años de experiencia como enfermera(o)
- 0 a 2
- 2 a 5
- 5 a 10
- Mayor a 10

### Percepción de utilidad y facilidad de uso

▪ Por favor marque con una  la respuesta que considere más apropiada.

1. La información presentada en el video es suficiente para permitirme entender cómo apoyaría esta tecnología, en mi trabajo cotidiano dentro del hospital.

[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]

Completamente En Ligeramente Neutral Ligeramente De acuerdo Completamente  
en desacuerdo desacuerdo en desacuerdo en desacuerdo de acuerdo de acuerdo

2. Considero posible y sencilla la integración de ésta tecnología en mi entorno de trabajo.

[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]

Completamente En Ligeramente Neutral Ligeramente De acuerdo Completamente  
en desacuerdo desacuerdo en desacuerdo en desacuerdo de acuerdo de acuerdo

3. Asumiendo que tuviera acceso a estas pantallas ambientales, yo la utilizaría para:

a. control de bolsas de orina

[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]

Completamente En Ligeramente Neutral Ligeramente De acuerdo Completamente  
en desacuerdo desacuerdo en desacuerdo en desacuerdo de acuerdo de acuerdo

**b. control de niveles de suero**

[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ligeramente en desacuerdo	Neutral	Ligeramente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo

**c. control del movimiento de los pacientes**

[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ligeramente en desacuerdo	Neutral	Ligeramente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo

4. Considero que la información desplegada en este tipo de dispositivos es fácil de comprender.

[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ligeramente en desacuerdo	Neutral	Ligeramente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo

5. Considero que esta tecnología es sencilla de interpretar.

[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ligeramente en desacuerdo	Neutral	Ligeramente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo

6. Considero que la utilización de esta tecnología es sencilla de realizarse.

[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ligeramente en desacuerdo	Neutral	Ligeramente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo

7. Creo que obtener información de los dispositivos no requiere un gran esfuerzo.

[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ligeramente en desacuerdo	Neutral	Ligeramente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo

8. Considero que resultaría conveniente usar esta tecnología en apoyo a mis actividades diarias.

[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ligeramente en desacuerdo	Neutral	Ligeramente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo

9. Creo que no tendría mayor problema en la adopción de esta tecnología.

[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ligeramente en desacuerdo	Neutral	Ligeramente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo

10. Considero que esta tecnología podría brindarme apoyo para monitorear el estado de mis pacientes.

[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ligeramente en desacuerdo	Neutral	Ligeramente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo

11. Considero que sala de enfermeras es un buen lugar para colocar estos dispositivos.

[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ligeramente en desacuerdo	Neutral	Ligeramente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo

12. Considero que el utilizar esta tecnología me permitiría ahorrar tiempo en la realización de mis actividades.

[    ]      [    ]      [    ]      [    ]      [    ]      [    ]      [    ]  
 Completamente      En      Ligeramente      Neutral      Ligeramente      De acuerdo      Completamente  
 en desacuerdo      desacuerdo      en desacuerdo           de acuerdo           de acuerdo

13. En general, encuentro útil esta tecnología.

[    ]      [    ]      [    ]      [    ]      [    ]      [    ]      [    ]  
 Completamente      En      Ligeramente      Neutral      Ligeramente      De acuerdo      Completamente  
 en desacuerdo      desacuerdo      en desacuerdo           de acuerdo           de acuerdo

▪ **Por favor contesta las siguientes preguntas.**

14. ¿Qué fue lo que más te gusto de los prototipos?

---



---



---

15. ¿Qué fue lo que menos te gustó de los prototipos?

---



---



---

16. ¿Qué les agregarías?

---



---



---



---

17. ¿Consideras que te serían de utilidad en las actividades que realizas?

---



---



---



---

18. Comentarios.

---



---



---



---

*La felicidad consiste en  
poder unir el principio con el fin.*

*Pitágoras de Samos (582 a. C. - 507 a. C.)*