

Universidad del Valle de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ciencia de la Computación



**¿Cómo mejorar la atención hospitalaria en el sector público
aprovechando los beneficios de la tecnología y la
informática?**

Una aplicación de Design Thinking.

Trabajo de graduación presentado por

Yimy Roberto Juárez Fuentes

Andrés Ricardo Leandro Castillo

Jorge Luis Martínez Bonilla

Andrea Magaly Mendoza Martínez

Evelyn Lissete Paiz Reyes

para optar al grado académico

de Licenciados en Ingeniería en Ciencia de la Computación y

Tecnologías de la Información

Guatemala

2015

¿Cómo mejorar la atención hospitalaria en el sector público
aprovechando los beneficios de la tecnología y la
informática?

Una aplicación de Design Thinking.

Universidad del Valle de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ciencia de la Computación



**¿Cómo mejorar la atención hospitalaria en el sector público
aprovechando los beneficios de la tecnología y la
informática?**

Una aplicación de Design Thinking.

Trabajo de graduación presentado por

Yimy Roberto Juárez Fuentes

Andrés Ricardo Leandro Castillo

Jorge Luis Martínez Bonilla

Andrea Magaly Mendoza Martínez

Evelyn Lissete Paiz Reyes

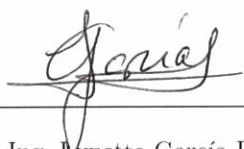
para optar al grado académico

de Licenciados en Ingeniería en Ciencia de la Computación y
Tecnologías de la Información

Guatemala

2015

Vo.Bo.:

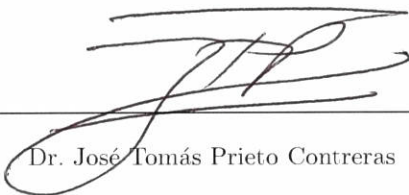


Ing. Lynette García Pérez



MSc. Douglas Leonel Barrios González

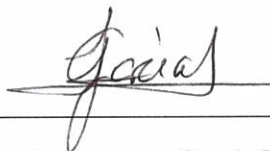
Tribunal Examinador:



Dr. José Tomás Prieto Contreras



MSc. Douglas Leonel Barrios González



Ing. Lynette García Pérez

Fecha de aprobación:

Guatemala, 27 de noviembre de 2015

Prefacio

La tecnología ha estado conectada a la salud de la especie humana desde sus orígenes. Como menciona Fett (2000), el desarrollo de herramientas, armas para la caza, ropa, fuego controlado, lenguaje, dinero, transporte y otros, son tecnologías que han jugado un rol importante en el sostenimiento y avance de la difusión de personas en todo el planeta. Así, el impacto del desarrollo de la tecnología en la población humana ha sido tan grande, que en el siglo 20 aumentó la esperanza de vida de los 45 a los 75 años.

Actualmente, la tecnología está avanzando en el poder de la información. ¿Cuál es la información que se maneja en un sistema de salud actual? La información recogida en el cuidado de la salud incluye entre otros a expedientes médicos de pacientes, resultados de pruebas, información de tratamientos y medicamentos, etc. Considerando que las prácticas del siglo 20 se basaron en la utilización del papel, en este siglo 21 se ha tratado de implementar un uso intensivo de la tecnología de la información. Esto con el objetivo de adquirir, administrar, analizar y difundir información sobre el cuidado de la salud y el conocimiento (Stead y Lin, 2009).

Países desarrollados, como Estados Unidos, han tratado de realizar esta transición desde hace varios años. Sin embargo, el mayor reto según Stead y Lin (2009), ha sido la identificación de una metodología y enfoque con mayor eficiencia para el desarrollo de sistemas computacionales que tengan una buena asistencia sanitaria. De esta forma, se llega a la interrogante: *¿cuál puede ser una buena metodología para este desarrollo?*

Índice general

Lista de figuras	XIII
Lista de cuadros	XV
Resumen	XVI
1. Introducción	1
2. Objetivos	5
2.1. Generales	5
2.2. Específicos	5
3. Justificación	6
4. Marco teórico	7
4.1. <i>Design thinking</i>	7
4.1.1. Proceso de definición	8
4.1.2. Proceso de investigación	9
4.1.3. Proceso de síntesis	10
4.1.4. Proceso de exploración	11
4.1.5. Proceso de diseño de prototipos	11
4.2. Teoría de colas	12
4.2.1. Patrón de llegada de los clientes	13
4.2.2. Patrón de servicios de los servidores	13
4.2.3. Disciplina de cola	13
4.2.4. Capacidad del sistema	14
4.2.5. Número de canales de servicios	14
4.2.6. Número de etapas de servicio	14
4.3. Comunicación	15
4.3.1. Elementos de la comunicación	15
4.3.2. Sistemas de comunicación	16
4.3.3. Sistemas de comunicación en hospitales	16
4.3.4. Telecomunicaciones en Guatemala	17

4.3.5.	Medios de comunicación	19
4.4.	Seguridad de la información	23
4.4.1.	Requerimientos de seguridad	26
4.4.2.	Regla de seguridad HIPAA	29
4.5.	Historia clínica	32
4.5.1.	Descripción	32
4.5.2.	Hoja de signos vitales	32
4.5.3.	Hoja de evolución	33
4.5.4.	Indicaciones médicas	33
4.5.5.	Notas de enfermería	33
4.5.6.	Hojas de admisión	33
4.5.7.	Hojas de la entrevista y examen clínico general	34
4.6.	Sistema hospitalario nacional	34
4.6.1.	Descripción	34
4.6.2.	Cobertura	36
4.6.3.	Financiamiento	36
4.6.4.	Niveles de atención	37
4.6.5.	Situación legal	37
4.6.6.	Patrones de crecimiento infantil	40
4.6.7.	Antropometría	44
4.6.8.	Técnicas antropométricas	44
4.6.9.	Identificación	48
4.7.	Tecnología	51
4.7.1.	Mobile Ad-Hoc Networks (MANET)	51
4.7.2.	Plataformas <i>open source</i>	56
4.7.3.	Tipos de sensores de medición	60
4.7.4.	Voice over IP	63
5.	Antecedentes	66
5.1.	Benchmarking en el área de salud y tecnología	66
5.2.	Estudios sobre el uso de medios de comunicación	67
5.2.1.	El uso de mensajes de texto en el área de salud	67
5.2.2.	El uso de llamadas en el área de salud	67
5.2.3.	El uso de correo electrónico en el área de salud	68
5.2.4.	El uso de aplicaciones móviles en área de salud	69
5.3.	Estudios sobre tiempos de espera	69
5.4.	MANET en Android	71

5.4.1. Proyecto SPAN	72
5.4.2. <i>Serval project</i>	72
5.4.3. MANET sobre <i>Wi-Fi direct service publishing</i>	72
6. Metodología	74
6.1. Definición	76
6.2. Investigación	76
6.3. Síntesis	78
6.4. Exploración	79
6.5. Diseño de prototipos	79
6.5.1. Validación interna	80
6.5.2. Validación externa	80
7. Resultados	82
7.1. Definición	82
7.2. Investigación	83
7.3. Síntesis	85
7.4. Exploración	86
7.5. Diseño de prototipos	88
7.5.1. Módulo de información al paciente	93
7.5.2. Módulo de información del paciente al hospital	97
7.5.3. Módulo de medición de peso y talla	101
7.5.4. Módulo de asignación de turnos y citas	104
7.5.5. Módulo de comunicación intrahospitalaria	109
8. Análisis de resultados	115
8.1. Módulo de información al paciente	117
8.2. Módulo de información del paciente al hospital	118
8.3. Módulo de medición de peso y talla	122
8.4. Módulo de asignación de turnos y citas	123
8.5. Módulo de comunicación intrahospitalario	124
8.5.1. Selección de topología	124
8.5.2. Selección de protocolo	126
8.5.3. Prototipo para sistema de comunicación intra-hospitalaria	127
9. Conclusiones	129
9.1. Módulo de información al paciente	129
9.2. Módulo de información del paciente al hospital	130

9.3. Módulo de medición de peso y talla	130
9.4. Módulo de asignación de turnos y citas	130
9.5. Módulo de comunicación intrahospitalaria	131
10.Recomendaciones	132
11 Bibliografía	134
12.Anexos	142
12.1. Entrevistas semi-estructuradas basadas en el brief del estudio	142
12.2. Plantilla utilizada para la codificación de las entrevistas semi-estructuradas	144
12.3. Codificación de las entrevistas semi-estructuradas	144
12.4. Ideas de diseño generadas	152
12.5. Codificación de entrevistas realizadas en el Hospital San Juan de Dios	158
12.6. Codificación de entrevistas realizadas en el Hospital Roosevelt	160
12.7. Entrevistas sobre comunicación de pacientes	161

Índice de figuras

1.1. Comparativa las consultas en los servicios externos de centros hospitalarios privado y el número de habitantes entre el 2008 y 2010 con base en Instituto Nacional de Estadística (2012).	1
1.2. Flujo lógico de la investigación presentada.	2
1.3. Flujo lógico de la tercera fase de la investigación o parte práctica.	3
4.1. Descripción gráfica del proceso completo de <i>design thinking</i> basado en IDEO's Attributions (2012).	8
4.2. Definición en un diseño generado por <i>design thinking</i> basado en Ambrose y Harris (2010).	9
4.3. Investigación en un diseño generado por <i>design thinking</i> basado en Ambrose y Harris (2010).	10
4.4. Evolución de las notas durante el proceso de <i>design thinking</i> basado en IDEO's Attributions (2012).	10
4.5. Síntesis en un diseño generado por <i>design thinking</i> basado en Ambrose y Harris (2010).	11
4.6. Exploración en un diseño generado por <i>design thinking</i> basado en Ambrose y Harris (2010).	11
4.7. Generación de prototipos en un diseño generado por <i>design thinking</i> basado en Ambrose y Harris (2010).	12
4.8. Sistema de colas básico basado en García (2010).	12
4.9. Tipos de canales en un sistema de cola basado en García (2010).	14
4.10. Partes del proceso de comunicación con base en Management Study Guide (2013).	15
4.11. Gráfica que compara el tiempo en que se realiza un incidente o brecha de seguridad y el tiempo en que se detectó. Los valores muestran el porcentaje de casos en donde el tiempo fue “ <i>días o menos</i> ”, según Verizon (2015).	24
4.12. Resumen de los principales patrones entre los que se clasifican los incidentes de seguridad, según Verizon (2015).	25
4.13. Resumen de los principales patrones a lo largo del tiempo entre los que se clasifican los incidentes de seguridad, según Verizon (2015).	25
4.14. Resumen de los pasos del marco de gestión de riesgo de NIST, según Scholl; <i>et al.</i> (2008).	31

4.15. Comparación de peso y talla en tres niños de la misma edad.	44
4.16. Resultado final al momento de realizar la medición de peso al niño evaluado. . . .	45
4.17. Resultado final al momento de realizar la medición de longitud corporal a niño menor a 2 años.	46
4.18. Resultado final al momento de realizar la medición de longitud corporal a niño mayor a 2 años.	47
4.19. Proceso a seguir para la identificación de un paciente según World Health Organi- zation (2007).	48
4.20. Funcionamiento normal de una red WiFi. Cada elemento se conecta al punto de acceso más cercano. La interconexión entre dispositivos, marcado en rojo, se logra por la interconexión entre puntos de acceso. En azul se muestra la ruta más corta de comunicación.	52
4.21. Topología de ejemplo para un MANET. Cada dispositivo se conecta únicamente con los elementos más cercanos sin necesidad de un punto de acceso.	52
4.22. Ruta posible para una solicitud de ruta si A desea comunicarse con J, según Tønnesen (2004).	55
4.23. Distribución de zonas posible para los nodos A y J, utilizando un valor r de dos, según Tønnesen (2004).	55
4.24. Ciclo de desarrollo de plataformas de código libre, según Weerawarana y Weeratunga (2004).	57
4.25. Logo de la plataforma OpenMRS, para gestión de información hospitalaria.	59
4.26. Logo de la plataforma FrontlineSMS, para manejo de campañas a través de SMS. .	59
4.27. Logo de la plataforma Conversations, cliente para mensajería instantánea con Jab- ber/XMPP.	60
4.28. Logo de la plataforma Openfire, servidor para mensajería instantánea con Jab- ber/XMPP.	60
4.29. Estructura VoIP con teléfono IP de Voip (2015)	64
4.30. Estructura VoIP con teléfono analógico y ATA de Voip (2015)	65
6.1. Línea de tiempo de los procesos realizados en cada uno de los hospitales de estudio.	75
6.2. Proceso de <i>design thinking</i>	75
6.3. Proceso de definición en <i>design thinking</i>	76
6.4. Proceso de investigación en <i>design thinking</i>	77
6.5. Proceso de síntesis en <i>design thinking</i>	78
6.6. Proceso de exploración en <i>design thinking</i>	79
6.7. Proceso de diseño de prototipos en <i>design thinking</i>	80

7.1. Descripción gráfica de las áreas de interés en la investigación de <i>benchmarking</i>	83
7.2. Cantidad de codificaciones por perfil.	84
7.3. Evolución de temas a <i>insights</i> y a oportunidades de diseño.	86
7.4. Ejemplos de ideas de diseño generadas en la lluvia de ideas.	87
7.5. Ideas de diseño tomadas en cuenta para la generación de módulos trabajadas.	88
7.6. Matriz de calor de áreas en común para los hospitales trabajados.	88
7.7. División realizada a partir del proceso de generación de prototipos.	89
7.8. Preguntas generales 2. “¿qué hace cuando necesita una información?”.	90
7.9. Versión final del prototipo de baja fidelidad del tema SMS.	95
7.10. Pantalla de buzón de mensajes de FrontlineSMS.	96
7.11. Pantalla de recordatorios de FrontlineSMS.	96
7.12. Solución de la comunicación entre FrontlineSMS y OpenMRS.	97
7.13. Aplicación del patrón de integración de adaptador entre FrontlineSMS y OpenMRS.	97
7.14. Primera versión del flujo propuesto por el módulo “información del paciente al hospital”.	99
7.15. Segunda versión del flujo propuesto por el módulo “información del paciente al hospital”.	100
7.16. Componentes del módulo ‘información del paciente al hospital’ y su relación.	101
7.17. <i>Storyboard</i> inicial para describir proceso de medición de talla y peso.	101
7.18. Prototipo de baja calidad para la generación de patrones de crecimiento.	102
7.19. Prototipo de baja calidad para la generación de balanza para bebés.	102
7.20. Medidor de talla mediante sensor HC-SR04 y PIC 18F2520.	103
7.21. Prototipo de alta calidad para la generación de patrones de crecimiento.	103
7.22. Prototipo de alta calidad para la generación del tallímetro para niños menores a dos años.	104
7.23. Recorrido que realiza un paciente en el hospital a la hora de llegar a consulta.	105
7.24. Información de entrada y salida que el módulo de turnos y citas tiene.	105
7.25. <i>Storyboard</i> final obtenido en la tercera iteración de la fase de validación interna.	106
7.26. Resultados de prototipos de media calidad en el módulo de citas.	107
7.27. Ejemplo del funcionamiento establecido para el sistema de turnos y citas en el prototipo de alta calidad.	108
7.28. Transición de una cita de un paciente a partir de la funcionalidad de citas de OpenMRS.	109
7.29. Pantalla final en OpenMRS del prototipo para la gestión de turnos y citas.	109
7.30. Pantalla final en OpenMRS del prototipo para la asignación de citas.	109
7.31. Mensaje de confirmación para conexión con <i>Wi-Fi Direct</i> en Android.	111

7.32. Topología basada en grupos de <i>Wi-Fi Direct</i> . La línea punteada muestra la frontera de cada uno de los grupos.	112
8.1. Prototipo final para sistema de comunicación intra-hospitalaria.	127

Índice de cuadros

4.1. Ejemplos de mensajes a intercambiarse en ambiente hospitalario, según canal y tipo.	17
4.2. Distribución geográfica de Líneas Fijas, según SIT (2013).	18
4.3. Cantidad de líneas telefónicas móviles, según SIT (2013).	18
4.4. Relación entre funciones y categorías, según el marco esencial de Nist (2014).	27
4.5. Cobertura del sistema hospitalario nacional	36
4.6. Niveles de Atención por Entidad según Cottom (2004)	37
4.7. Comparativa de tecnologías existentes para la identificación correcta de los pacientes, según World Health Organization (2007).	49
4.8. Comparativa de tecnologías existentes para los sistemas <i>open source</i> en el área de salud con base en Swiss Tropical and Public Health Institute (2015).	58
5.1. Investigación inicial de <i>benchmarking</i> en el área de salud y tecnología.	66
7.1. Número de personas y codificaciones por perfil entrevistado.	84
7.2. Proporción de codificaciones por perfil en temas generales.	85
7.3. Proporción de <i>insights</i> y codificaciones encontradas por cada tema.	85
7.4. Cantidad de propuestas por oportunidad.	87
7.5. Preguntas generales realizadas en entrevistas a pacientes.	89
7.6. Preguntas para teléfonos no inteligentes.	91
7.7. Preguntas para teléfonos inteligentes.	91
7.8. Preguntas sobre acceso a Internet.	91
7.9. Preguntas sobre recordatorios de información.	92
7.10. Preguntas sobre comunicación física.	93
7.11. Iteraciones externas del <i>storyboard</i> de baja fidelidad del tema SMS.	93
7.12. Iteraciones externas del <i>storyboard</i> de baja fidelidad del tema IVR.	94
7.13. Iteraciones externas del <i>storyboard</i> de baja fidelidad del tema aplicación móvil.	94
7.14. Resultado de votaciones por tema de <i>storyboard</i> .	94
7.15. Validación interna del <i>storyboard</i> “Información del paciente al hospital”.	98
7.16. Validación externa del prototipo funcional “información del paciente al hospital”.	99
7.17. Precio de medidor de peso y talla	104
7.18. Resultados de iteraciones internas en el <i>storyboard</i> del módulo de asignación de turnos y citas.	106

7.19. Características necesarias para el módulo de turnos y citas según los Hospitales: San Juan de Dios y Roosevelt.	107
7.20. Roles necesarios para la utilización del prototipo de alta calidad.	108
7.21. Posibilidades teóricas de interconexión de dispositivos por medio de publicación de servicios.	113
7.22. Clientes para intercambio de mensajes con XMPP.	113
7.23. Servidores para intercambio de mensajes con XMPP.	114
8.1. Precio de un plan ilimitado de mensajes de texto por operadora.	118
8.2. Detalle de validación interna para “información del paciente al hospital”.	119

Resumen

En Guatemala, la necesidad de servicios de salud se encuentra en aumento conforme la población crece de tamaño. El sistema de salud público es el encargado de proveer atención hospitalaria al 70% de la población. La poca utilización de las nuevas tecnologías de la información, impiden que este sistema realice el salto a las tecnologías actuales que posee el siglo 21. De esta forma, se hace necesaria una metodología que permita la generación de nuevas oportunidades para esta evolución inminente.

A partir de esto, se aplicó la metodología *design thinking* que permite transformar difíciles retos en oportunidades de diseño. Ya que el objetivo de estudio era el sistema de salud público, se trabajó en los hospitales de Infectología y Rehabilitación, San Juan de Dios y Roosevelt. Se comenzó desde la definición de un objetivo de tecnología. Seguido se establecieron tres fases para la línea base de problemáticas, necesidades y oportunidades sobre las que se ahondó durante el diseño de un prototipo de alta calidad.

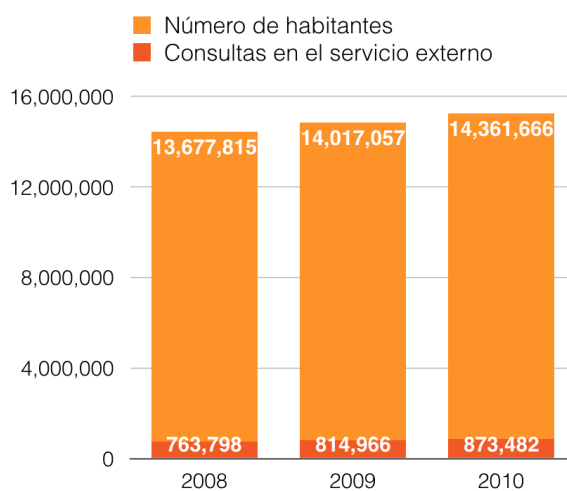
Palabras clave: Guatemala; sistema de salud público; sistemas de información; design thinking; prototipo.

1 Introducción

Guatemala cuenta con una extensión geográfica de 108,889 km^2 . Su densidad de población es de 138 habitantes por km^2 , lo que hace al país uno de los más poblados en Centro América. Según estimaciones realizadas a partir de la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida por el Instituto Nacional de Estadística (2012), se cuenta con un total de 15,073,375 habitantes. El aumento poblacional fue de 2.44% entre los años 2011 y 2012.

Debido al crecimiento de la población guatemalteca, es posible deducir que la necesidad de atención médica se encuentra también en aumento (Figura 1.1). En el año 2010, los centros hospitalarios privados del país brindaron consultas externas a 873,482 personas. Lo que significó un incremento del 7.2% respecto del año anterior. Ya que el 70% de la atención médica es realizada por las instituciones públicas (Becerril y López, 2011), estas deben de llegar a manejar grandes cantidades de información de pacientes y tratar que la calidad de atención sea la óptima, pero *¿cómo se puede lograr esto?*.

Figura 1.1: Comparativa las consultas en los servicios externos de centros hospitalarios privado y el número de habitantes entre el 2008 y 2010 con base en Instituto Nacional de Estadística (2012).



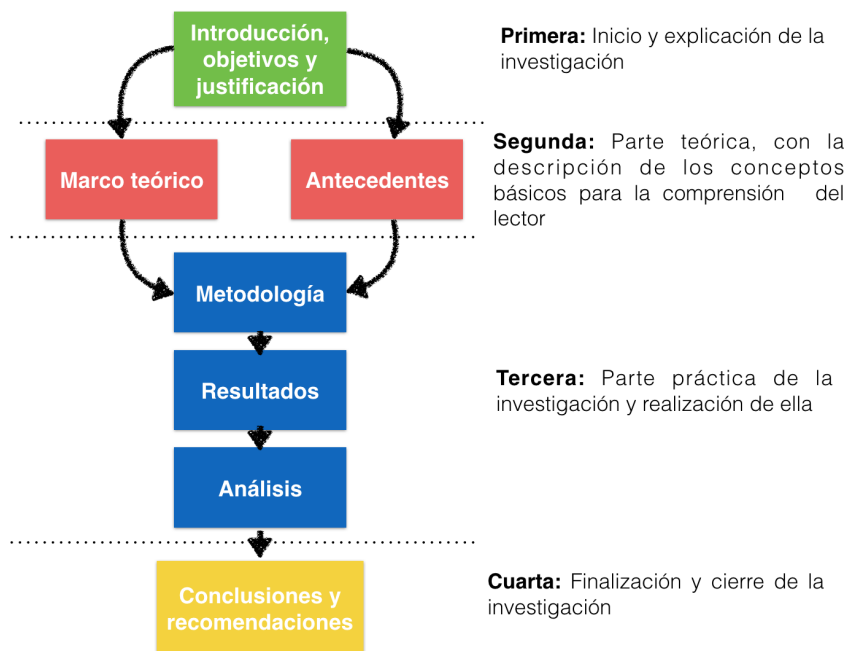
Los avances de la tecnología hoy en día, han permitido que la manipulación de la información se pueda realizar de forma automatizada. La introducción de nuevas tecnologías producen cambios en muchas sectores, incluyendo el área de salud pública. Como mencionan Stead y Lin (2009),

los cambios en el sistema de salud puede verse desde dos perspectivas igualmente importantes, la perspectiva radical y la de evolución.

Si bien un enfoque radical es un cambio puntual e innovador, el sistema de salud público del país no posee los recursos necesarios para realizar tal cambio (Becerril y López, 2011). Por otra parte, la perspectiva de la evolución, permite una mejora continua de forma iterativa. Por ende, se hace necesario que cualquier cambio a realizar se haga de forma paulatina. Iniciando con elementos que se integren poco a poco al trabajo del personal y la atención a los pacientes. Así, la metodología de *design thinking* encuentra su objetivo en facilitar la adopción de nuevas tecnologías por parte de los usuarios; quienes están acostumbrados a realizar los procedimientos de una forma determinada, usualmente no tecnológica.

El presente proyecto consistió en la aplicación de *design thinking* en el área de salud para el sector público en Guatemala. Se tomaron como referencia los hospitales de Infectología y Rehabilitación, San Juan de Dios y Roosevelt. El propósito de la utilización de esta metodología consistió en alcanzar una propuesta que facilitará la administración de la información hospitalaria. Para una comprensión correcta del trabajo, este se dividió en cuatro fases: (1) inicio, (2) teoría, (3) práctica y (4) finalización.

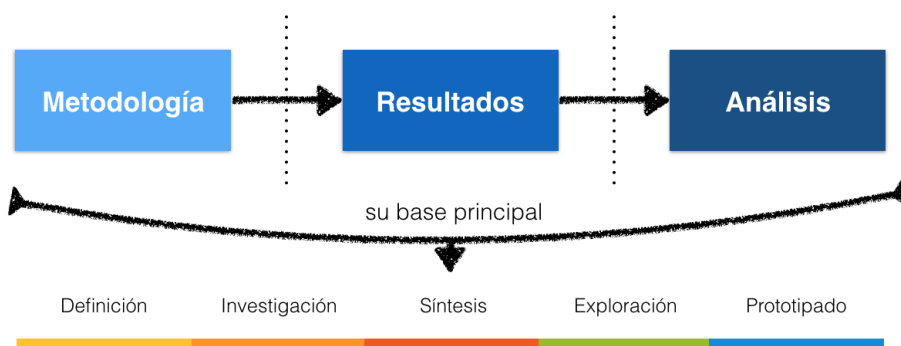
Figura 1.2: Flujo lógico de la investigación presentada.



El flujo completo de la Figura 1.2 se puede detallar de la siguiente forma:

1. **Inicio o primera fase:** representa una introducción y justificación de la razón de ser del proyecto.
2. **Teoría o segunda fase:** establece los conceptos básicos necesarios para la comprensión futura del trabajo. Además añade conocimiento descubierto de investigaciones y productos ya existentes para una mejor idea del área de interés de la salud.
3. **Práctica o tercera fase:** establece lo que se realizó en la investigación en base a los conocimientos teóricos previos. La parte práctica o tercera fase cuenta específicamente con la metodología, resultados y discusión.

Figura 1.3: Flujo lógico de la tercera fase de la investigación o parte práctica.



Esta fase posee su base fundamental en los procesos de *design thinking*, que se observan en la Figura 1.3 y que pueden ser descritos como:

- **Definición:** Establece el objetivo tecnológico del proyecto.
- **Investigación:** Descubre las necesidades del hospital.
- **Síntesis:** Agrupa las necesidades en oportunidades de cambio.
- **Exploración:** Genera ideas a partir de las oportunidades de cambio.
- **Diseño de prototipos:** Selecciona, prueba y refina de forma iterativa las ideas seleccionadas.

Los primeros cuatro procesos anteriores dan lugar a la línea base de problemáticas, necesidades y oportunidades sobre las que se ahonda durante el último proceso de diseño de prototipos.

- 4. Finalización o cuarta fase:** cierra con las conclusiones pertinentes al trabajo realizado y sus respectivas recomendaciones.

2 Objetivos

Por la problemática planteada en la introducción, y con las herramientas determinadas, se plantearon los objetivos presentes.

2.1. Generales

- Aplicar la metodología de diseño *Design thinking* para identificar áreas de necesidad en los hospitales públicos de estudio¹.
- Generar prototipos refinados por medio de la metodología de *Design thinking* y de la tecnología para agilizar la atención al paciente y el manejo de expedientes en los hospitales públicos de estudio.

2.2. Específicos

- Diseñar y prototipar un sistema de asignación de turnos automático en base a las necesidades del hospital.
- Diseñar y prototipar un sistema automatizado que permita a los doctores el ingreso rápido de citas.
- Crear un sistema que permita al paciente comunicarse y hacer llegar sus necesidades al hospital, sin necesidad de estar físicamente cercano.
- Validar el medio más conveniente para el usuario que permita establecer la comunicación entre el paciente y el hospital usando la metodología *Design thinking*.
- Desarrollar un prototipo refinado y de bajo costo que permita medir el peso y talla de niños menores a 12 años, utilizando los datos para generar índices de desnutrición.
- Diseñar un sistema de comunicación que pueda ser utilizado dentro de un hospital público.
- Proponer un prototipo que adecúe el sistema de comunicación al hospital, tomando en cuenta sus características de costo, usabilidad y aporte de valor.
- Diseñar un sistema de información al paciente, el cual de forma automática se va a comunicar con el paciente para recordarle información importante.
- Realizar un prototipo refinado a partir del diseño del sistema de información al paciente.

¹Al inicio del proyecto los objetivos fueron planteados para el hospital de Infectología y Rehabilitación, pero por problemáticas en el transcurso del trabajo el estudio se amplió a los hospitales San Juan de Dios y Roosevelt (ver sección de metodología).

3 Justificación

La importancia social de incorporar tecnología en el área de salud en Guatemala se debe al alza del manejo de información que trae el crecimiento poblacional mencionado anteriormente. Así, se justifica el alcance de este trabajo en el sector público del país, considerando que el 70% de la atención médica es realizada por instituciones de este sector. Además, los recursos con los que se cuentan para realizar este tipo de proyectos, no son los suficientes. Como mencionan Becerril y López (2011), existen otras áreas con prioridad para invertir los recursos, la informática no es una de ellas.

Por estas razones, aplicar la metodología de *design thinking*, podría ayudar a dar beneficios directos en el sector público de salud. Debido a que se enfoca en todos los perfiles humanos involucrados, dando como resultado una solución completa sin necesidad de tantos recursos. Por experiencia personal en desarrollo de software, se comete el error de una poca interacción con los usuarios al momento del desarrollo de la mayoría de plataformas informáticas. Como consecuencia, se deja al desarrollador solo durante el proceso desde el diseño hasta la implementación. En realidad, este trabajo debe ser colaborativo; involucrando a los usuarios finales en el diseño. Por lo tanto, *¿qué mejor forma de diseñar una solución, que los mismos usuarios propongan y verifiquen el desarrollo de la misma?* Adicionalmente a este beneficio, la solución resultante no exigirá que el usuario cambie en gran manera sus hábitos; se adaptará a los recursos y procesos existentes.

4 Marco teórico

Después de una explicación del porqué la realización del trabajo y a lo que se espera llegar, se hace la transición a la siguiente fase teórica. Esta sección marca el inicio de los resultados de investigación previos al desarrollo de la tercera fase, es decir, el trabajo práctico. Su propósito general es brindarle al lector los conocimientos base para comprender todas las herramientas utilizadas. En general, se establecen tres componentes principales: (1) sección teórica, (2) el sistema de salud y (3) tecnologías.

4.1. *Design thinking*

La frase “*design thinking*” fue popularizada por Rowe en 1991, para referirse a las formas en que los diseñadores se acercaban a los problemas de diseño (Gestwicki y McNely, 2012). Actualmente se define como un proceso analítico y creativo que involucra a una persona en las oportunidades de experimentar, crear y generar prototipos de modelos, obtener retroalimentación y rediseñar (Razzouk y Shute, 2012). Este, es un proceso intencional con el fin de llegar a soluciones nuevas y pertinentes que crean impacto positivo (IDEO’s Attributions, 2012). De esta forma, se puede decir que *design thinking* se define en cuatro características principales:

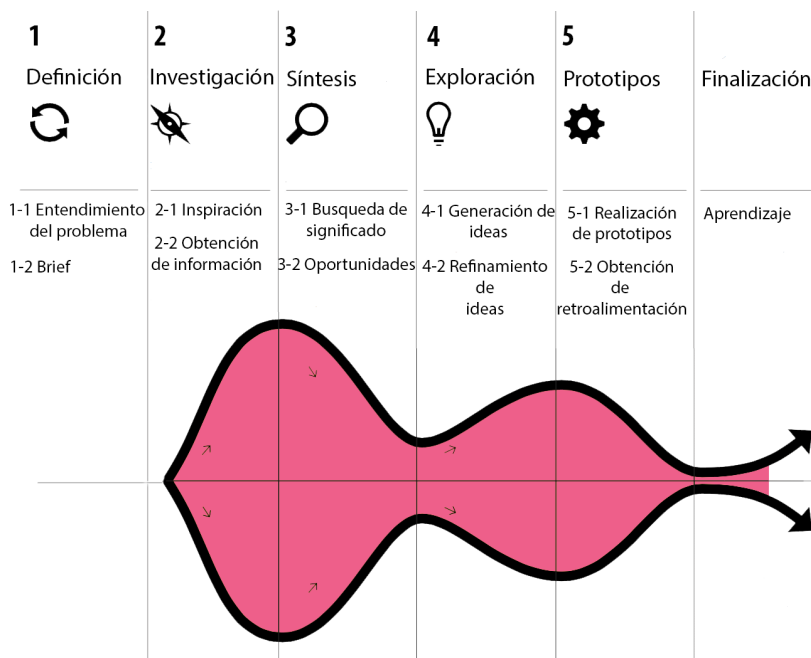
1. Se encuentra centrado en el usuario y comienza desde lo más profundo de la empatía y la comprensión de las necesidades y motivaciones de las personas que componen el mundo cotidiano.
2. Es colaborativo, lo que implica que varias mentes brillantes son siempre más fuerte en la resolución de un reto, que una sola. *Design thinking* se beneficia enormemente de las opiniones de múltiples perspectivas, y la creatividad de los demás.
3. Imparte la creencia fundamental de que todas las personas pueden crear un cambio, sin importar cuán grande es el problema, el tiempo o el presupuesto. No importa qué limitaciones existen a su alrededor, el diseño puede ser un proceso agradable.
4. Es experimental, permite fallar y aprender de los errores, ya que proviene de nuevas ideas, retroalimentaciones e iteraciones. Sin embargo, hay una expectativa subyacente de que los diseñadores deben tender a la perfección, para que no se cometan errores, lo cual lleva a modelos perfectos. Este tipo de expectativa hace que sea difícil tomar riesgos. Limita las

posibilidades de crear un cambio más radical, pero design thinking permite dejar esto atrás y tomar los riesgos necesarios.

Este sobresale por ser iterativo, exploratorio, y a veces un proceso caótico. Además de estas características, hay varios procesos que subyacen el proceso de *design thinking*. El diseño parte de algunas especificaciones abstractas, o lo que es conocido mejor como un *brief*, y termina con la descripción de un producto, que gradualmente se refina. Las especificaciones pueden cambiar en relación a las propuestas o problemas inesperados descubiertos durante el proceso. En este caso, el diseño sigue los ciclos de adaptación mutua entre las especificaciones y soluciones hasta que se alcance una solución definitiva (Razzouk y Shute, 2012).

Así, durante el proceso de diseño en *design thinking* (Figura 4.1), se participa en varios diferentes procesos cognitivos. Se pueden especificar básicamente cinco: (1) definición, (2) investigación, (3) síntesis, (4) exploración y (5) diseño de prototipos.

Figura 4.1: Descripción gráfica del proceso completo de *design thinking* basado en IDEO's Attributions (2012).

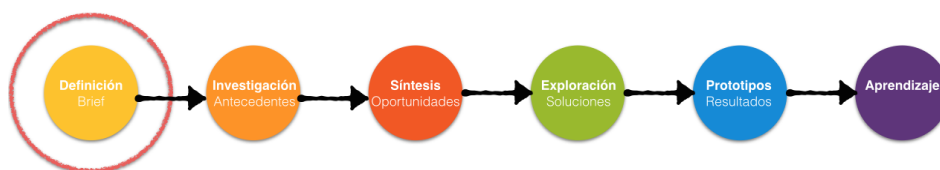


4.1.1. Proceso de definición Esta es la primera etapa de diseño y establece cuál es el problema. Cada proceso de diseño comienza con un problema específico e intencional al que se quiere dirigir el proyecto. A esto se le conoce como el desafío de diseño. Un desafío debe ser accesible, comprensible y aplicable, y debe de poseer un ámbito claro, no demasiado grande o

demasiado pequeño, y no demasiado vago o demasiado simple (IDEO's Attributions, 2012).

Así, si un desafío de diseño se encuentra claramente definido guiará a las preguntas y ayudará a mantenerse en el camino a lo largo del proceso. Esto se alcanza al momento de la escritura de un breve párrafo conocido como un *brief*, que aclara el reto que se va a abordar. Además, captura pensamientos sobre por qué el desafío de diseño es un problema, y lo que será la oportunidad para el diseño (IDEO's Attributions, 2012).

Figura 4.2: Definición en un diseño generado por *design thinking* basado en Ambrose y Harris (2010).

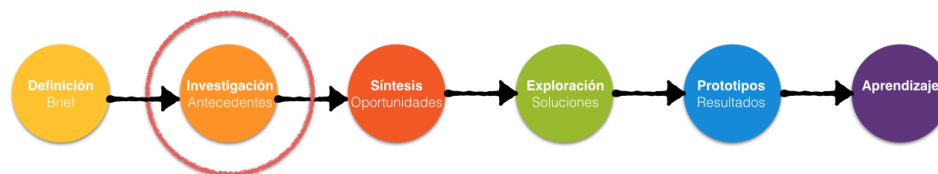


4.1.2. Proceso de investigación El proceso de investigación construye una base sólida para las ideas que se poseen sobre el problema de diseño. Además crea soluciones significativas para el equipo, comenzando con una profunda comprensión de las necesidades. Esta etapa significa tener la posibilidad de nuevas ideas y conseguir inspiración. Con la preparación adecuada, esto puede ser revelador y brindar una buena comprensión del desafío de diseño (IDEO's Attributions, 2012).

Una vez que el resumen o requisito de diseño ha sido definido y acordado, se comienza a buscar información para ser utilizada en el proceso creativo de la etapa de síntesis (Ambrose y Harris, 2010). De esta forma, en este proceso se colecta la información de antecedentes. Para que esto sea posible, existen distintos métodos para la obtención de la información. Entre ellos se puede mencionar:

1. **Benchmarking:** Se investiga sobre soluciones ya existentes y se aprende de ellas.
2. **Construcción de entrevistas semi-estructuradas:** Se realizan guiones de entrevistas para cada tipo de usuario que ha sido definido como objetivo de estudio.
3. **Observación:** Además de las entrevistas, también se pueden realizar observaciones donde se visita el lugar y usuarios a utilizar el producto. Se realiza una toma de notas y de imágenes.

Figura 4.3: Investigación en un diseño generado por *design thinking* basado en Ambrose y Harris (2010).



4.1.3. Proceso de síntesis Aquí, se transforma la información recolectada en una perspectiva interesante. Esta tarea conlleva a encontrar significado y convertirlo en oportunidades viables para el diseño. Se trata de la narración de visitas y entrevistas, así como la clasificación y la condensación de pensamientos hasta que se logró encontrar un punto de vista convincente y una dirección clara (IDEO's Attributions, 2012). El proceso conlleva cuatro pasos importantes (primeras cuatro etapas de la Figura 4.4), que se generan a partir de las codificaciones de la investigación de campo realizada en el proceso de investigación:

Figura 4.4: Evolución de las notas durante el proceso de *design thinking* basado en IDEO's Attributions (2012).

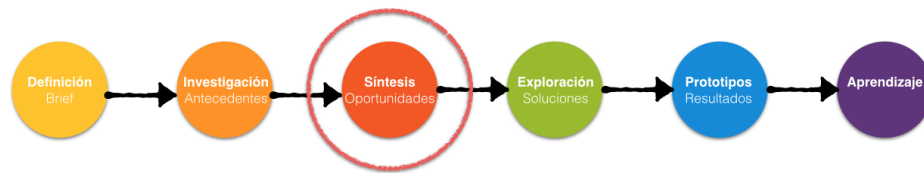


1. **Observaciones:** Se escriben en cada una de las codificaciones, las observaciones importantes que se realizaron. Estas son aprendizajes que contienen los recuerdos de lo que se destacó durante una conversación o una observación: citas directas, anécdotas, notas sobre los sonidos, olores, texturas, colores, etc. Se escriben en oraciones completas para capturar la historia (IDEO's Attributions, 2012).
2. **Temas:** Los temas se crean después de haber organizado las codificaciones en categorías. Son los titulares de grupos de aprendizajes similares (IDEO's Attributions, 2012).
3. **Insights:** A partir de cada tema, se encuentran revelaciones importantes que se pueden intuir del tema. Los insights son una expresión que describen lo que se ha aprendido de las

actividades de investigación de campo. Estas siempre ofrecen una nueva perspectiva, incluso si no son nuevos descubrimientos (IDEO's Attributions, 2012).

4. **Oportunidades de diseño:** Basándose en los insights, se obtiene oportunidades de diseño en forma de pregunta. Estas, son el punto de partida para una sesión de lluvia de ideas en el siguiente proceso de exploración. Están escritas para una respuesta directa de una idea. Además se expresan de una forma optimista y emocionante para la generación de varias ideas (IDEO's Attributions, 2012).

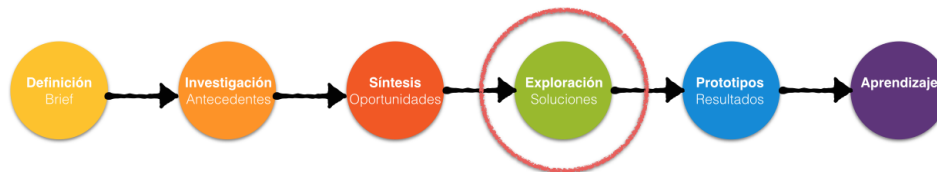
Figura 4.5: Síntesis en un diseño generado por *design thinking* basado en Ambrose y Harris (2010).



4.1.4. Proceso de exploración En esta etapa se dan soluciones potenciales. Se realiza una lluvia de ideas para las oportunidades de diseño encontradas en la etapa anterior y se eligen las mejores a partir de la decisión del equipo de diseño. Aquí se obtienen ya las ideas principales que se van a tomar en cuenta para la creación de los prototipos.

La exploración significa entonces generar un montón de ideas (quinta etapa de la Figura 4.4). Su herramienta principal es la lluvia de ideas, que con una preparación cuidadosa y un conjunto claro de reglas, puede producir cientos de ideas frescas. Esto anima a pensar expansivamente y sin restricciones, dando lugar a ideas locas que despiertan pensamientos visionarios (IDEO's Attributions, 2012).

Figura 4.6: Exploración en un diseño generado por *design thinking* basado en Ambrose y Harris (2010).

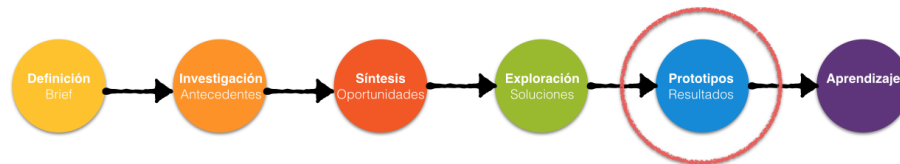


4.1.5. Proceso de diseño de prototipos Por último se da la resolución de las soluciones encontradas. La creación de prototipos es utilizada para la prueba de viabilidad técnica

de la idea de diseño y para su comprobación de funcionamiento como un objeto físico. Además este también prueba los aspectos visuales del diseño y ofrecer la oportunidad de un diseño en tres dimensiones (Ambrose y Harris, 2010).

Por lo tanto, se puede decir que esta fase trae las ideas a la vida. La construcción de prototipos significa hacer las ideas tangibles. Además permite aprender mientras se construyen tales prototipos, para luego compartirlos con los usuarios objetivo. Incluso con prototipos tempranos y ásperos, es posible recibir una respuesta directa y aprender a mejorar y perfeccionar una idea (IDEO's Attributions, 2012). Al realizar el prototipo, se le presenta a los usuarios y se toma realimentación de sus comentarios para la mejora, hasta llegar a un prototipo viable de una forma iterativa.

Figura 4.7: Generación de prototipos en un diseño generado por *design thinking* basado en Ambrose y Harris (2010).



4.2. Teoría de colas

La teoría de colas se encarga de una de las experiencias más desagradables de la vida, la espera. Las colas son bastante comunes en muchos campos, por ejemplo, en la central telefónica, supermercados, estaciones de gasolina, sistemas informáticos, etc. Se menciona la central telefónica en primer lugar, ya que los primeros problemas de teoría de colas fueron relacionados con las llamadas telefónicas. El matemático danés Erlang (1909) fue el primero que trató estos problemas de congestión a comienzos del siglo 20 (Sztrik, 2014).

Figura 4.8: Sistema de colas básico basado en García (2010).



Un sistema de colas se puede describir como “clientes” que llegan en búsqueda de un servicio. Cuando se establece el término cliente se utiliza como un sentido general, significa que puede ser

tanto un ser humano, una pieza, una lista, un proceso, etc. El sistema establece que al momento de la llegada de un cliente, este debe esperar si el servicio no es inmediato o se encuentra disponible y abandonar el sistema una vez ha sido atendido. En algunos casos es posible admitir que los clientes abandonen el sistema si se cansan de esperar (García, 2010).

Para caracterizar a un sistema de colas se deben de identificar las propiedades probabilísticas del flujo de entradas de solicitudes, los tiempos de servicio y las disciplinas de servicio (Sztrik, 2014). Existen seis características básicas que se deben utilizar al momento de describir un sistema de colas (García, 2010): (1) patrón de llegada de los clientes, (2) patrón de servicios de los servidores, (3) disciplina de cola, (4) capacidad del sistema, (5) número de canales de servicios y (6) número de etapas de servicio.

4.2.1. Patrón de llegada de los clientes En una situación habitual, la llegada es estocástica. Esto significa que los clientes llegan, dependiendo de una variable aleatoria. Para esto, es necesario conocer la distribución de probabilidad entre dos llegadas de clientes sucesivas, con la consideración si los clientes llegan independiente o simultáneamente (García, 2010). El proceso de llegada puede ser definida por una distribución de tiempos entre llegadas de los clientes, denotada por $A(t)$, es decir:

$$A(t) = P(\text{tiempo entre llegada} < t) \quad (4.1)$$

Así, los tiempos entre llegadas de clientes se asume que son generalmente independientes y con una distribución idéntica entre las variables aleatorias (Sztrik, 2014).

4.2.2. Patrón de servicios de los servidores Para definir un tiempo de servicio se le debe asociar una función de probabilidad, ya que los servidores pueden tener un tiempo variable (García, 2010). Este, también se puede describir a partir de una variable aleatoria, que es el tiempo de servicio o también conocido como la solicitud de servicio. Su función de distribución se denota por $B(x)$, es decir:

$$B(x) = P(\text{tiempo servicio} < x) \quad (4.2)$$

Se dice entonces que los tiempos de servicio y los tiempos entre llegadas se asumen comúnmente como variables aleatorias independientes (Sztrik, 2014).

4.2.3. Disciplina de cola Esta es la manera en que se ordenan los clientes cuando son servidos entre los otros clientes que se encuentran en la cola (García, 2010). La disciplina de

servicio determina la regla con la que el próximo cliente será seleccionado. Las reglas más utilizadas son (Sztrik, 2014):

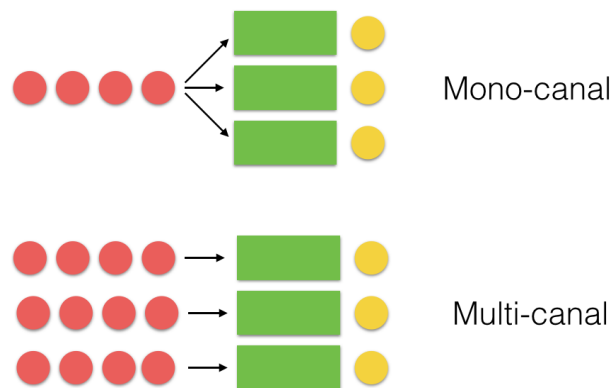
- FIFO: El primer cliente que entra es el primero que sale.
- LIFO: El último cliente que entra es el primero que sale.
- RS: El cliente es seleccionado aleatoriamente.
- Prioridad.

4.2.4. Capacidad del sistema Puede darse el caso de una limitación respecto al número de clientes que pueden esperar en la cola (García, 2010). Los patrones de servicio y la disciplina de cola establecen el número de servidores y la capacidad del sistema, que es el número máximo de clientes alojados en el sistema, incluyendo los que están bajo servicio (Sztrik, 2014).

4.2.5. Número de canales de servicios Los canales de servicios en un sistema de colas se pueden dividir en dos tipos (Figura 4.9):

- Mono-canal: Es el canal donde el servicio es paralelo, una cola alimenta a varios servidores.
- Multi-canal: Es el canal donde las colas son independientes y se asemejan a múltiples sistemas con un solo servidor.

Figura 4.9: Tipos de canales en un sistema de cola basado en García (2010).



4.2.6. Número de etapas de servicio Un sistema de colas puede ser unietapa (cada uno de los servicios se desarrolla por un servidor diferente) o multietapa (el cliente puede pasar por un número de etapas mayor que uno) (García, 2010).

El prototipo generado en la última fase de la metodología tanto de *design thinking* y teoría de colas, sirvió como base para la investigación de la última sección del marco teórico. Actualmente existen muchos sistemas gratis que están siendo utilizados en otras partes del mundo en el área de salud. Por ello, se realizó una búsqueda de todas las plataformas y tecnologías que cumplieran directamente con las funcionalidades requeridas.

4.3. Comunicación

La Comunicación se entiende como el proceso a través del cual dos entidades (o personas) intercambian mensajes verbales o no verbales. Es un proceso continuo, con repeticiones del ciclo de intercambio, con mensajes llevados entre las entidades en ambas direcciones (Management Study Guide, 2013).

4.3.1. Elementos de la comunicación En el proceso de comunicación se pueden identificar distintos componentes, los cuales interactúan de una forma u otra durante el mismo. Los componentes básicos del proceso son:

1. **Emisor:** persona o entidad que envía el mensaje.
2. **Receptor:** persona o entidad que recibe el mensaje.
3. **Mensaje:** es el fragmento de comunicación enviado del emisor al receptor.
4. **Codificador:** el emisor codifica el mensaje utilizando símbolos que puedan representar su significado y lo envía a través del medio.
5. **Decodificador:** paso mediante el cual el receptor interpreta los símbolos enviados por el emisor.
6. **Medio:** mecanismo o ruta que se utiliza para llevar el mensaje de un punto al otro.

Figura 4.10: Partes del proceso de comunicación con base en Management Study Guide (2013).



La efectividad de la comunicación se encuentra ligada a la habilidad del emisor para representar el mensaje con la codificación, la calidad del medio, y la habilidad del receptor para interpretar el mensaje. En un proceso de comunicación el emisor y receptor alternan puestos para intercambiar

mensajes en ambas vías (Management Study Guide, 2013).

4.3.2. Sistemas de comunicación Un sistema de comunicación se refiere a toda la estructura, o marco, sobre el cual se da soporte al intercambio de información. Dichos sistemas se encuentran vinculados a organizaciones, y pueden tener distintos elementos. La comprensión de cada uno de los elementos permite entender los procesos de comunicación de la organización, y hacer más eficiente el intercambio mensajes entre las entidades de la misma (Coiera, 2006).

- **Canal de comunicación:** estrechamente relacionado al medio, se enfoca en las características de ruido, capacidad y la situación en el tiempo con la que se da el intercambio (síncrono o asíncrono).
- **Tipo de mensaje:** dependiendo del tipo de comunicación se pueden identificar mensajes formales, que poseen una estructura definida que se mantiene a lo largo de varias interacciones; y mensajes informales, cuya estructura es cambia entre distintas interacciones.
- **Políticas de comunicación:** las políticas se refieren al conjunto de reglas que limitan, de una u otra forma, al proceso de comunicación. Dichas reglas se enfocan en guardar la información que se transmite durante una interacción, a manera de restringir aspectos que guarden la confidencialidad o integridad de la misma. Por ejemplo, una política podría limitar quiénes tienen acceso a cierta información, o establecer los mecanismos a través de los cuáles se hace disponible la información.
- **Dispositivo de comunicación:** son los elementos a través de los cuales se obtiene acceso al medio, permitiendo abrir un canal de comunicación en el mismo.
- **Modo de interacción:** se refiere a los requisitos que el dispositivo de comunicación impone a la entidad que lo estará utilizando. Puede ser interruptiva, en el cual la entidad debe de dar su atención al mensaje inmediatamente al ser recibido (relacionado a canales síncronos); o no interruptiva, donde la entidad puede elegir el momento en que pone atención al mensaje (relacionado a canales asíncronos).
- **Protocolo de seguridad:** mecanismos que se aplican al proceso de comunicación para evitar que entidades fuera de las que se desea que reciban el mensaje puedan tener acceso al mismo. Se relaciona a procedimientos de cifrado y descifrado, donde se codifica el mensaje y se hace entendible únicamente para los receptores destinados.

4.3.3. Sistemas de comunicación en hospitales Las necesidades de comunicación para un hospital pueden variar muchísimo, sin embargo, es de utilidad separarlas en dos grandes grupos:

- **Necesidades de comunicación intra-organizacional:** donde las interacciones suceden dentro del hospital o entre varios centros de salud de la misma organización.
- **Necesidades de comunicación inter-organizacional:** donde las interacciones se dan entre distintas organizaciones.

Conforme la atención de un paciente se da de una manera “compartida”, más personas de distintas especialidades participan en la solución de problemas del mismo. Es por ello que la adopción de un modelo de atención de este tipo requiere la orquestación de actividades de la manera más efectiva posible. Ejemplos de esto son: ordenar estudios de laboratorio, recibir reportes, documentar hallazgos, establecer recetas de medicamentos, etc (Coiera, 2006).

Adicionalmente, es importante notar que la comunicación puede darse de varias formas y de contenidos distintos. Tomando en cuenta los canales de comunicación y tipos de mensajes, discutidos en la sección anterior, se pueden citar algunos ejemplos de las combinaciones de los mensajes a intercambiarse dentro de un ambiente hospitalario como se detalla en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1: Ejemplos de mensajes a intercambiarse en ambiente hospitalario, según canal y tipo.

Canal \ Tipo	Sonido	Imagen	Datos
Síncrono	Telefonía	Video-conferencia	Documetos compartidos, pizarra electrónica compartida
Asíncrono	Correo de voz	Fotografías, imágenes generadas por computadora	Fax, correo electrónico, localizador

(Coiera, 2006)

4.3.4. Telecomunicaciones en Guatemala En Guatemala, la distribución de medios de comunicación es, sorprendentemente, uno de sus indicadores más fuertes, con gran porcentaje de cobertura y desarrollo incluso en relación con países más avanzados tecnológicamente. Los apartados de infraestructura han crecido de forma bastante acelerada en los últimos años (Schwab, 2014).

4.3.4.1. Telefonía fija En el aspecto de telefonía fija, existen 12 líneas telefónicas fijas por cada 100 habitantes (Schwab, 2014), con casi el 80 % concentrado en la ciudad capital. La distribución exacta se encuentra ilustrada en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2: Distribución geográfica de Líneas Fijas, según SIT (2013).

Departamento	Cantidad de Líneas
Alta Verapaz	16,075
Baja Verapaz	8,676
Chimaltenango	20,634
Chiquimula	16,726
Escuintla	42,833
Guatemala	1,450,860
Huehuetenango	22,268
Izabal	21,758
Jalapa	8,992
Jutiapa	15,883
El Petén	9,658
El Progreso	7,809
Quetzaltenango	69,495
Quiché	10,445
Retalhuleu	15,531
Sacatepéquez	31,903
San Marcos	23,988
Santa Rosa	9,523
Sololá	9,790
Suchitepéquez	21,464
Totonicapán	10,755
Zacapa	18,176
Total	1,863,052

4.3.4.2. Telefonía Móvil En cuanto a la telefonía móvil, se puede observar en el Cuadro 4.3 la cantidad total. Según Schwab (2014), Guatemala ocupa el lugar 32 en el mundo con más conexiones móviles: 140 por cada 100 habitantes.

Cuadro 4.3: Cantidad de líneas telefónicas móviles, según SIT (2013).

Tipo	Total
De crédito	1,083,647
Prepago	20,632,710
Total	21,716,357

4.3.4.3. Internet En el apartado de conexiones a internet, Guatemala tiene mucho espacio por cubrir: solo 19.7% de la población tiene acceso a internet. Las conexiones de banda ancha a internet fijo se cuentan a 1.8 por cada 100 habitantes, y las conexiones móviles de banda ancha rondan los 4.4 por cada 100 habitantes (Schwab, 2014).

Según AGN (2014), la proporción de población con internet ronda el 12.8%. La gran mayoría son del área urbana, de los cuales el 27% tiene conexión a internet, mientras que solo el 7% de las personas de áreas rurales tienen acceso a este servicio. Estos números, reporta AGN (2014), colocan a Guatemala por encima de países como Honduras y Nicaragua, pero por debajo de Costa Rica y Panamá.

4.3.5. Medios de comunicación

4.3.5.1. Respuesta de voz interactiva IVR Todo el que posee un teléfono está familiarizado con las operadoras automáticas que contestan llamadas, que instruyen con un menú de opciones, y redirigen las llamadas a otro lugar. El siguiente diálogo es muy común: “Para ventas, presione 1, para información, presione 2”. Estos sistemas proveen respuestas a los que llaman con base en la opción que eligen. Usualmente, se encuentran disponibles las 24 horas del día, beneficiando a los negocios con el ahorro de recursos. Otro ejemplo bastante común, es el buzón de voz el cual se encarga de responder a las llamadas cuando el dueño del teléfono no se encuentra disponible. De esta forma, permite al que llama dejar mensajes grabados para que el usuario los revise en el momento que desee (Egan, 1993; Yarberry, 2002).

Los sistemas de respuesta de voz interactiva (IVR), los cuales sustituyen a un operador humano en el teléfono, empezaron a entrar por primera vez en el mercado en los años 1970 (Witten y Madams, 1977). Los primeros, recibían como entrada de datos al presionar los botones del teléfono llamados, técnica conocida como marcación por tonos. Para el año 1993, en Estados Unidos el 97% de compañías ya no contestaban las llamadas con un recepcionista, sino que el IVR se encargaba de redirigir todas las llamadas entrantes (Moller y Bort, 1993).

Respuesta de voz interactiva, o IVR, es la tecnología que permite a los usuarios interactuar con un conjunto de mensajes pregrabados utilizando su celular o teléfono móvil. El IVR puede actuar como emisor o receptor, es decir, que puede iniciar la llamada o esperar recibir una de un humano. En cualquiera de los casos, el usuario humano puede enviarle información al IVR utilizando las teclas del celular, o hablándole comandos si es que posee reconocimiento de voz (Egan, 1993; Grover; *et al.*, 2012; Noar y Harrington, 2012).

Un IVR es una interfaz entre la persona que llama y una base de datos de una computadora. En una interfaz tradicional, el IVR lleva una estructura ordenada de la llamada dependiendo de la información que el usuario le envíe. Esta interacción es posible porque la interfaz hace uso de mensajes pregrabados correspondientes a lo que el usuario solicitó. Por ejemplo, el que llama puede realizar transacciones a una base de datos y recibir información de su interés (Egan, 1993; Noar y Harrington, 2012). Las características principales de un sistema IVR son las siguientes:

1. **Servicio de identificación de número marcado:** el sistema puede ejecutar funciones como proveer información específica basada en el número que el usuario marcó (Yarberry, 2002).
2. **Sistema de marcación por tonos:** permite al usuario enviar información utilizando el teclado de los teléfonos que consiste en una matriz de 4x4 botones. Al usuario marcar uno de los botones, se envían 2 frecuencias una indicando la fila y la otra la columna (Kuo, Lee y Tian, 2006).
3. **Reconocimiento automático del habla:** el usuario puede hablar palabras claves como entrada de datos, en vez del uso de los botones del teléfono (Yarberry, 2002).
4. **Convertor texto-voz:** con este servicio no tienen que existir archivos pregrabados, sino que en tiempo real la información puede ser transmitida al usuario (Dutoit, 1997).

El uso de del sistema IVR en una organización, aumenta su disponibilidad debido a que el sistema se encuentra funcionando las 24 horas del día. El cliente puede solicitar información en cualquier momento (Egan, 1993). De esta forma, el sistema automatiza las tareas repetitivas incluso en horas pico. Además, el costo por transacción del IVR a comparación de un humano es mucho más bajo, con la capacidad de sostener múltiples llamadas al mismo tiempo. Según un estudio realizado en el 2001, el grupo Gartner reportó que el costo promedio por transacción humana era de \$5.50 versus \$0.40 para un sistema IVR (Yarberry, 2002).

Uno de los beneficios del uso de una base de datos es que la mayoría de estos sistemas reconoce al usuario que está llamando por medio de un número de identificación único. Lo importante de estos sistemas es que alimentan la base de datos específica de un usuario. Funcionalidad que trae beneficios a las empresas que lo utilizan, ya que en base a esta interacción mejoran su atención al cliente (Egan, 1993).

Por otro lado, el uso de IVR para el área de salud trae varias ventajas. De las primeras es que el uso de teléfonos móviles se ha incrementado rápidamente en todo el mundo. Por ello es fácil

contactar a un paciente vía teléfono móvil y además las llamadas que reciben los pacientes no tienen ningún costo (Noar y Harrington, 2012). Adicionalmente, estos sistemas son exitosos porque la entrada de datos es simple, haciendo uso de los botones del teléfono o hablando comandos (Yarberry, 2002).

4.3.5.2. Servicio de mensajes cortos SMS Un mensaje de texto es un mensaje que contiene como máximo aproximadamente 160 caracteres, que es enviado desde un teléfono móvil hacia otro, o desde una operadora hacia un teléfono móvil vía SMS (Noar y Harrington, 2012). Los mensajes de texto son una herramienta económica para comunicarse, enviar recordatorios y otro tipo de información corta. Además, tienen varios beneficios en comparación con el uso de llamadas. Entre estos, que el contenido del mensaje queda registrado en el móvil.

Se cree que el primer mensaje enviado en Europa a través de una computadora hacia un teléfono móvil se dio en el mes de diciembre de 1992 (Trisby, Holley y Harris, 2010). Sin embargo, el desarrollo tuvo que haber comenzado aproximadamente en el año 1980. Un grupo pequeño de trabajadores se dedicó a hacer uso de la tecnología que para ese entonces existía en el área de telecomunicaciones y redes.

La estructura del mensaje de texto es muy similar al contenido de un correo electrónico, excepto que el mensaje no contiene un campo para especificar el asunto. La ventaja del uso de mensajes de texto es que todos los teléfonos móviles cuentan con esta funcionalidad y no existen limitaciones con respecto a operadoras. Además, los mensajes se pueden enviar de un usuario a otro, por medio de un móvil, computadora o un servidor (Herrera, 2012).

Entre los dispositivos que se pueden utilizar para hacer uso del servicio de mensajes cortos, se encuentra el módem del sistema global para las comunicaciones móviles. GSM es un sistema estándar de telefonía móvil que maneja tráfico de voz y datos, el cual es codificado de forma digital previo a ser transmitido (Dunlop; *et al.*, 2013). Una instancia de GSM puede conectarse por medio de un dispositivo a la computadora para poder enviar y recibir mensajes de texto, correos electrónicos y otros servicios.

Una de las características del GSM es el módulo de identificación de suscripción conocido como tarjeta SIM la cual se introduce en un dispositivo móvil o en un módem. Esta tarjeta guarda la información del suscriptor para que pueda hacer uso de un servicio y la red lo reconozca. Una de las principales funciones de esta tarjeta es que identifica al suscriptor y le brinda un sistema de autenticación, almacenamiento de datos y el uso de ciertas aplicaciones (Dhanshetti, 2015). El

principal beneficio es que la tarjeta no depende de la arquitectura del teléfono móvil, y por lo tanto puede ser trasladada de dispositivo en dispositivo.

4.3.5.3. Correo electrónico El correo electrónico es un mensaje el cual es enviado haciendo uso de Internet. La principal ventaja del uso de correo electrónico es que la comunicación es asíncrona. El uso de este medio se hizo público a mediados del año 1990, a pesar de que el concepto fue creado aproximadamente en el año 1863 por medio del uso de teléfono y el telégrafo. El primer mensaje se envió en el año 1971, el uso de esta tecnología se mantuvo en secreto durante 20 años por el gobierno de Estados Unidos (Frehner, 2008). La estructura de un correo electrónico con el tiempo se ha ido estandarizando y formalizando dependiendo del programa que lo crea. Cada correo tiene por lo menos un encabezado, contenido y una firma opcional; el encabezado contiene, entre otros campos, la fecha y el correo del emisor, que el programa se encarga de enviar.

La ventaja del correo electrónico es que el contenido es seguro que va a llegarle al remitente. Otro beneficio es que se puede utilizar para enviar correos a múltiples pacientes a un bajo costo. El contacto con el paciente puede ser inmediato y la cantidad de información a enviar puede ser en grandes cantidades (Blakely y Timmons, 2008). La desventaja está en que hay usuarios que no tienen todo el tiempo acceso a Internet. Lo cual aplaza la comunicación entre el hospital y un paciente, ya que si un paciente debe ir a un café Internet para acceder a su correo electrónico, puede resultar que la información en ese momento ya no le sea de utilidad. Otra desventaja es que no todos los pacientes en los hospitales poseen uno, y si lo tienen, no hacen uso del mismo.

4.3.5.4. Aplicación móvil Una aplicación móvil es software diseñado específicamente para un teléfono móvil. La cantidad de aplicaciones desarrolladas en los últimos años ha aumentado exageradamente. A pesar de los programas que ya trae instalados el móvil, miles de aplicaciones han sido desarrolladas por terceros. Por ejemplo, los usuarios de iPhone pueden descargar más aplicaciones en la tienda de Apple, al igual que los de Android, de la tienda Google Play. Todas estas aplicaciones pueden ser gratis o tener algún costo, pero siempre se pueden incluir en una categoría. Los principales grupos de aplicaciones son sobre libros, finanzas, entretenimiento, juegos, salud, música, fotografía, clima, redes sociales, deportes y viajes (Stair y Reynolds, 2015).

El número de aplicaciones en el área de salud ha ido aumentando con los años con el fin de mejorar la relación entre el paciente y hospital reduciendo costos y tiempo. Según (Yetisen; *et al.*, 2014) debido a este incremento de aplicaciones en el año 2013 la asociación de drogas y comidas comenzó a regularlas con el fin de proteger a los consumidores con los riesgos que conlleva el uso

de ellas.

Una de las desventajas del uso de aplicaciones es que los usuarios las descargan, y no tienen el conocimiento para discernir si son seguras con respecto a su información privada. El estudio (Huckvale; *et al.*, 2015) reveló que el 89 % de las aplicaciones móviles evaluadas transmiten información a servicios en línea, ninguna aplicación encripta la información que guarda localmente, y el 66 % (23/35) envía información por Internet sin encriptar. El beneficio que brindan las aplicaciones no sólo son de reducción de costos y tiempo, sino de la utilidad de la información que ayuda a mejorar su salud. Sin embargo, para evitar la usurpación de información privada se recomienda que previo a la instalación de una aplicación se evalúe con un experto en informática.

4.4. Seguridad de la información

El enfoque en la seguridad de la información ha tenido un gran auge en los últimos años, y por ello, de forma creciente se ha incluido dentro de las prácticas diarias la conciencia en seguridad. La razón de esto es el incremento en la complejidad de los sistemas, el valor de la información depositado en ellos y la información mediática con respecto a incidentes de seguridad. El robo de información tiene distinto impacto según el tipo de industria, que puede ir desde pérdida monetaria o mala reputación hasta ser sujetos de acciones legales por divulgación de contenido confidencial. En el caso particular del sector sanitario se hace evidente la necesidad de proteger los datos de los pacientes, sobre todo si dicha información se encuentra almacenada en forma digital.

Anualmente se realizan extensos análisis sobre brechas de seguridad. Uno de los más importantes es el DBIR (*Data Breach Investigations Report*), publicado por Verizon, donde se muestran los resultados del estudio realizado con las brechas e incidentes reportados por las organizaciones contribuyentes del año anterior. En el año 2015 se registraron 79,790 incidentes de seguridad y 2,122 brechas de seguridad confirmadas, los cuales fueron reportados por 70 organizaciones contribuyentes a lo largo de 61 países (Verizon, 2015). Este informe distingue la definición de **incidente de seguridad** como:

« cualquier evento que comprometa la confidencialidad, integridad o disponibilidad de un activo de información. »

Mientras que una **brecha de seguridad** lo define como:

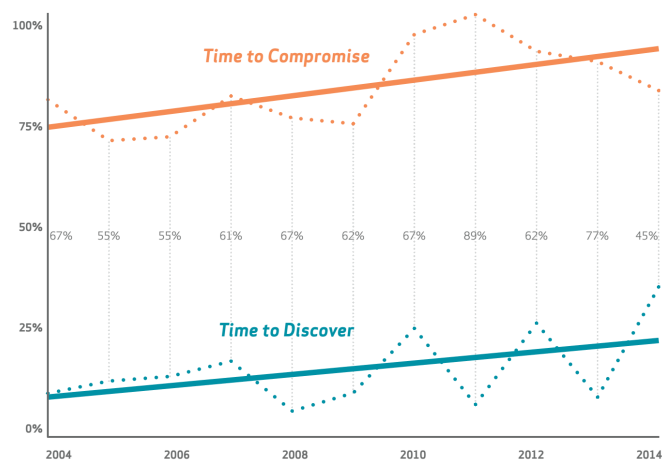
« un incidente que resultó en la divulgación confirmada a una entidad no autorizada. »

Uno de los principales problemas con la seguridad de la información es el monitoreo de las actividades maliciosas. Es común identificar a muchas organizaciones que suponen la falta de la identificación de un incidente de seguridad equivale a nunca haber sido atacados. No obstante, es más común el caso de haber sufrido una brecha de seguridad sin haberse detectado por completo. Dentro del DBIR 2015 se describe en un apartado la diferencia entre el tiempo en que se realiza un compromiso de la seguridad al tiempo empleado para identificar el problema (ver figura 4.11). La línea naranja muestra el porcentaje de ataques que se perpetraron efectivamente en "días o menos"; la azul muestra el porcentaje de incidentes que fueron detectados por la organización, de la misma manera, en "días o menos" (Verizon, 2015).

La aclaración anterior se hace para dar el énfasis en que la seguridad es un proceso constante. No basta con resguardar los datos en un recinto seguro, sino que se deben de implementar controles que permitan evitar, detectar y recuperar, a una organización, de las posibles amenazas a las que se encuentra expuesta su información.

à

Figura 4.11: Gráfica que compara el tiempo en que se realiza un incidente o brecha de seguridad y el tiempo en que se detectó. Los valores muestran el porcentaje de casos en donde el tiempo fue "días o menos", según Verizon (2015).



La Figura 4.12 muestra los nueve patrones en los que el DBIR 2015 (Verizon, 2015) clasifica los incidentes de seguridad, según los casos registrados en el año 2014. Dichos patrones resumen la evolución de las técnicas y métodos en que se realizan los ataques, dando una pista sobre el posible impacto de su ejecución. La evolución de los patrones puede verse en la Figura 4.13.

Figura 4.12: Resumen de los principales patrones entre los que se clasifican los incidentes de seguridad, según Verizon (2015).

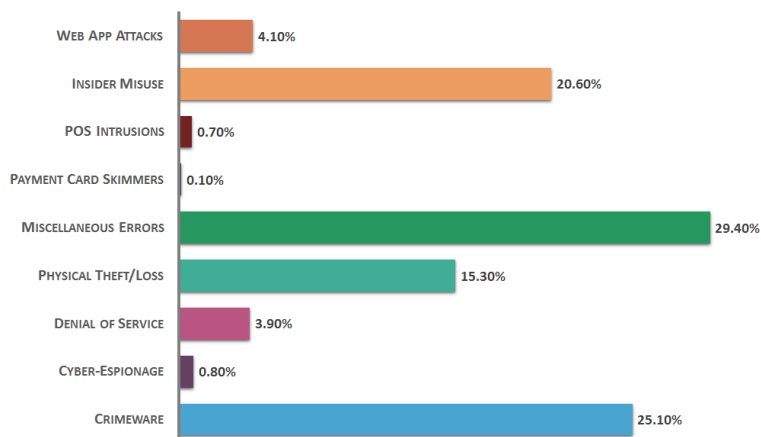
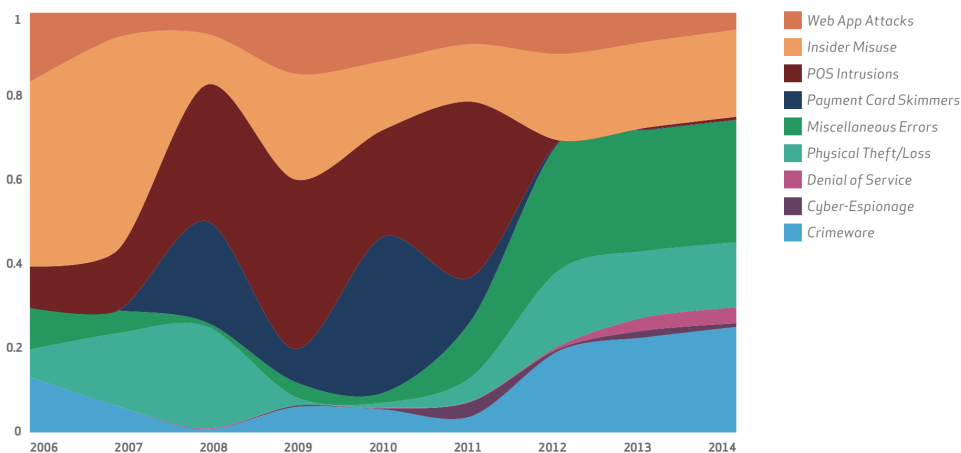


Figura 4.13: Resumen de los principales patrones a lo largo del tiempo entre los que se clasifican los incidentes de seguridad, según Verizon (2015).



Estos patrones se definen como:

- **POS intrusions** (*Intrusiones a Puntos de Venta*): ataques dirigidos a los puntos de venta para tarjetas de crédito, teniendo como consecuencia la divulgación de información referente a clientes y datos de pago.
- **Payment Card Skimmers** (*Skimmer para Tarjetas de Pago*): *skimmer* es un término anglicano utilizado para referirse a instrumentos que se colocan en cajeros automáticos y bombas de gasolina para capturar datos de pago.
- **Crimeware**: hace referencia a ataques que se llevan a cabo mediante la utilización de software malicioso que se distribuye en las computadoras objetivos para obtener acceso a las mismas,

capturar información o lograr otros efectos.

- **Web app attacks** (*Ataques a aplicaciones Web*): en general, ataques dirigidos a aplicaciones públicas (o privadas) basadas en tecnologías web.
- **Denial of service** (*Denegación de Servicio*): este tipo de ataques tienen como objetivo afectar la disponibilidad de los sistemas afectados, ya sea a través de una sobrecarga de los mismos o aprovechando vulnerabilidades que impidan su uso y acceso.
- **Insider misuse** (*Abuso de privilegios internos*): parte de los ataques realizados por el personal interno de una organización, que se encuentra fuera del alcance de los mecanismos de seguridad perimetral.
- **Miscellaneous errors** (*Errores varios*): se refiere a errores de tipo accidental que son pivotes para un ataque de mayor impacto o representan un incidente de seguridad por sí mismos.
- **Cyber-espionage** (*Cyber-Espionaje*): hace referencia a ataques cuyo objetivo es espionaje de tipo industrial, nacional o internacional. Muchos de estos son atribuidos a esta categoría por su objetivo, puesto que los atacantes no son normalmente atribuidos.

4.4.1. Requerimientos de seguridad La pregunta subsecuente es ¿qué hacer primero para asegurar una organización? Sabiendo que no solo es útil sino que necesario implementar controles de seguridad que disminuyan la probabilidad o el impacto de los riesgos posibles a los que se expone una organización, determinar cuál es el primer paso, a qué dar prioridad y qué hacer dentro de las restricciones de recursos puede ser una tarea muy compleja. Por esta razón distintas organizaciones, tanto privadas como estatales, han construido marcos de trabajo para el descubrimiento, análisis y tratamiento de los riesgos. NIST (*National Institute of Standards and Technology*) propuso un marco para fortalecer la resistencia y capacidad de adaptación de la infraestructura tecnológica mediante “una aproximación priorizada, flexible, repetible, basada en desempeño y efectiva en cuanto a costos” (Nist, 2014).

El marco propuesto por NIST se enfoca en guiar las actividades de ciberseguridad en base a las necesidades del negocio, a manera que sean incluidas dentro del proceso de manejo de riesgos organizacional. Este se compone de tres partes: Marco esencial, Perfiles y Niveles de Implementación. El marco esencial es el más general de todos, e introduce las actividades y referencias que son comunes a lo largo de sectores con infraestructura crítica. Los perfiles proveen detalle para la especialización de las actividades en base a los requerimientos del negocio, tolerancia de riesgo y recursos. Finalmente, los niveles de implementación consideran un mecanismo para que las organizaciones puedan observar y entender las características de su aproximación para el manejo de

riesgo (Nist, 2014).

4.4.1.1. Marco esencial El marco esencial provee una serie de actividades que permiten llegar a los objetivos necesarios, no obstante, no representa un lista de verificación donde todo debe ser cumplido al pie de la letra. La selección de las actividades es objetivo de la construcción del perfil para la organización. El marco esencial se divide en cuatro elementos (Nist, 2014):

Cuadro 4.4: Relación entre funciones y categorías, según el marco esencial de Nist (2014).

Identificar	Gestión de activos Entorno organizacional Gobierno Evaluación de riesgos Estrategia de evaluación de riesgos
Proteger	Control de acceso Concientización y entrenamiento Seguridad de datos Procesos y procedimientos de protección de la información Mantenimiento Tecnología protectora
Detectar	Anomalías y eventos Monitoreo continuo de seguridad Procesos de detección
Responder	Plan de respuesta Comunicaciones Análisis Mitigación Mejoras
Recuperar	Plan de recuperación Mejoras Comunicaciones

- **Funciones:** organizan las actividades en su nivel más alto, las cuales ayudan a la organización a expresar la gestión de riesgo organizando la información disponible. Las funciones son Identificar, Proteger, Detectar, Responder y Recuperar, y se puede ver su relación con las categorías en el Cuadro 4.4.
- **Categorías:** representan los elementos en los que se dividen las funciones según el objetivo de seguridad que se requiere y las actividades relacionadas. Su relación con las funciones puede verse en el Cuadro 4.4.
- **Subcategorías:** dividen a cada una de las categorías en objetivos técnicos o actividades de gestión más detalladas, por lo que ayudan a completar los objetivos de las categorías. Es de notar que la lista propuesta por NIST no es exhaustiva, y actividades adicionales

deben de ser incluídas para obtener alinear las actividades con los objetivos estratégicos de la organización.

- **Referencias informativas:** realizan una referencia cruzada con estándares, guías y mejores prácticas de la industria que ilustran el método a utilizar para lograr los objetivos de cada subcategoría.

Las funciones de seguridad no representan un camino lineal, donde cada elemento es consecuencia del anterior, sino que pueden ser realizadas de forma concurrente y continua a manera de formar una cultura de seguridad en la organización. El listado completo de referencias y subcategorías para cada una de las funciones puede ser consultado en (Nist, 2014). A continuación se da una breve definición de cada una de la funciones:

- **Identificar:** desarrollar el entendimiento organizacional para gestionar los riesgos de ciberseguridad hacia los sistemas, activos, datos y capacidades.
- **Proteger:** desarrollar e implementar las salvaguardas apropiadas para asegurar la entrega de servicios críticos de infraestructura.
- **Detectar:** desarrollar e implementar las actividades apropiadas para identificar la ocurrencia de un incidente de seguridad.
- **Responder:** desarrollar e implementar las actividades apropiadas para tomar acción con respecto a incidentes de seguridad detectados.
- **Recuperar:** desarrollar e implementar las actividades apropiadas para mantener planes de respuesta y recuperación, a manera de restaurar cualquier capacidad o servicio que fueron dañados durante el incidente de seguridad.

4.4.1.2. Niveles de implementación Los niveles de implementación proveen contexto hacia la visión organizacional del manejo de riesgo. Estos describen con un grado incremental de rigor y sofisticación las prácticas implementadas para la gestión de riesgo, y la extensión de las mismas. Mientras que estos niveles no representan un grado de madurez, el progreso de un nivel al siguiente es alentado cuando dicho cambio podría reducir el riesgo de seguridad de la organización al mismo tiempo que se hace un uso efectivo de los recursos. Por ende, el éxito en la implementación del marco de seguridad se basa en el logro de los objetivos descritos en el perfil de la organización, y no en la determinación del nivel. Los niveles propuestos por Nist (2014) son:

- **Nivel 1:** Parcial
- **Nivel 2:** Informado de riesgo

- **Nivel 3:** Repetible
- **Nivel 4:** Adaptable

Cada uno de estos niveles se define en base al desarrollo de la organización según los procesos de gestión de riesgo, el programa de gestión integrado de riesgo y la participación externa.

4.4.1.3. Perfiles Finalmente, el perfil está dado como la alineación de las funciones, categorías y subcategorías con los requisitos del negocio, tolerancia de riesgo y recursos de la organización. Es en esta área donde se establece una ruta de trabajo para reducir el riesgo de seguridad en base a los objetivos organizacionales, tomando en cuenta los requisitos legales/regulatorios y las mejores prácticas de la industria. Adicionalmente, pueden definirse varios perfiles que puedan ayudar a organizar los pasos a realizar. Por ejemplo, puede definirse el perfil *actual* como el estado en que se encuentra la organización en el momento de realizado el análisis, y luego definir el perfil *objetivo* con lo que se esperaría lograr en un tiempo dado. El análisis de brecha realizado entre los dos perfiles daría la ruta a recorrer para alcanzar las metas del perfil (Nist, 2014).

4.4.2. Regla de seguridad HIPAA La seguridad tiene un peso particularmente importante en el sector sanitario. Una brecha de seguridad que exponga datos de pacientes puede representar un daño fuerte de reputación para un hospital, y la consecuente merma monetaria por la disminución en la cantidad de pacientes que llegan. No obstante, para los pacientes cuya información de salud fue filtrada puede tener serias represalias. Estos pueden encontrarse expuestos a discriminación debido a condiciones que padecen, dificultades para conseguir trabajo, acoso, chantaje, etc. Es por ello que el enfoque de seguridad en este sector debe tener una especial atención. Por esta razón, la Secretaría de Salud y Servicios Humanos (HHS) de los Estados Unidos publicó en el año 2003 la regla de seguridad HIPAA (*Health Insurance Portability and Accountability Act*) para determinar la línea base que deben de cumplir las entidades de salud con respecto a sus activos de información (Scholl; *et al.*, 2008).

La regla de seguridad HIPAA tiene el enfoque único y exclusivo de salvaguardar la Información Electrónica Protegida de Salud (*EPHI - Electronic Protected Health Information*). La protección se extiende hacia la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información, tal y como se define en la regla misma, sobre las entidades dentro del alcance. Mientras que la regla aplica de forma obligatoria a las entidades dentro del alcance de la misma, presenta una sólida línea base sobre la cuál entidades de salud pueden establecer sus procesos de seguridad informática. Las entidades cubiertas de manera obligatoria por la regla son (Scholl; *et al.*, 2008):

- Proveedores de servicios médicos o relacionados a la salud que proveen o transmiten cualquier

información de salud como parte de una transacción sobre la que la HHS ha adoptado un estándar.

- Cualquier individuo o grupo que provee o paga por cuidado médico.
- Entidades públicas o privadas que procesan las transacciones de información de salud para otras entidades, de un formato estándar a uno no estándar, o viceversa.
- Entidades no gubernamentales que ofrecen programas de descuento sobre medicinas bajo la ley estadounidense *Medicare Modernization Act*.

Las definiciones de confidencialidad, integridad y disponibilidad se encuentran definidas por la regla como:

« **Confidencialidad** es la propiedad que los datos o información no se vea disponible o revelada a personas o procesos no autorizados. »

« **Integridad** es la propiedad que los datos o información no se vean alterados o destruidos de manera no autorizada. »

« **Disponibilidad** es la propiedad que los datos o información sea accesible y utilizable bajo demanda por parte de una persona autorizada. »

La regla de seguridad HIPAA se divide en seis secciones en donde establece elementos requeridos y elementos abordables. Los elementos requeridos son parte del estándar y las entidades dentro del alcance de la regla deben cumplir de forma obligatoria. Los elementos abordables son aquellos bajo los cuales la entidad debe realizar una evaluación para determinar si la especificación de la implementación del elemento es razonable o no, tomando la decisión de implementarlo o no. Las secciones de HIPAA son (Scholl; *et al.*, 2008):

1. **Estándares de seguridad, reglas generales:** incluye los requerimientos generales que todas las entidades cubiertas deben cumplir.
2. **Salvaguardas administrativas:** se definen las acciones, políticas y procedimientos para gestionar la selección, desarrollo, implementación y mantenimiento de las medidas de seguridad para proteger información electrónica protegida de salud.
3. **Salvaguardas físicas:** se definen las medidas, políticas y procedimientos físicos para proteger los sistemas, equipos y edificios que soportan el manejo de información electrónica de desastres naturales, peligros ambientales e intrusiones no autorizadas.

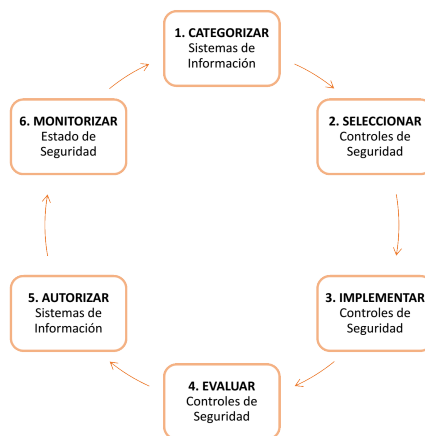
4. **Salvaguardas técnicas:** se definen la tecnología, políticas y procedimientos para proteger la información protegida de salud y controlar su acceso.
5. **Requerimientos organizacionales:** incluye estándares para los contratos y arreglos de negocio.
6. **Políticas, procedimientos y requisitos documentales:** incluye los requisitos de implementación para políticas y procedimientos apropiadas para cumplir con los requerimientos; el mantenimiento de documentación escrita y registros que incluyan las políticas, procesos, acciones, actividades y evaluaciones requeridas por la regla.

La columna vertebral de la implementación de un marco de referencia para la seguridad de la información se basa en la correcta gestión de riesgos organizacionales. Una adecuada gestión permite incrementar la visibilidad de las necesidades del negocio, la situación actual, los objetivos y las prioridades. Es por ello que NIST propone, de forma paralela, un Marco de Gestión de Riesgo (*RMF - Risk Management Framework*) a través del cual se facilita el análisis de las fases de HIPAA. Citando al documento de Scholl; *et al.* (2008):

« la regla de seguridad HIPAA es todo sobre el efectivo manejo de riesgo para proteger la información electrónica protegida de salud de efectiva y adecuadamente »

El Marco de Gestión de Riesgo de NIST se basa en seis pasos secuenciales sobre los que se implanta, implementa, evalúa y monitorea el marco de trabajo para la gestión de riesgo (Scholl; *et al.*, 2008). Este marco se resume en la figura 4.14.

Figura 4.14: Resumen de los pasos del marco de gestión de riesgo de NIST, según Scholl; *et al.* (2008).



4.5. Historia clínica

Toda la estructura organizacional del sector hospitalario nacional utiliza documentos específicos para sustentar los procesos que realiza. Principalmente, en todas las organizaciones de salud se documenta el historial médico de un paciente. Este debería estar estandarizado para todos, sin embargo, cada institución ha adoptado una versión de acuerdo a la información que administra. El expediente médico como mínimo debe contener los signos vitales, evolución, indicaciones médicas, notas de enfermería, hojas de admisión, y exámenes clínicos del paciente. Como siguiente punto se provee una descripción a detalle de cada una de las hojas que compone a un expediente médico estándar.

4.5.1. Descripción La historia clínica, también conocida como expediente clínico o historial médico, es un documento que permite documentar los eventos médicos de un paciente. Por lo tanto, idealmente, debe de ser única, integrada y acumulativa. No obstante, en la realidad, puede ser privativa y pertenecer a una institución en particular (Acevedo y Alvarado, 2008; Castro y Gámez, 2002).

Los principales objetivos de la Historia Clínica es llevar el registro de los eventos médicos del paciente, facilitar el acceso a la información del paciente a otros trabajadores de la salud, y establecer una buena relación entre clínico y paciente (llamado también *rapport*). En el expediente se anotan todos los problemas identificados por el médico, el razonamiento de los posibles diagnósticos, el encauzamiento de los análisis de laboratorio, de imágenes, biopsias, trazos, endoscopías, etc. que permitan llegar al diagnóstico definitivo. Adicionalmente se anotan las medidas en el tratamiento y los cambios que resultan de dicho tratamiento. Teniendo a mano la evolución del paciente se hace posible plantear nuevamente las acciones de tratamiento y así llegar finalmente a la eliminación o mitigación de los problemas con las que el paciente consultó en primera instancia (Acevedo y Alvarado, 2008).

En resumen, el expediente clínico consta de las siguientes partes, más o menos en el siguiente orden (Acevedo y Alvarado, 2008): (1) hoja de signos vitales, (2) hoja de evolución, (3) indicaciones médicas, (4) notas de enfermería, (5) hojas de admisión y (6) hojas de la entrevista y examen clínico general.

4.5.2. Hoja de signos vitales Normalmente es la primer hoja que se encuentra en el Expediente Clínico cuando el paciente se encuentra en encamamiento dentro de un hospital. Esta hoja registra un control diario de mediciones realizadas al paciente y su evolución conforme el tiempo. En general posee datos de los días de hospitalización, cambios en peso, mediciones de

la temperatura en forma de curva térmica, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria y presión arterial, pudiendo ser estas últimas tomadas alrededor de dos ó tres veces al día (Acevedo y Alvarado, 2008).

4.5.3. Hoja de evolución Llamadas también hojas de Curso Clínico, contienen toda la información relevante al proceso y curso de la enfermedad a manera de documentar los hallazgos nuevos, efecto de los tratamientos, análisis de los datos obtenidos y razonamiento para alternativas de diagnóstico y/o tratamiento. Cada una de las entradas ingresadas debe de figurar el nombre y apellido del médico que la realiza, la fecha y la hora de la misma (Acevedo y Alvarado, 2008; Castro y Gámez, 2002).

4.5.4. Indicaciones médicas Las hojas de indicaciones médicas, o llamadas también hojas de prescripciones médicas, contienen todas aquellas notas que requieren la participación de otras personas, como enfermeros, técnicos, terapeutas o ayudas de laboratorios. Adicionalmente, poseen las terapias farmacológicas, con las indicaciones sobre la posología del mismo. En algunos hospitales se registra en hojas distintas las terapias farmacológicas y las no farmacológicas, y se maneja una revisión semanal para auditar el cumplimiento de las mismas (Acevedo y Alvarado, 2008; Castro y Gámez, 2002).

4.5.5. Notas de enfermería Las notas de enfermería, o también hojas de seguimiento de enfermería, tienen en resumen las actividades realizadas sobre el paciente en un turno normal. En ellas debe de constatarse todo hallazgo identificado en el paciente, así como toda participación sobre el mismo. Pueden incluir estados de ánimo, actitudes y reacciones de los pacientes (Acevedo y Alvarado, 2008; Castro y Gámez, 2002).

4.5.6. Hojas de admisión Contiene todos los datos de admisión del paciente, incluyendo datos generales del mismo. Los datos generales mínimos que debe contener dicha hoja son:

- Nombre
- Sexo
- Edad
- Etnia
- Religión
- Estado civil

- Domicilio
- Lugar de procedencia
- Ocupación

En otros casos se suele incluir datos de seguro médico e institución desde donde se refiere al paciente. Adicionalmente, las hojas de admisión tienen su utilidad para el cierre del expediente, al momento del egreso, con la condición sobre la cual se le da de baja: curado, mejorado, no mejorado, fugado, contraindicado, fallecido u otro (Acevedo y Alvarado, 2008; Castro y Gámez, 2002).

4.5.7. Hojas de la entrevista y examen clínico general Finalmente, se incluyen las hojas que poseen todas las anotaciones realizadas por el clínico. En ella se incluyen datos como los síntomas y signos identificados en el paciente, lista de problemas con sus características e inclinaciones diagnósticas (Acevedo y Alvarado, 2008).

4.6. Sistema hospitalario nacional

Como primer punto, se presenta el estado actual del sistema hospitalario nacional en Guatemala. Este establece una visión general del entorno en el que se desarrolló el trabajo. Además menciona el alcance y cobertura que brinda el sector de salud a la población guatemalteca. Así como la forma en que obtienen los recursos que se necesitan para su funcionamiento. Todo lo que se presenta a continuación debe de entender en forma general. Esta información será de utilidad para la comprensión de los resultados finales.

4.6.1. Descripción El sector de salud en Guatemala se puede dividir a grandes rasgos en las siguientes categorías: El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), la sanidad militar, el sector de salud privada y un área especializada de medicina tradicional que proviene mayoritariamente de la cultura maya (Becerril y López, 2011; Cottom, 2004).

El MSPAS es:

« *La rectoría del sector salud, entendida como la conducción, regulación, vigilancia, coordinación y evaluación de las acciones e instituciones de salud a nivel nacional (Cottom, 2004).* »

Los principales programas de atención del MSPAS tienen que ver con la atención materno-infantil, enfermedades transmisibles, enfermedades no transmisibles, violencia y adicciones. Existen otros programas complementarios relacionados con la nutrición. Cabe destacar que estos servicios

son gratuitos, pero el Código de Salud permite cobrar ciertas prestaciones (Becerril y López, 2011).

El IGSS es una entidad descentralizada del estado encargada de la seguridad social, que ofrece cobertura a los trabajadores formales y sus familias; fue creado en 1946, y tiene vigencia hasta el día de hoy. Su trabajo en el área de salud se divide principalmente en tres programas: Invalidez, Vejez y Sobrevivencia (IVS), Accidentes, y Enfermedad y Maternidad (Cottom (2004) agrupa estos dos últimos en uno solo). El primero se ejecuta mediante el pago de pensiones con un período mínimo de cotización; el segundo a través de una red de servicios a lo largo de todo el país, y el tercero de forma similar, aunque solo tiene cobertura en 19 de los 22 departamentos. Estos programas ofrecen servicios de medicina preventiva, curativa y de rehabilitación; el aseguramiento de los últimos dos grupos también dispone de asistencia médico-quirúrgica general y especializada, así como asistencia odontológica (Becerril y López, 2011).

El IGSS ofrece sus servicios principalmente en sus instalaciones (Sección 4.6.4), pero algunos aspectos del programa de enfermedad y maternidad se otorgan a domicilio. El IGSS ha establecido convenios con el MSPAS o con médicos particulares/ proveedores privados con el objetivo de incrementar el área de cobertura (Becerril y López, 2011; Cottom, 2004).

La sanidad militar cubre a los miembros de las fuerzas armadas y a sus familias (Becerril y López, 2011).

El sector privado puede subdividirse en dos grandes categorías:

1. El lucrativo, que comprende hospitales, sanatorios y clínicas cuya principal fuente de ingreso proviene de prestar servicios de salud a cambio de remuneración. Este sector también incluye un pequeño sector de seguros privados (Becerril y López, 2011; Cottom, 2004).
2. El no lucrativo, el cual describe a las ONG nacionales e internacionales, laicas y religiosas, dedicadas al sector de la salud (Cottom (2004) menciona a aproximadamente 200, mientras que Becerril y López (2011) aseguran que el número es ligeramente más alto que 90). El 55 % de estas se encuentran en el interior, y proporcionan asistencia a problemas inmediatos y a largo plazo bajo una óptica de participación comunitaria. Sus actividades pueden clasificarse en:
 - a) Atención a la enfermedad.
 - b) Prevención de la enfermedad.
 - c) Sostenibilidad.

Una mención breve merece la medicina tradicional, que es usada por aproximadamente un tercio de la población y se sustenta en pagos de bolsillo (Becerril y López, 2011). Este sistema ha sido ignorado largamente en los estudios de la medicina occidental, pero se han realizado esfuerzos por permitir su mutuo uso y cooperación (Cottom, 2004).

4.6.2. Cobertura El Cuadro 4.5 ilustra la cobertura ofrecida a la población por cada una de las entidades descritas anteriormente.

Cuadro 4.5: Cobertura del sistema hospitalario nacional

Entidad	Según Cottom (2004)	Según Becerril y López (2011)
MSPAS	32 %	32 %
IGSS	16 %	17.45 %
Seguridad Militar	0.21 %	0.5 %
Seguridad Privada	10 %	12 %
Cobertura Total	58.21 %	61.95 %

La proporción de cobertura real de las ONG's no está bien delimitada. Según Cottom (2004) y Becerril y López (2011), estimaciones del MSPAS indican que 18 % de la población recibe su atención.

4.6.3. Financiamiento El MSPAS se financia con recursos provenientes del estado: impuestos, de donaciones internacionales y, en menor grado, de pago por servicios (Becerril y López, 2011).

El IGSS se financia con contribuciones de los empleadores, los trabajadores afiliados y el Estado (aunque esta participación no se cumple de 1956, según reportes). Como no todos los programas están disponibles en todos los departamentos, el pago de la afiliación varía: en los departamentos en los que el programa de Enfermedad y Maternidad está implementado, el costo puede ser de hasta 15.5 % del salario (10.67 % aportado por el empleador y 4.83 % por el empleado), mientras que en los que no está implementado, el costo baja a 9.5 % del salario (6.67 % del empleador y 2.83 % por el empleado) (Becerril y López, 2011).

El financiamiento del hospital militar proviene principalmente de los recursos del Estado asignados al ministerios correspondiente, pero cotizaciones de militares jubilados y administradores del ejército que deciden afiliarse voluntariamente (Becerril y López, 2011).

Alrededor del 92 % del sector privado se sustenta con pagos de bolsillo de los pacientes; el resto, perteneciente a los dos quintiles más ricos y predominantemente urbanos de la población,

contribuyen con planes privados de salud (Becerril y López, 2011).

El gasto en salud es del 7.1 % del PIB. De esta cantidad, 62.1 % es gasto privado (el más alto de América Latina), y aproximadamente 37 % es público; del gasto público, el MSPAS tiene el 40 %, el IGSS tiene el 59 % y la Sanidad Militar tiene el resto (Becerril y López, 2011). Según Cottom (2004), el sector público de salud tiene destinado un 10 % del presupuesto, aunque estas cifras datan de 1997.

4.6.4. Niveles de atención La atención de las entidades mencionadas se puede prestar a lo largo de tres niveles: el nivel primario (puestos de salud), el nivel secundario (centros de salud, consultorios y enfermerías) y el nivel terciario (hospitales y sanatorios). La distribución de atención médica señalada por Cottom (2004) es ilustrada en el Cuadro 4.6, mientras que la distribución descrita por Becerril y López (2011) es resumida en los siguientes párrafos.

El MSPAS cuenta con 43 hospitales para ofrecer atención de 2do o 3er nivel: 2 nacionales, 7 especializados, 7 nacionales-regionales, 14 departamentales y 13 distritales. También posee 3301 centros comunitarios, 957 puestos de salud, 20 maternidades cantonales, 7 clínicas periféricas, 26 centros de salud tipo “A”, 254 tipo “B” y 24 centros de Urgencias. Por otro lado, el IGSS cuenta con 104 unidades médicas para todos los niveles, con capacidades no especificadas.

De acuerdo con el MSPAS, el sector privado incluye 2287 clínicas médicas privadas y 62 hospitales y/o sanatorios.

Cuadro 4.6: Niveles de Atención por Entidad según Cottom (2004)

Nivel	MSPAS	IGSS	Sector Privado	Sanidad Militar	Total
Nivel 1	857	21	N/A	N/A	878
Nivel 2	254	29	1786	21	2090
Nivel 3	36	24	171	6	237
Total	1147	74	1957	27	3205

Cifras de la OMS señalan que la capacidad médica de Guatemala se encuentra en 7 camas por cada 10000 habitantes Becerril y López (2011).

4.6.5. Situación legal Cada país maneja de forma distinta la situación legal sobre la asistencia sanitaria. Las leyes y regulaciones varían de un país a otro. Sin embargo, todos coinciden en que los datos del área hospitalaria son sensibles, y el acceso a ellos trae beneficios que mejoran la atención al paciente. Todos concuerdan en que el acceso a esta información debe

ser concedida solamente a personas que estén autorizadas. El derecho de disponibilidad de información y confidencialidad, tienen el mismo nivel de importancia, lo que induce a proveer la mejor asistencia sanitaria posible (Carnicero y Fernández, 2011).

Al hacer uso de la tecnología, el acceso a la información se convierte en telemática. Sin importar esta conversión, las leyes existentes se deben aplicar de la misma forma que se realiza en papel. La diferencia radica en los procesos que se requieren para llegar al nivel de seguridad que provee el acceso en papel. Disimilitud que afecta los pasos utilizados para garantizar la seguridad los cuales también se transforman en telemáticos. Por ejemplo, se necesita de un certificado electrónico, la encriptación de los datos o la conservación de la trazabilidad (Carnicero y Fernández, 2011).

Por otro lado, no es suficiente contar con un sistema para acceder a información, sino que es necesario definir los requisitos para que esté disponible las 24 horas. Otra característica diferencial del acceso telemático es que cualquiera puede acceder fácilmente a mayor cantidad de información. Por ello, se debe asegurar que cada actor puede visualizar sólo la información que le corresponde (Carnicero y Fernández, 2011).

4.6.5.1. Principios generales de un marco general La definición de un sistema de intercambio de datos transfronterizo debe cumplir con la seguridad de los datos, ya que el uso de las tecnologías de la información aumenta el intercambio de información entre distintos sectores. Asimismo, tienen que existir procesos que aseguren la protección de los datos de forma equivalente. Para ello, debe establecerse un marco común de interoperabilidad para que los pacientes puedan tener derecho a una asistencia sanitaria transfronteriza. Sin embargo, a la hora de definir el intercambio de datos surgen conflictos entre las legislaciones de los países, porque cada uno posee acciones específicas en situaciones concretas (Carnicero y Fernández, 2011). Para asegurar que un intercambio de datos transfronterizo se realice con seguridad se deben de tomar en cuenta los siguientes hitos:

1. Definición del alcance y objetivos del intercambio de los datos. Este se refiere al hecho de poder identificar que los datos de salud pertenecen al paciente que se está atendiendo. Tomando en cuenta que sólo deben acceder los profesionales que puedan contribuir a esta asistencia. Para definirlos se deben tener claros los casos de uso, la información que se comparte, en qué circunstancias y con qué funcionalidades. De igual manera, los profesionales que tienen derecho al acceso y los distintos roles y perfiles (Carnicero y Fernández, 2011).
2. Definición del sistema de consentimiento. El paciente tiene que estar informado en todo momento del acceso que se tiene a sus datos. De igual forma, el paciente debe dar su consen-

timiento ya sea oral o escrito. El problema, es que hay países que permiten que el paciente pueda ocultar información que no quiere compartir, y hay otros en los que no se permite (Carnicero y Fernández, 2011).

3. Sistemas de identificación y autenticación de profesionales y pacientes. Debe existir una identificación unívoca para el paciente y para el profesional. En el caso del paciente esta identificación debe ser para toda la vida; para el profesional, asociada a su rol y debe mantenerse actualizada. La autenticación debe ser mediante la firma electrónica avanzada (Carnicero y Fernández, 2011).
4. Trazabilidad. Para que el sistema sea de confianza debe contar con una forma unívoca para identificar a profesionales y pacientes. Los requisitos de identificación y autenticación deben cumplir con la integridad de la información. Además, el sistema informático debe ser auditable por medio de un proceso de certificación estandarizado (Carnicero y Fernández, 2011).

4.6.5.2. Firma electrónica en Guatemala Las normas que existen en un país para el sector hospitalario velan por la privacidad y seguridad de la información. La mayoría de profesionales cree que existen mayores riesgos de seguridad con la historia clínica digital que en papel. Sin embargo, las implementaciones del mismo son más seguras que un archivo físico con registros de papel. Debido a que de forma electrónica se aplican medidas de seguridad para el acceso, las cuales son imposibles de lograr en los registros de papel (Carnicero y Fernández, 2011).

En septiembre de 2008 se publicó el decreto 47-2008, el cual manifiesta la ley 3515 "La ley para el reconocimiento de comunicaciones y firmas electrónicas". Cuyo objetivo principal es conceder equivalencia entre las comunicaciones electrónicas y los documentos en papel. Otorga validez legal a la información firmada electrónicamente. Actualmente, es utilizada para comunicaciones electrónicas, es decir, notificaciones, alarmas y otros (Santizo, 2010).

La firma electrónica garantiza la identidad digital del remitente en una comunicación. Además, provee integridad a la información garantizando que no ha sido modificada. Adicionalmente, asegura que el emisor de un mensaje no pueda negar que lo firmó. Por último, la información del documento es confidencial asegurándose que únicamente el destinatario pueda accederla (Santizo, 2010).

En Guatemala, existen dos tipos de firmas electrónicas la simple y la avanzada. La diferencia está en el tipo de seguridad que brindan, la avanzada tiene validez plena, y la simple queda a criterio de un juez. Anterior a esta ley no existía ninguna ley relacionada con las tecnologías de la

información, excepto la Ley de propiedad intelectual (Santizo, 2010).

4.6.6. Patrones de crecimiento infantil En 1993, la Organización Mundial de la Salud (OMS) llevó a cabo un examen exhaustivo de las aplicaciones y la interpretación de los patrones antropométricos. Este examen llegó a la conclusión de que el patrón de crecimiento del National Center for Health Statistics y de la OMS (NCHS/OMS), que había sido recomendado para su uso internacional desde finales de los años setenta, no representaba adecuadamente el crecimiento en la primera infancia y se necesitaban nuevas curvas de crecimiento. La Asamblea Mundial de la Salud apoyó esta recomendación en 1994. En consecuencia, la OMS llevó a cabo el Estudio multicéntrico sobre el patrón de crecimiento (MGRS) entre 1997 y 2003, a fin de generar nuevas curvas para evaluar el crecimiento y el desarrollo de los niños en todo el mundo (OMS, 2014).

Además, en otro artículo relacionado se habla acerca de la justificación para la búsqueda de esta nueva referencia, mencionando que la misma surgió del un Grupo de Trabajo sobre el Crecimiento Infantil que estableció la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1990. El Grupo recomendó un enfoque que describiera cómo debían crecer los niños, en lugar de describir cómo crecían los niños; que se usara una muestra internacional para resaltar la similitud del crecimiento durante la primera infancia entre diversos grupos étnicos; que se aprovecharan los métodos analíticos modernos, y que se incluyera los vínculos entre las evaluaciones antropométricas y los resultados funcionales, hasta donde fuese posible. Mejorar las referencias internacionales del crecimiento para que se parezcan lo más posible a los estándares ayudaría en la vigilancia y el logro de una gran gama de metas internacionales relacionadas con la salud y otras facetas de la equidad social. Además de proporcionar instrumentos científicamente sólidos, una nueva referencia basada en una muestra mundial de niños cuyas necesidades sanitarias estuvieran satisfechas proveería un instrumento útil de promoción de la salud infantil para beneficio de los proveedores de atención de salud y otros interesados en promover la salud de los niños.

Adentrándose al estudio multicéntrico sobre el patrón de crecimiento, el mismo combinó un seguimiento longitudinal desde el nacimiento hasta los 24 meses de edad y un estudio transversal de los niños de entre 18 y 71 meses. Se recogieron datos primarios sobre crecimiento e información conexa de 8440 lactantes y niños pequeños saludables alimentados con leche materna con antecedentes étnicos y entornos culturales muy diversos (el Brasil, Ghana, la India, Noruega, Omán y los Estados Unidos de América). Este estudio tiene la peculiaridad de que fue concebido específicamente para elaborar un patrón seleccionando a niños saludables que vivieran en condiciones favorables para que los niños alcancen plenamente su potencial genético de crecimiento. Además, las madres de los niños seleccionados para la construcción de los patrones realizaban prácticas fundamentales

de promoción de la salud, a saber, alimentar a los hijos con leche materna y no fumar (OMS, 2014).

A partir del informe la Organización Mundial para la Salud (OMS) presenta el primer conjunto de patrones de crecimiento infantil (a saber, longitud/estatura para la edad, peso para la edad, peso para la longitud, peso para la estatura e índice de masa corporal para la edad), y describe el proceso metodológico que se ha seguido en su elaboración. El primer paso en este proceso fue realizar un examen consultivo especializado de unos 30 métodos de construcción de curvas de crecimiento, incluidos tipos de distribuciones y técnicas de suavizamiento, para determinar el mejor enfoque para construir los patrones. A continuación se seleccionó un paquete informático lo suficientemente flexible para permitir la realización de ensayos comparativos de los métodos alternativos utilizados para generar las curvas de crecimiento.

A continuación se aplicó sistemáticamente el criterio seleccionado para buscar los mejores modelos a fin de ajustar los datos para cada indicador. el primer conjunto de patrones de crecimiento infantil de la OMS (a saber, longitud/estatura para la edad, peso para la edad, peso para la longitud, peso para la estatura e índice de masa corporal para la edad), y describe el proceso metodológico que se ha seguido en su elaboración. El primer paso en este proceso fue realizar un examen consultivo especializado de unos 30 métodos de construcción de curvas de crecimiento, incluidos tipos de distribuciones y técnicas de suavizamiento, para determinar el mejor enfoque para construir los patrones. A continuación se seleccionó un paquete informático lo suficientemente flexible para permitir la realización de ensayos comparativos de los métodos alternativos utilizados para generar las curvas de crecimiento. A continuación se aplicó sistemáticamente el criterio seleccionado para buscar los mejores modelos a fin de ajustar los datos para cada indicador (OMS, 2014).

El método Box-Cox-power-exponential, con el suavizamiento de curvas mediante splines cúbicos, fue seleccionado para elaborar las curvas de crecimiento infantil de la OMS. Este método se adapta a diversos tipos de distribuciones, ya sean normales, asimétricas o con curtosis. Los indicadores basados en la edad que comenzaban en el momento del nacimiento requerían una transformación de potencia para alargar la escala de edades (eje de abscisas) como paso preliminar para ajustar las curvas. Para cada conjunto de curvas, la búsqueda para determinar el mejor modelo comenzó con el examen de diversas combinaciones de grados de libertad para ajustar las curvas del estimador de la mediana y de la varianza. Cuando los datos tenían una distribución no normal, se añadieron grados de libertad para los parámetros destinados a modelar la simetría y la curtosis al modelo inicial y se evaluó la precisión del ajuste. Aparte del patrón de longitud/estatura para la edad, que seguía una distribución normal, el resto de patrones requerían modelaciones de la asimetría, pero no de la curtosis. Las herramientas de diagnóstico que se utilizaron reiteradamente

para detectar posibles inadaptaciones de los modelos y sesgos en las curvas ajustadas incluían varios ensayos de la bondad del ajuste local y global, «worm plots» y gráficos de residuales. También se examinaron las pautas de diferencias entre los percentiles empíricos y ajustados, así como las proporciones que se observaron de los porcentajes de niños cuyas medidas estaban por debajo de los percentiles seleccionados en relación con los porcentajes previstos (OMS, 2014).

Se siguió la metodología anteriormente descrita para generar, para los niños y niñas de entre 0 y 60 meses, curvas de percentiles y de puntuación z para la longitud/estatura para la edad, el peso para la edad, el peso para la longitud, el peso para la estatura y el índice de masa corporal para la edad. El último patrón es una adición al conjunto de indicadores de que se disponía anteriormente como parte de la referencia del NCHS/OMS. Se presentan descripciones a fondo del modo en que se construyó cada patrón establecido en función del sexo. Asimismo, se presentan comparaciones entre los nuevos patrones de la OMS y el patrón de crecimiento del NCHS/OMS y los gráficos de crecimiento de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) de 2000 (OMS, 2014).

Para interpretar las diferencias entre los patrones de la OMS y el patrón del NCHS/OMS, es importante entender que reflejan diferencias, no sólo en las poblaciones que se han utilizado, sino también en las metodologías aplicadas para construir los dos conjuntos de curvas de crecimiento. Para solucionar la notable asimetría de los patrones del peso para la edad y del peso para la estatura de las muestras del NCHS/OMS, se calcularon desviaciones típicas por separado para las distribuciones que estaban por debajo y por encima de la mediana para cada uno de los dos indicadores. Este enfoque es limitado para ajustar los datos asimétricos, en particular en los puntos extremos de la distribución, ya que sólo se ajusta parcialmente a la asimetría que entrañan los indicadores basados en el peso. Los patrones de la OMS, en cambio, utilizaron métodos basados en el sistema LMS que ajustaban adecuadamente los datos asimétricos y generaban curvas ajustadas que seguían con exactitud los datos empíricos. Al igual que los patrones de la OMS la construcción de los gráficos de crecimiento de los CDC de 2000 también se basó en el método LMS y, por tanto, las diferencias entre esta referencia y los patrones de la OMS, reflejan principalmente las diferencias entre las poblaciones en las que se basaron los dos conjuntos de curvas (OMS, 2014).

4.6.6.1. Índices de masa corporal El índice Masa Corporal (IMC), Body Mass Index (BMI) en Inglés, es un simple pero objetivo indicador antropométrico del estado nutricional de la población, que está influenciado por la talla en el periodo intrauterino, la talla al nacer (15), el estatus socioeconómico, cambios estacionales en la disponibilidad de alimentos. Así lo determinó en 1987 el International Dietary Energy Consultancy Group (Narváez y Narváez, 2001).

Además, Prospective Studies Collaboration (2009), establecen que el IMC es un indicador del exceso de grasa en un individuo, considerándolo como un factor de riesgo para severas causas de muerte, incluyendo enfermedad isquémica del corazón, accidente cerebrovascular, y los cánceres del intestino grueso, riñón, endometrio y post-menopausia (Narváez y Narváez, 2001).

También, Narváez y Narváez (2001) menciona que el índice de masa corporal es relativamente económico, fácil de recolectar y analizar. El peso y talla de donde puede utilizarse la fórmula:

$$IMC \frac{Kg}{m^2} = \frac{PESO}{TALLA^2} \quad (4.3)$$

son variables incluídas en la mayoría de encuestas y métodos de recolección de datos. Afirma que Puede ser utilizado para vigilancia nutricional o para monitorear seguimientos interregionales, ínter países; o estudios comparativos dentro de la misma región o país (17). En otras palabras, es una variable estandarizada y valida para este tipo de estudios (Narváez y Narváez, 2001).

4.6.6.2. Longitud/estatura para la edad Es un índice que refleja el crecimiento lineal alcanzado en relación con la edad cronológica y sus déficits. Se relaciona con alteraciones del estado nutricional y la salud a largo plazo (Unicef, 2012).

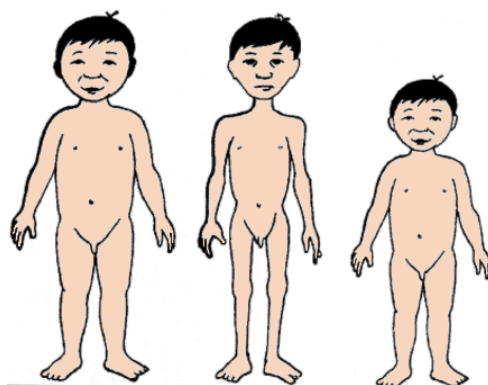
4.6.6.3. Peso para la talla Es un índice usado comúnmente en el control del crecimiento de los niños, en las historias clínicas y carnés de crecimiento. Sus principales ventajas son:

- Es fácil de obtener con poco margen de error.
- Si se tiene un número adecuado de controles, es sensible para detectar cambios en el seguimiento longitudinal de un niño.
- Es el índice mas conocido por los trabajadores de salud.

Sin embargo también tiene desventajas importantes:

- En niños mayores de un año puede sobre estimar la desnutrición.
- No permite diferenciar adelgazamiento (desnutrición aguda) de retardo del crecimiento (desnutrición crónica). Un niño de la misma edad y peso puede estar adelgazado, tener un peso adecuado para su talla o incluso ser obeso, dependiendo de la talla. Esto puede apreciarse bien en la Figura 4.15.

Figura 4.15: Comparación de peso y talla en tres niños de la misma edad.



4.6.6.4. Peso para la edad Refleja la masa corporal alcanzada en relación con la edad cronológica. Es un índice compuesto, influenciado por la estatura y el peso relativo (Unicef, 2012).

4.6.7. Antropometría La Antropometría es la técnica que se ocupa de medir las variaciones en las dimensiones físicas y en la composición global del cuerpo. Dos de las medidas utilizadas con mayor frecuencia son el peso y la estatura porque nos proporcionan información útil para:

- Identificar niños que pudieran tener anomalías en el crecimiento.
- Identificar precozmente a estos niños.
- Brindarle seguimiento, atención y tratamiento precoz.

Por la importancia que generan dichas variables, resulta indispensable que las mismas puedan ser tomadas con la mayor precisión posible y asegurar así la buena evaluación del crecimiento del niño Unicef (2012) menciona que: hacer una adecuada medición significa clasificar al niño en la categoría nutricional que le corresponde como paso para el diagnóstico y atención de acuerdo con sus necesidades.

4.6.8. Técnicas antropométricas Existen varios indicadores para evaluar el estado de nutrición de una persona; sin embargo, los más utilizados y sencillos de realizar en grandes grupos de población son las mediciones antropométricas, como el peso y la estatura, que nos arrojan información veraz cuando se aplican de manera adecuada (Unicef, 2012).

4.6.8.1. Medición del peso Según Unicef (2012) las pautas a seguir al momento de iniciar una jornada de mediciones empieza con la preparación del equipo para antropometría se deberá realizar antes de salir a terreno. Se utilizará la balanza pediátrica en enfermería y para controles en domicilio se usará balanzas de pilón o digital. La balanza pediátrica tiene una capacidad máxima de 16 kg y la digital de 40 a 44 kg. y el pilón 30 kg. Luego de la preparación, considerando que la balanza es de tipo pediátrica, deberán seguirse los siguientes pasos:

1. Apoyar la balanza en una superficie horizontal firme.
2. Verificar si se encuentra calibrada.
3. Colocar un género liviano sobre el platillo.
4. Pesar al niño sin ropa. Si esto no es posible, se descontará luego el peso de la prenda usada.
5. Pedir a la madre que colabore quitando toda la ropa al niño. Si la madre no desea desnudarlo o la temperatura es muy baja, pesar al niño con ropa ligera (camiseta o pañal delgado) y descuento el peso posteriormente.
6. Colocar al niño en el centro del platillo, cuidando que no quede parte del cuerpo fuera, ni esté apoyado en alguna parte. Mientras permanece acostado o sentado, la madre o acompañante deberá estar cerca para tranquilizarlo.
7. Leer el peso obtenido y descontar el peso del género para obtener el peso real del niño.

El resultado final puede observarse en la Figura 4.16.

Figura 4.16: Resultado final al momento de realizar la medición de peso al niño evaluado.



4.6.8.2. Medición de la longitud corporal La longitud corporal debe medirse hasta los 2 años. Desde esta edad en adelante se medirá en posición de pie (Unicef, 2012).

Existen diferentes instrumentos para realizar la medición, sin embargo, (Unicef, 2012) menciona los siguientes: una cinta métrica metálica graduada en cm y mm, adosada a una superficie horizontal plana y dura, ejemplo pediómetro o en su defecto una mesa. En caso de que un menor de 2 años no permita ser acostado boca arriba para medir la longitud, médale la estatura en posición de pie y sume 0,7 cm para convertirla a longitud. Si el niño es menor a 2 años, entonces deberán seguirse los siguientes pasos:

1. Apoyar la cinta métrica sobre la superficie horizontal, haciendo coincidir el cero de la escala con el borde de la superficie, colocando un tope fijo (superficie vertical fija).
2. Verificar la ubicación perpendicular de las cintas respecto a la superficie vertical fija, que debe estar en escuadra con el plano horizontal.
3. Solicitar la colaboración de la madre para efectuar la medición.
4. El niño debe estar sin calzado ni medias, y se debe retirar de la cabeza hebillas, trabas, gorros, rodetes, etc.
5. Colocar al niño en forma horizontal sobre la cinta, de manera tal que el cero de la escala quede a la altura de la cabeza. Se puede colocar un pañal o lienzo sobre la cinta.
6. La cabeza debe quedar en posición que el plano formado por el borde orbitario inferior del ojo y el conducto auditivo externo quede en posición perpendicular a la superficie horizontal.
7. Presionar suavemente el cuerpo del niño para que la espalda quede apoyada sobre la cinta.
8. Presionar las rodillas y mantener los pies en ángulo recto, deslizando sobre la superficie horizontal un tope móvil (superficie vertical móvil), hasta presionar las plantas de los pies.
9. Mantener el tope, retirar los pies y efectuar la lectura de las cintas en cm y mm.
10. Registrar la medición en cm y mm tal y como muestra la Figura 4.17.

Figura 4.17: Resultado final al momento de realizar la medición de longitud corporal a niño menor a 2 años.



Sin embargo, si el niño es mayor a 2 años, en tal caso se tomará la talla en posición vertical. Se utilizará una cinta métrica metálica graduada en cm y mm adosada a la pared o superficie lisa, sin bordes ni zócalos (superficie vertical). (Unicef, 2012) recomienda seguir los siguientes pasos:

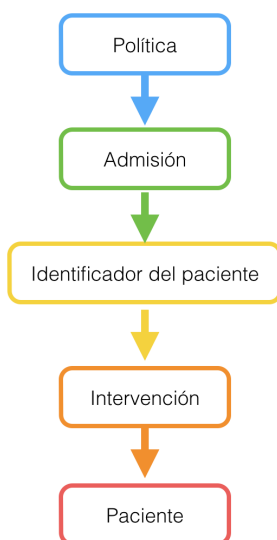
1. Adosar la cinta a la superficie vertical, haciendo coincidir el cero de la escala con el suelo.
2. Verificar la verticalidad de la cinta usando una plomada o un objeto pesado (ej. piedra sujeto a un piolín).
3. Solicitar la colaboración de la madre para efectuar la medición.
4. La persona debe estar sin calzado ni medias y se debe retirar de la cabeza, gorras, gomas, trabas, hebillas, rodetes, etc.
5. Colocar al sujeto de forma tal que los talones, nalga y cabeza, estén en contacto con la superficie vertical.
6. La cabeza debe mantenerse erguida de forma tal que el plano formado por el borde orbitario inferior y el conducto auditivo externo esté perpendicular al plano vertical.
7. Deslizar un tope móvil sobre el plano vertical, hasta contactar suavemente con el vértice superior de la cabeza.
8. Retirar a la persona levemente inclinada, manteniendo el tope móvil en la posición y efectuar la lectura en cm y mm.
9. Registrar la medición en cm y mm tal y como muestra la Figura 4.18.

Figura 4.18: Resultado final al momento de realizar la medición de longitud corporal a niño mayor a 2 años.



4.6.9. Identificación El proceso de identificación del paciente y su adecuación a una etapa de atención previa, es una actividad que se realiza de forma rutinaria en todos los ámbitos de atención hospitalaria. Los riesgos para la seguridad del paciente se producen cuando hay un desajuste entre un paciente y los componentes de identificación de su cuidado, donde esos componentes son de diagnóstico, terapéuticos y de apoyo (Australian Commission, 2012). Por lo tanto, es posible mencionar algunos pasos que deben ser seguidos para una implementación correcta de la identificación del paciente en cualquier sistema de salud (World Health Organization, 2007):

Figura 4.19: Proceso a seguir para la identificación de un paciente según World Health Organization (2007).



1. **Política:** Enfatiza que los proveedores de salud tienen la principal responsabilidad de comprobar/verificar la identidad del paciente, mientras que establece que los pacientes deben participar activamente en la educación sobre la importancia de una correcta identificación del paciente.
2. **Admisión:** Para el proceso de admisión, se deben utilizar por lo menos dos identificadores para identificar la identidad del paciente.
3. **Identificador del paciente:** Se deben realizar tres opciones.
 - Estandarización de los métodos de identificación de pacientes entre las diferentes instalaciones dentro de un sistema de atención de salud.
 - Desarrollo de un protocolo de organización para identificar a los pacientes sin identificación o con el mismo nombre.

- Utilización de otros enfoques no verbales, como la biometría, para los pacientes en estado de coma.
4. **Intervención:** A pesar que un paciente se encuentre familiarizado con los procedimientos de un sistema de salud, se debe de chequear los datos del paciente con los de su identificador, para asegurar que el paciente correcto, obtenga la ayuda correcta.
 5. **Paciente:** Involucra al paciente en los procesos de identificación del paciente.

Existen tecnologías nuevas que pueden mejorar una identificación correcta de los pacientes, y han demostrado ser rentables. Sin importar la que se utilice, se debe asegurar una planificación cuidadosa de los procesos de atención (World Health Organization, 2007). Según Australian Commission (2012), en el año 2009 existieron al rededor de 10 reportes de eventos en Australia, que por falta de identificación correcta del paciente, se realizaron procedimiento erróneos con pacientes que resultaron en la muerte o pérdida de una función del cuerpo.

Así, antes de cualquier intervención médica, se debe proporcionar una atención más segura con significativamente menos errores en los procesos. Soluciones tecnológicas pueden ser aplicadas para hacer frente a los problemas de identificación errónea de los pacientes, enfatizando los pasos críticos en el viaje de un paciente, es decir, en cada caso donde el paciente debe abordar un nuevo proceso o sistema (World Health Organization, 2007). El Cuadro 4.7 resume las funcionalidades más importantes de las tecnologías actualmente sobresalientes para la identificación correcta de los paciente.

Cuadro 4.7: Comparativa de tecnologías existentes para la identificación correcta de los pacientes, según World Health Organization (2007).

Tecnología	Características	Ventajas	Desventajas	Utilización
Código de barras unidimensional	20-30 caracteres con datos alfa-numéricos.	Bajo costo y con tecnologías ya existentes.	Capacidad de datos limitados; lector con necesidad de línea de vista. No diseñado para una utilización de largo plazo en ambientes hostiles.	Identificación del paciente. Seguimiento de medicamentos.

Continuación Cuadro 4.7: Comparativa de tecnologías existentes para la identificación correcta de los pacientes, según World Health Organization (2007).

Tecnología	Características	Ventajas	Desventajas	Utilización
Código de barras bidimensional	100-2000 caracteres.	Puede contener grandes cantidades de datos.	Requiere lectores especiales en la línea de visión. No diseñado para una utilización de largo plazo en ambientes hostiles.	Identificación del paciente. Seguimiento de medicamentos.
WiFi	Utiliza tecnología inalámbrica para la localización.	Multitarea; una tendencia mundial para implementación ubicua de redes.	La frecuencia de radio puede impactar su rendimiento; problemas con seguridad, incluyendo potenciales ataques de privacidad.	Los datos del sistema de información del hospital comunicados a computadoras y dispositivos.
Carnet de identificación de radio frecuencia (Pasivo)	32-16000 caracteres.	Relativamente pequeño y de bajo costo.	Rango de lectura corto; capacidad de datos muy limitada; no proporciona la identificación única; la ubicación y los datos son sólo tan buenos como la última lectura realizada.	Identificación del personal y del paciente; artículos en el hospital de tamaño medio y grande.
Carnet de identificación de radio frecuencia (Semi activo)	Carnet a base de batería; lector pasivo activa el carnet.	Mayor alcance (aproximadamente 12 metros).	Mismos problemas batería y costos que los carnet activos, pero no poseen datos de localización.	Mismas características que los pasivos, además de almacenamiento de otra información, por ejemplo, condición médica, tratamiento.

Continuación Cuadro 4.7: Comparativa de tecnologías existentes para la identificación correcta de los pacientes, según World Health Organization (2007).

Tecnología	Características	Ventajas	Desventajas	Utilización
Carnet de identificación de radio frecuencia (Activo)	Carnet alimentado por batería que transmite señales de radio.	Proporciona identificación y localización; de largo alcance (aproximadamente 10 metros); datos en tiempo.	Los carnets necesitan batería; duración de la batería; bloqueo de las radio frecuencias; costo del carnet y el tamaño; infraestructura necesaria.	Mismas características que los semi-activos, además de localización de tiempo y espacio de personas y objetos.
Bromearía	Tecnologías principales incluyen el reconocimiento del iris, huellas dactilares, geometría de la mano y el reconocimiento facial.	Puede proporcionar alto grado de certeza en cuanto a la identidad del individuo específico.	Puede ser intensivo; algunas tecnologías requieren contacto físico (problemas de higiene). Alto costo.	Identificación de individuos específicos.
Imagen digital	Cámara capta imagen para presentar y producir copias impresas (en carnet si es necesario).	Rápido; identificación visual fácil.	Separa fácilmente al paciente.	Identificación del paciente y tarjetas inteligentes. Utilizado en pacientes hospitalizados.

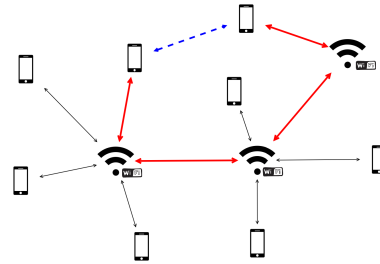
4.7. Tecnología

4.7.1. Mobile Ad-Hoc Networks (MANET) Los avances en las tecnologías inalámbricas, como WiFi, han llevado la comunicación a nuevos niveles, donde se encuentran lo práctico con lo útil. Aunado a esto, si se incluyen las tecnologías móviles y los grandes adelantos en cuanto a la disminución del tamaño de los dispositivos portátiles, se encuentra una excelente plataforma para el trabajo colaborativo de forma ubicua, es decir, lograr avances de una causa común hacia una meta mediante los aportes de los usuarios colaboradores, donde dichas colaboraciones pueden ocurrir bajo demanda en tiempos irregulares e impredecibles (Rodríguez; *et al.*, 2011).

El funcionamiento normal de una red WiFi se basa en un punto central, llamado *Access Point* o punto de acceso. Como se observa en la Figura 4.20, la interconexión entre distintos dispositivos

se logra mediante la conexión directa entre los puntos de acceso. No obstante, como también se evidencia en la Figura 4.20, una comunicación directa entre algunos dispositivos podría ser más eficiente. Es por ello que se exploran otras tecnologías como las *Mobile Ad-Hoc Networks*, conocidas también como MANET.

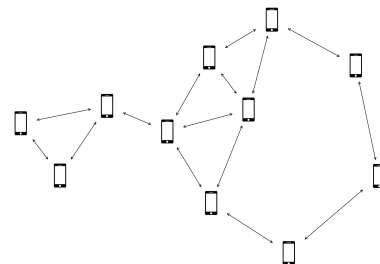
Figura 4.20: Funcionamiento normal de una red WiFi. Cada elemento se conecta al punto de acceso más cercano. La interconexión entre dispositivos, marcado en rojo, se logra por la interconexión entre puntos de acceso. En azul se muestra la ruta más corta de comunicación.



El principio básico de estas redes es que no existe una infraestructura central, sino que las conexiones ocurren entre los dispositivos más cercanos. El canal de comunicación puede ser de igual forma WiFi, aunque se pueden utilizar otras tecnologías inalámbricas como Bluetooth y NFS. Como se ejemplifica en la Figura 4.21, los dispositivos de la red se conectan entre sí formando una malla. Por lo tanto, la comunicación entre dispositivos se logra a través del paso de mensajes entre los nodos, idealmente tomando la ruta más corta entre el emisor y el receptor (Rodríguez; *et al.*, 2011).

Este tipo de sistemas pueden ser aprovechados en ambientes donde una infraestructura sea muy cara o simplemente no es posible depender de la misma. Ejemplos de esto son áreas de desastre, operaciones policíacas, actividades turísticas y trabajo con tecnologías móviles en áreas rurales. En conclusión, un MANET es una malla autónoma de punto a punto que es capaz de soportar actividades de comunicación, coordinación y colaboración realizadas por usuarios con alta movilidad (Rodríguez; *et al.*, 2012).

Figura 4.21: Topología de ejemplo para un MANET. Cada dispositivo se conecta únicamente con los elementos más cercanos sin necesidad de un punto de acceso.



4.7.1.1. Características De una manera más formal se define un MANET como un sistema autónomo de nodos móviles. Un nodo se refiere a una plataforma móvil que es capaz de desplazarse libremente de una forma arbitraria, y que posee vínculos por medio de sistemas inalámbricos a otros nodos. El sistema puede funcionar en total aislamiento, aunque se admite su operación como una red de conexión única (o de tipo *stub*) conectándose a través de una puerta de enlace a una red fija. Una red de conexión única utiliza su puerta de enlace exclusivamente para enviar tráfico hacia dentro o hacia afuera de la red, evitando funcionar como puente entre dos redes (Corson y Macker, 1999).

Las características más importantes de un MANET son (Corson y Macker, 1999):

1. Topología dinámica, donde los nodos se pueden movilizar arbitrariamente, llevando a cambios rápidos e impredecibles.
2. Ancho de banda limitado, donde cada vínculo provee una capacidad variable.
3. Operaciones con límite de consumo de energía, puesto que los nodos se espera sean dispositivos operados con baterías.
4. Seguridad física limitada, dado que cada uno de los nodos se encuentra más propenso a amenazas de seguridad físicas, haciéndose más probables ataques por robo de información, identidad falsa y denegación de servicio.
5. Escalabilidad, la cantidad de nodos puede ser muy grande en un momento dado, permitiendo miles o decenas de miles de nodos.

4.7.1.2. Protocolos Para lograr la comunicación en MANETs se requieren protocolos especializados que puedan adaptarse a una topología cambiante y a movilidad de nodos. Por lo tanto, algunas de las propiedades cualitativas deseables y/o requeridas en los protocolos para MANET son (Corson y Macker, 1999):

1. **Operación distribuida** - (REQUERIDA)
2. **Libre de ciclos** - (DESEABLE): siendo los recursos de transmisión muy limitados, el evitar que se formen estructuras donde los mensajes se mantengan en ciclos infinitos ayuda a la en gran manera a la eficiencia de la red.
3. **Operación basada en demanda** - (DESEABLE): el protocolo debería poder adaptarse a los patrones de tráfico en lugar de asumir una distribución uniforme, al mismo tiempo que se mantiene rutas a todos los nodos en todo momento.

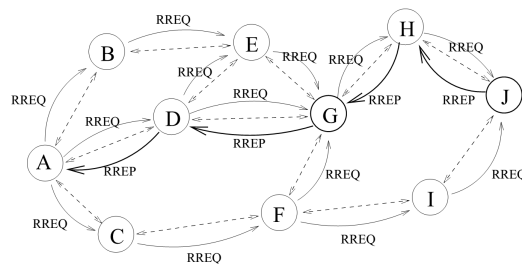
4. **Operación proactiva** - (DESEABLE): en oposición a operación basada en demanda, la red debería estar lista para la transmisión necesaria, siempre y cuando lo permitan los recursos de ancho de banda y energía.
5. **Seguridad** - (REQUERIDA): debe ser capaz de mantener “suficiente” protección frente a ataques que modifiquen o interrumpen la operación normal del protocolo.
6. **Periodos de tiempo “dormido”** - (DESEABLE): a manera de conservar energía, u otras necesidades de inactividad, el protocolo debe permitir que nodos en la red detengan sus capacidades de transmisión y recepción de datos por tiempo arbitrario.
7. **Soporte para vínculos unidireccionales** - (DESEABLE): en redes inalámbricas es posible la existencia de nodos unidireccionales, y mientras que si la cantidad de vínculos bidireccionales es suficiente la utilidad de los vínculos unidireccionales no aporta valor. No obstante, pueden existir situaciones donde un par de vínculos unidireccionales forman la única conexión bidireccional entre dos regiones, por lo que su aprovechamiento no solo sería útil sino que esencial.

Se ha experimentado con distintos protocolos que permiten cumplir la mayor de las características antes descritas, y se han dividido en tres grandes grupos. Cada uno de estos presenta fortalezas y debilidades que pueden ser aprovechadas en ocasiones y necesidades diferentes. Entre estos grandes grupos se pueden encontrar los protocolos reactivos, los protocolos reactivos y los protocolos híbridos, que combinan fortalezas de ambos esquemas (Tønnesen, 2004).

Los protocolos reactivos tienen como principal característica la formación de rutas bajo demanda, a manera que una ruta no existente entre dos nodos se empieza a establecer hasta el momento que uno de los dos nodos requiere conectarse con el otro. El protocolo AODV (*Ah-Hoc On-Demand Distance Vector*) es uno de los principales representantes de este esquema. En este protocolo la topología de la red es enviada a los nodos únicamente bajo demanda, a manera tal que en el momento de transmitir datos a otro nodo cuya ruta no conoce, envía un mensaje de solicitud de ruta (**RREQ**), inundando la red. La ruta se considera establecida cuando el mensaje de solicitud llega al nodo destino, quien responde con un mensaje de respuesta de ruta (**RREP**). Mientras dicha ruta existe el protocolo se mantiene pasivo, hasta que ésta se invalida o se pierde, en cuyo caso el protocolo envía nuevamente la solicitud de ruta. Esto se puede ver ejemplificado en la figura 4.22. La desventaja de este protocolo es que puede existir un retraso al inicio de las comunicaciones, pero la red únicamente intercambia mensajes de topología al inicio de cada comunicación cuya ruta no se conoce aún (Tønnesen, 2004).

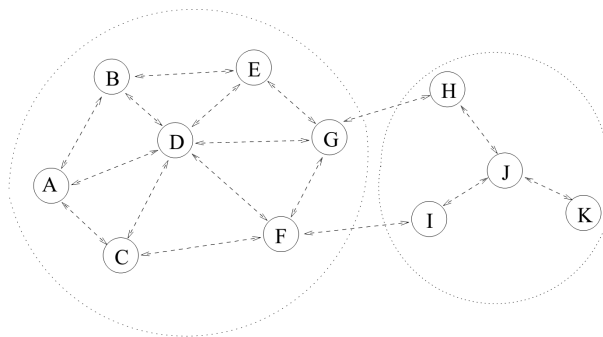
Los protocolos proactivos tratan de mantener la información de la topología constantemente actualizada. De esta forma, la red completa debería poder ser conocida a todos los nodos. Esto causa que exista una carga constante de paquetes relativos a topología, pero evita el retraso inicial en las comunicaciones. El principal protocolo de este esquema es OLSR (*Optimized Link State Routing*), el cual consiste en inundar la red con datos sobre el estado de los vínculos que cada nodo conoce. Con esto se construye una tabla que contiene la información sobre qué nodo vecino sería la mejor opción para enviar un mensaje al nodo destino requerido (Tønnesen, 2004).

Figura 4.22: Ruta posible para una solicitud de ruta si A desea comunicarse con J, según Tønnesen (2004).



Finalmente, los protocolos híbridos buscan combinar las aproximaciones de los esquemas reactivos y proactivos. Uno de los protocolos que ejemplifican esta aproximación es ZRP (*Zone Routing Protocol*), el cual consiste en dividir la topología en zonas de tamaño r (donde r indica el radio de la zona en cantidad de saltos). El direccionamiento dentro de la zona puede llevarse a cabo mediante un protocolo proactivo, y el direccionamiento entre zonas se realiza mediante un protocolo reactivo. Con esta distribución modular para los dos tipos de comunicación, dentro de la zona y entre las zonas, la elección del protocolo reactivo y proactivo puede ser totalmente arbitraria. La figura 4.23 ejemplifica una distribución de zonas (Tønnesen, 2004).

Figura 4.23: Distribución de zonas posible para los nodos A y J, utilizando un valor r de dos, según Tønnesen (2004).



4.7.1.3. Amenazas de seguridad Los sistemas MANETs introducen nuevos retos de seguridad debido a su naturaleza. Los protocolos escritos al momento tienen como principal objetivo el manejo más eficiente de los recursos, no obstante, introduce algunas vulnerabilidades importantes al sistema (Veeraraghavan y Limaye, 2007):

Vínculos inalámbricos El que los vínculos entre dispositivos sean inalámbricos hace la red susceptible a ataques de interferencia y fuga de información, sin necesidad de acceso físico directo al lugar.

Topología dinámica Cada uno de los nodos puede ingresar y salir libremente de la red, moviéndose independientemente. Siendo esto un comportamiento normal se dificulta el identificar si este tipo de eventos puede tener causas maliciosas o no.

Cooperatividad Los protocolos asumen que todos los nodos son cooperativos y no maliciosos, lo que lleva a que un atacante pueda convertirse en un nodo importante dentro de la red e introducir alteraciones en el tráfico al desobedecer la especificación del protocolo.

No existe línea de defensa clara Por la distribución de nodos, y la capacidad de cada uno de ellos, no existe una frontera explícita entre dónde inicia la red interna y dónde inicia el Internet. Por lo tanto, se dificultan las medidas de protección de perímetro utilizados comercialmente en la actualidad, tales como monitoreo de tráfico y mecanismos de control de acceso.

Por lo tanto, esto lleva a que puedan derivarse ataques más elaborados que puedan hacer daño a los distintos recursos o características de la red. Por ejemplo, ataques a la confidencialidad se podrían ejercer mediante técnicas de análisis y monitoreo de tráfico; ataques a la integridad, al forjarse paquetes que se salen del estándar o que llevan a que los demás nodos interpreten la red diferente a lo que en realidad es; y finalmente, ataques a la disponibilidad, introduciendo una gran cantidad de paquetes, a manera de consumir los recursos disponibles, o con la implementación de nodos que funcionan como “agujero negro” al descartar todos los paquetes recibidos o informar a todos los demás nodos que es un punto importante del tráfico (Veeraraghavan y Limaye, 2007).

4.7.2. Plataformas *open source* Las plataformas de *open source* o código abierto, son un tema muy sonado en la industria del software de hoy en día. Este es fundamentalmente un modelo de distribución, compartimiento y desarrollo de software libre (Weerawarana y Weeratunga, 2004). Esto implica, que estas plataformas, permiten a los usuarios el acceso a su código fuente, además de modificar el programa de acuerdo a las necesidades y desarrollar nuevo código que mejora la plataforma (California Research Bureau, 2012).

El nuevo concepto de *open source*, es la noción de desarrollo en comunidad. Con la popularización del Internet a finales de los años 90, fue posible no solamente que una persona o equipo en un mismo lugar geográfico, desarrollará, sino que grupos de personas en ubicaciones geográficamente dispersas desarrollaran conjuntamente. Un aspecto importante de la cultura del código abierto es que los participantes son las personas y no las organizaciones. Los desarrolladores de *open source* son a menudo individuos que poseen un “trabajo de día” pero aún así contribuyen a este tipo de proyectos por razones de autosatisfacción, autosuperación y otros factores de motivación (Weerawarana y Weeratunga, 2004).

Recientemente, los beneficios económicos que esta tecnología aporta ha aumentado la atracción a la adopción de software de código abierto (Weerawarana y Weeratunga, 2004). Las plataformas de código abierto y su código de soporte son generalmente libre de costo para descargar, usar y modificar. Sin embargo, los servicios relacionados con el software libre no necesariamente lo suelen ser. Los individuos y las empresas con fines de lucro pueden cobrar por la formación especializada o para el desarrollo de nuevas extensiones (California Research Bureau, 2012).

Figura 4.24: Ciclo de desarrollo de plataformas de código libre, según Weerawarana y Weeratunga (2004).



Comunidades de software de código abierto, modifican el código fuente para hacer frente a las necesidades cambiantes a medida que surjan estas necesidades (California Research Bureau, 2012). Por lo tanto, se puede decir que existe un ciclo de vida de desarrollo *open source*, que se observa en la Figura 4.24.

En el área de la salud, existen diversas plataformas existentes para la evaluación de la información del paciente. Los sistemas más destacados que se encontraron de plataformas *open source* son los que se describen en el Cuadro 4.8.

Cuadro 4.8: Comparativa de tecnologías existentes para los sistemas *open source* en el área de salud con base en Swiss Tropical and Public Health Institute (2015).

Tecnología	Características	Tecnologías utilizadas
openMRS	Plataforma de código abierto de un sistema de registro medico, con base en la web.	Aplicación web basada en Tomcat, MySQL y programado en Java.
openHDS	Sistema demográfico basado en la web, de código abierto, que permite llevar el registro y tratamiento de los eventos demográficos de una población.	Aplicación web con Java SE, Apache Tomcat y base de datos MySQL o HSQLDB.
openMEDIS	Aplicación web de código abierto que soporta la gestión de la tecnología de la salud.	Aplicación web con LAMP (PHP y MySQL).
care2x	Sistema de información hospitalario basado en la web de código abierto. Sirve para integrar diversos sistemas de información (en el hospital) en un único sistema de información.	Aplicación web en Java, JavaScript, PHP, PL/SQL y Pearl.
DHIS2	Software utilizado normalmente para la gestión de información de salud, lo que permite la recopilación, procesamiento y análisis de las estadísticas de salud.	Aplicación web con Java y Hibernate.
iHRIS	<i>Suite</i> gratis y abierta, de software de información de la salud, para apoyar la gestión de los recursos humanos.	Aplicación web con PHP y MySQL.
iHTP	Aplicación de escritorio utilizada para la planificación de recursos de la salud, con el objetivo de asegurar que todos los recursos de tecnología de la salud necesarios para las intervenciones médicas particulares están disponibles y adecuados.	Microsoft Visual Basic .NET y Microsoft Access.
MCH-registry	Permite la recopilación de datos relacionados con el embarazo, con el fin de mejorar la gestión de los casos de riesgo.	Aplicación web con LAMP/WAMP.

Continuación Cuadro 4.8: Comparativa de tecnologías existentes para los sistemas *open source* en el área de salud con base en Swiss Tropical and Public Health Institute (2015).

Tecnología	Características	Tecnologías utilizadas
mirth connect	Motor de interfaz de código abierto para sistemas de información sanitaria, lo que permite el enrutamiento y la transformación de los datos de salud entre los diferentes sistemas.	Aplicación de escritorio en Java.
quantum GIS	Sistema de información geográfica de código abierto, que permite la gestión de datos y la creación de mapas.	Aplicación en C++.

4.7.2.1. Plataforma OpenMRS OpenMRS es una plataforma (así como el nombre de la compañía que gestiona esta plataforma) de código abierto con el objetivo de facilitar el acceso a sistemas de informatización de la salud en países en desarrollo. Se caracteriza por proveer una plataforma escalable basada en un diccionario de conceptos (diagnósticos, pruebas, medicamento, etc.), por lo que a su nivel básico no requiere de programación adicional. También provee un conjunto de APIs para su extensión, y cuenta con una biblioteca de módulos especializados que expanden su funcionalidad (OpenMRS, 2015).

Figura 4.25: Logo de la plataforma OpenMRS, para gestión de información hospitalaria.



4.7.2.2. Plataforma FrontlineSMS Frontline es una plataforma de código abierto que provee una interfaz para comunicaciones complejas y de alto volumen, primariamente se enfoca en el envío de SMS. Este software es utilizado para crear puntos de conexión para el servicio SMS. Es una plataforma que permite una comunicación estructurada vía SMS, por medio del uso de una computadora, y de un teléfono móvil o un módem GSM. La plataforma permite una comunicación de doble vía a través de la red móvil sin la necesidad de acceso a Internet (FrontlineSMS, 2015). Con respecto a la documentación técnica es una aplicación de escritorio que utiliza MySQL y está desarrollada en Java.

Figura 4.26: Logo de la plataforma FrontlineSMS, para manejo de campañas a través de SMS.



4.7.2.3. Plataforma Conversations Conversations es una plataforma para intercambio de mensajes instantáneos a través del protocolo XMPP (*Extensible Messaging and Presence Protocol*) que previamente se conocía como Jabber. Tanto el protocolo como el cliente Conversations son de código abierto. Conversations permite el intercambio de archivos multimedia, como imágenes y sonidos, y el envío de marcadores para identificar si uno de los usuarios ha leído los mensajes o no. Adicionalmente soporta tres mecanismos para el cifrado de información de punto a punto con los protocolos OTR (*Off-The-Record Messaging*), OMEMO (*OMEMO Multi-End Message and Object Encryption*) y OpenPGP (*Pretty Good Privacy*), añadiendo opciones de privacidad aún cuando el intercambio de mensajes sea realizado a través de servidores públicos no confiables (Gultsch, 2015).

Figura 4.27: Logo de la plataforma Conversations, cliente para mensajería instantánea con Jabber/XMPP.



4.7.2.4. Plataforma Openfire Openfire es una aplicación de servidor, desarrollada por Ignite Realtime, para colaboración en tiempo real que utiliza el protocolo de mensajería instantánea XMPP (*Extensible Messaging and Presence Protocol*), previamente conocido como Jabber. Su administración puede ser realizada a través de una interfaz web, adicionalmente permite su extensión con el uso de plugins. Entre las características más relevantes están el soporte de mensajes fuera de línea, integración con LDAP, independiente de plataforma, balanceo de carga y manejo de clusters (Ignite Realtime, 2015).

Figura 4.28: Logo de la plataforma Openfire, servidor para mensajería instantánea con Jabber/XMPP.



4.7.3. Tipos de sensores de medición El sensor traduce la información que llega del exterior en un impulso eléctrico, normalmente digital (pasa o no pasa corriente), que puede ser analizado y procesado por la unidad de control de sistema (Aravind, 2011). Existen a su vez diferentes tipos de sensores, en función del tipo de variable a medir: (1) de contacto, (2) ópticos, (3) térmicos, (4) de humedad, (5) magnéticos y (6) infrarrojos.

4.7.3.1. De contacto Se utilizan para detectar el final del recorrido o la posición de componentes mecánicos. Por ejemplo: Detectar el estado de una puerta, si está o no abierta. Los principales son los sensores fines de carrera, este cuenta con un pequeño interruptor que consta de una pieza móvil y una pieza denominada NA(Normalmente abierto) o NC(Normalmente cerrado), haciendo referencia al tipo de información que enviar el interruptor (Aravind, 2011).

4.7.3.2. Ópticos El mecanismo de estos sensores consiste en detectar cuando se interrumpe la luz que estos se encuentran emitiendo. De entro de este grupo se encuentran las fotorresistencias, las cuales detecta la cantidad de luz que reciben, aumentando o disminuyendo su valor de resistencia. Esto implica que cuando se detecte luz y se disminuya la resistencia, la corriente podrá seguir su curso en el circuito de control (Aravind, 2011).

4.7.3.3. Térmicos Permiten medir la temperatura, estos sensores son resistencias cuyo valor aumenta cuando la temperatura también lo hace, o también se encuentran los que lo hacen de forma inversa. Esto a su vez permite determinar el tipo de pulso que se enviará al circuito de control (Aravind, 2011).

4.7.3.4. De humedad Utilizan la propiedad del agua, en la cual esta no es aislante como el aire sino que presenta propiedades de conductividad eléctrica; junto a esta propiedad se desarrollan los sensores pertenecientes a este grupo. El funcionamiento de este tipo de sensores se da utilizando entonces el agua como el complemento a un circuito abierto, cuando haya cierta humedad el circuito cerrará y por tanto dejará pasar corriente (Aravind, 2011).

4.7.3.5. Magnéticos Este tipo de sensores permite la detección de campos magnéticos provocados por imanes o corrientes eléctricas. El principal es un interruptor conocido como Reed; el cual consiste en un par de láminas metálicas de materiales ferromagnéticos metidas en el interior de una cápsula que se atraen en presencia de campo magnético, cerrando el circuito y por ende permitiendo que la corriente siga su rumbo (Aravind, 2011).

4.7.3.6. Infrarrojos Este tipo de sensores utiliza un rango de frecuencia electromagnética no detectada por el ojo humano, este tipo de frecuencia es conocida como infrarrojo. Existen dispositivos electrónicos que son capaces de emitir este tipo de frecuencia y a su vez, dispositivos capaces de reconocerla. Es así como se rige el funcionamiento de este tipo de sensores, de un lado la emisión y del otro la recepción.

Sin embargo, refiriéndose a mediciones de distancias (Ríos, 2004) menciona que: existen dos

sistemas activos para la medición de proximidad o de distancias sin necesidad de contacto físico : los ópticos y los ultrasónicos. Los sistemas ópticos ofrecen mejor precisión debido a que la longitud de onda involucrada es más corta y debido a que presentan menor sensibilidad a condiciones ambientales como por ejemplo la presión y la temperatura. Por otra parte, las aplicaciones ultrasónicas basadas en la medición del tiempo de vuelo, son más simples y en consecuencia son menos costosas. Sin embargo, en estas últimas, existen una serie de problemas potenciales que requieren atención: la absorción o atenuación en el medio, el ancho del haz ultrasónico, la presencia de ruido e interferencia, la alta sensibilidad a la temperatura y a la humedad, y la pobre resolución.

A partir de la propiedad de bajo costo para los sensores ultrasónicos, también (Ríos, 2004) cita que: La sensorización mediante ultrasonidos se ve afectada por factores medioambientales y por factores relacionados con el objeto reflector. En el caso de aplicaciones de medición de distancias mediante la técnica del pulso-eco, el factor mas importante que afecta la exactitud del sistema esta relacionado con la variación de la velocidad de la onda ultrasónica debido a la temperatura y a la composición del medio de transmisión. Además, la implicación de la temperatura sobre la velocidad el sonido puede plantearse mediante la siguiente fórmula:

$$V_s = V_o \sqrt{1 + \frac{T}{273}} \quad (4.4)$$

donde V_o es la velocidad absoluta en el medio a 0° centígrados, y T es la temperatura del medio en grados centígrados. Por ejemplo, como la velocidad del sonido en el aire 0° centígrados es 331m/seg entonces en un ambiente con temperatura promedio de 20° centígrados, la velocidad promedio es de 343 m/s a la presión de una atmósfera (Ríos, 2004).

En la mayoría de los sistemas de medición de distancias, el efecto de la temperatura no es de gran consideración debido a que el error relativo es sólo del 0.18% por cada $^\circ\text{C}$, además de que siempre existe la posibilidad de utilizar un sistema de compensación del efecto de la temperatura como por ejemplo la medición de la temperatura ambiente o la utilización de un objeto de referencia. Sin embargo en los sistemas de alta precisión, no solo hay que compensar los efectos de la temperatura, sino que hay que considerar el efecto adicional de la turbulencia en el medio y de las corrientes de convección. Un problema particular es el que ocasionan las corrientes de convección al producir diferentes bandas de temperatura donde la velocidad de la onda de ultrasonido puede variar abruptamente. Este tipo de problemas no puede ser corregido mediante las técnicas convencionales de compensación de temperatura, pero puede ser mejorado mediante el promedio estadístico simple o mediante técnicas de procesamiento mas avanzadas, como la estimación lineal basada en mínimos cuadrados (Ríos, 2004).

Otro de los problemas que afecta la sensorización por ultrasonidos es el ancho de haz y los lóbulos laterales que aparecen en el patrón de sensibilidad del transductor. La presencia de los lóbulos laterales llevan a los extremos de un problema: la subestimación y la sobreestimación de la distancia. La presencia de picos de sensibilidad fuera del lóbulo principal favorece la temprana detección de obstáculos indeseados, dando origen a distancias erróneas que en general son mas cortas que la distancia real a la cual está el objeto que se desea detectar. Por otro lado, debido a que los sistemas pulso-eco generalmente usan la propia señal del eco con el fin de manejar los circuitos de temporización, entonces la presencia de valles de sensibilidad que reducen la intensidad del eco, son la causa de la sobreestimación del tiempo de vuelo y conllevan a una sobreestimación de la distancia. La solución de esta problemática ha quedado en manos de los fabricantes quienes han orientados sus esfuerzos hacia el diseño de transductores de haz angosto con minimización de lóbulos laterales (Ríos, 2004).

4.7.4. Voice over IP “Voice over Internet Protocol” (comúnmente abreviado VoIP; “voz sobre IP”, en español) es un servicio de voz a través del internet. Funciona convirtiendo señales analógicas de voz en paquetes digitales para enviar a través del internet, de dos formas: utilizando teléfonos especialmente diseñados para ellos (Figura 4.29) o a través de adaptadores de telefonía analógica, conectados a un teléfono regular (Figura 4.30) (Voip, 2015).

Muchas aplicaciones de call center corren tradicionalmente sobre VoIP. Por ejemplo, un “Interactive Voice Response” (“Respuesta de Voz Interactiva”), o IVR. (Voip, 2015).

4.7.4.1. IVR Un IVR es un sistema de contestación automatizada que puede recibir información de quien llama y procesarla. Entre las acciones que pueden realizar se encuentran: reproducir audio (pre-grabado o generado dinámicamente), recibir datos de un usuario y procesarlos en una aplicación, buscar información de una base de datos y transmitirla a quien llama y una combinación de todos. (Voip, 2015). Se apoya en los siguientes protocolos:

- **SIP**: “Protocolo de inicio de sesión”, es el protocolo estándar para VoIP, así como para otras sesiones multimedia, como video y mensajería. Permite establecer los formatos de comunicación entre dos o más involucrados en la creación de una sesión multimedia, y controla el destinatario de cada elemento interactivo a través de proxies. Es bastante parecido a los protocolos HTTP y SMTP: tiene un encabezado y un cuerpo, que contiene el mensaje. Está basado en texto, con codificación UTF8, y utiliza por defecto el puerto 5060 en protocolos TCP y UDP. Casi todos los IVR basados en VoIP utilizan servidores SIP, con excepción de Skype IVR.

- **VoiceXML**: Más que un protocolo, es un estándar que permite la generación de IVR usando lenguaje de scripting de alto nivel. Contiene un conjunto de comandos que son interpretados por la solución PBX como acciones que el IVR ejecuta. Según Voip (2015), “busca llevar al desarrollo de respuestas de voz interactivas las ventajas del desarrollo y entrega de contenido enfocadas en la web”.

Algunas plataformas de código abierto para IVR son:

- **VirtualPBX** es una plataforma de código abierto que soporta varias operaciones de respuesta automatizada, procesamiento de llamadas entrantes y ambientes aislados para múltiples teléfonos. Está construida sobre Asterisk, una plataforma PBX de código abierto. Es paga (cobran por cantidad de llamadas simultáneas), pero ofrecen una versión para 10 llamadas simultáneas de forma gratuita. (Okunev, 2015)
- **IVR.XML** es un formato de hipertexto enfocado en plataformas IVR de baja complejidad. Reúne muchas características de VoiceXML, pero de forma más condensada y automatizada: reproducir audio, transferir llamadas y múltiples menús para comunicación por el teléfono. Es proveído en conjunto con un servidor SIP de fácil instalación y configuración, llamado MiniSipServer. (MyVoipApp, 2015)
- **Verboice** es un *framework* para desarrollo de aplicaciones basadas en voz. Tiene un editor web para crear aplicaciones que procesen los datos obtenidos por IVR, una interfaz de configuración de redes VoIP a nivel de internet o red local y ofrece conexión con otras plataformas PBX a través de una API. Es completamente gratis (InSTEDD, 2015).

Figura 4.29: Estructura VoIP con teléfono IP de Voip (2015)

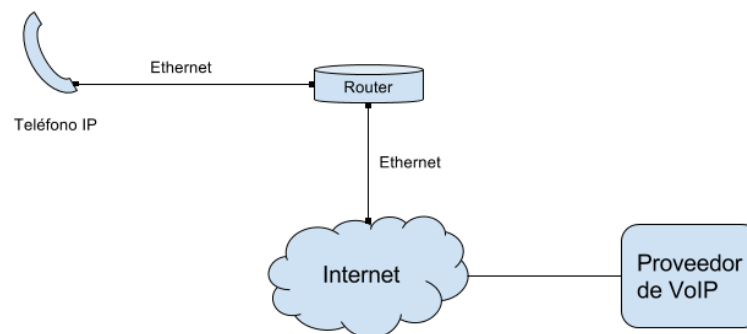
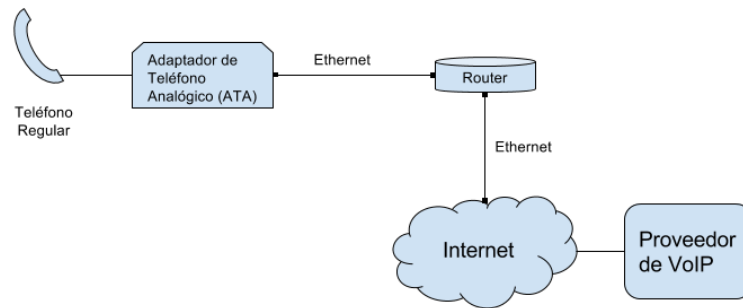


Figura 4.30: Estructura VoIP con teléfono analógico y ATA de Voip (2015)



5 Antecedentes

Luego de haber profundizado en las definiciones de los contenidos que se utilizaron en este trabajo, se traslada al lector a los antecedentes estudiados. Se realizó una revisión de la literatura relacionada al uso de sistemas informáticos en el área de salud. Es necesario mencionar la importancia de estos descubrimientos antes del inicio de la tercera fase o parte práctica de la investigación, ya que agregó valor y ayudó a guiar el camino de esta. Estos antecedentes se presentan como: (1) antecedentes generales de sistemas en el área de salud y (2) antecedentes específicos para profundizar en la investigación de cada una de las áreas de interés.

5.1. Benchmarking en el área de salud y tecnología

En la fase inicial de la metodología de *design thinking*, se realizó una pequeña investigación, con el propósito de tener una visión global de la tecnología ya existente en el área de salud. Como siguiente punto se presentan los resultados de las aplicaciones informáticas encontradas en el Cuadro 5.1. La parte de análisis y utilización de estos datos puede ser observada, en la siguiente fase (sección de resultados).

Cuadro 5.1: Investigación inicial de *benchmarking* en el área de salud y tecnología.

Producto	Información
Apple HealthKit	Actúa como un dispositivo de información generada por el paciente como su presión arterial, el peso o el ritmo cardiaco (Emol, 2015).
ISSSTE	Sistemas de citas por teléfono o internet (ISSSTE, 2005).
Health Kit	Ayuda a los doctores a identificar cualquier signo que indique problemas en un paciente y así prevenir (TechTimes, 2015).
Wanda	Una pantalla táctil en la que se solicita un servicio. Genera gráficas sobre la información (Visionstate, 2013).
Balanza automática	Evaluación de un medidor electrónico antropométrico básico para niños mayores a 6 años que automatice la lectura y registro de datos (Universidad de San Carlos de Guatemala, 2014).
SALUS	Sistema integral/especializado de gestión hospitalaria; comprende diversos módulos desde la historia clínica hasta gestión de clientes (Salus, 2013).
HIS	Sistema para la administración de diversos flujos en el hospital: hospitalización, farmacia, facturación, etc. (6inf, 2013).

5.2. Estudios sobre el uso de medios de comunicación

Para profundizar en el contenido mencionado en el capítulo de medios de comunicación, se realizó una revisión de literatura que cumpliera con el uso de uno de estos medios. La cantidad de resultados encontrados fue elevada, ya que hasta el día de hoy existen muchas publicaciones científicas en las que analizan los beneficios que conlleva el uso de herramientas tecnológicas en el área de salud. Cada uno de los siguientes estudios, se enfoca en un solo medio de comunicación y presentan los resultados obtenidos en base a la pregunta que se plantearon como objetivo.

5.2.1. El uso de mensajes de texto en el área de salud En el año 2004, se realizó un estudio para evaluar el uso de SMS para recordar citas, y se concluyó que la mayor razón por la que los pacientes no asisten es porque la olvidan. El estudio se llevó a cabo en el hospital The Royal Children's ubicado en Melbourne. El propósito fue evaluar el uso de SMS que fueron enviados 3 días antes de la cita programada. La medición se hizo en base a la tasa de no asistencia de los pacientes a sus citas, comparando el grupo de pacientes que recibieron un recordatorio y los que no. Los resultados fueron que la tasa de no asistencia para el grupo de pacientes con recordatorios fue de un 14.2%, pero para el grupo control fue de un 23.4% (Downer; *et al.*, 2006). En conclusión, la reducción de la tasa de no asistencia a la cita se vio beneficiada por el uso de recordatorios vía SMS. Los resultados son similares a otros estudios realizados que utilizan llamadas automatizadas. En otras palabras, las llamadas o los mensajes son métodos equivalentes.

A partir del año 2008 hasta el 2012, la organización no gubernamental TulaSalud implementó un proyecto de salud móvil en el departamento de Alta Verapaz. El estudio se realizó con el fin de reducir la tasa materna de mortalidad, que para aquel entonces era de 273 por cada 100,000 nacimientos. Luego de 5 años, el proyecto demostró una reducción en la tasa materna de mortalidad ($p < 0.05$) y en mortalidad infantil ($p = 0.054$) en el grupo de intervención, comparados con el grupo control (Martinez; *et al.*, 2015). El proyecto se basó en la provisión de un teléfono a facilitadores comunitarios (CFs). Los CFs son voluntarios en comunidades rurales quienes proveen ayuda en el área de salud. Gracias al uso del celular los CFs que tienen un celular pueden resolver dudas y dar información para mejorar la salud.

5.2.2. El uso de llamadas en el área de salud En Chicago las mujeres de piel oscura son 62% más predispuestas a morir de cáncer de mama que las mujeres blancas. Gracias a la fundación Susan G. Komen se realizó un proyecto en 14 lugares con el fin de medir las tasas de no asistencia de los pacientes. Estudio en el que se realizaron llamadas para recordar citas y para darle seguimiento a los pacientes. Cada lugar se encargaba de llamar a los pacientes para recordarles y brindarles seguimiento a su cita respondiendo a preguntas. El uso de estas

llamadas mejoró la tasa de no asistencia de un 29 % a 12 % (Weldon; *et al.*, 2014). Debido a los resultados, se identifica que los recordatorios en llamadas ayudan a aumentar las tasas de detección de enfermedades, y a que se finalice el proceso de diagnóstico. Claramente se aprecia el beneficio de comunicarse directamente con el paciente para que no abandone el flujo que lleva la atención médica.

En el año 2012, se realizó un estudio en el que se midió el involucramiento de pacientes, que hablaban español de Honduras, México y US, en un sistema IVR. Participaron un total de 268 pacientes con diabetes o hipertensión en un programa de 6-12 semanas en las que recibieron seguimiento por medio del sistema IVR. El 98 % de los pacientes reportó que el sistema era fácil de utilizar, y el 86 % dijo que las llamadas los ayudaban a manejar de mejor manera sus problemas de salud (Piette; *et al.*, 2013). El uso del IVR es factible con pacientes con enfermedades crónicas, incluyendo aquellos lugares que no están desarrollados. Este sistema no requiere de gastos económicos por parte del sistema, más que contar con un teléfono móvil.

Adicionalmente, se encontró un estudio el cual evaluó la efectividad de un sistema de recordatorio de citas con respecto a la tasa de asistencia de los pacientes en un hospital público. La hipótesis fue que el sistema iba a impactar positivamente en la tasa de asistencia en las clínicas de hospitales públicos. Para ello, utilizaron una aplicación que automáticamente llamaba a los pacientes con 24 o 72 horas de anticipación durante 6 semanas intercaladas. Si el paciente no contestaba, el sistema lo llamaba hasta 5 veces. Participaron 5,717 pacientes, de los cuales 3,048 fueron elegidos para recibir recordatorios, y 2,669 eran del grupo control. Gracias al uso del recordatorio, la tasa de asistencia de los paciente aumentó un 10.8 %, teniendo un valor de 71 % (Witter; *et al.*, 2001).

Con los estudios encontrados en relación al uso de llamadas automatizadas o realizadas directamente por personal, demuestra que el uso de recordatorios trae efectos positivos. Empezando porque los pacientes se ven más involucrados en el proceso que conlleva ir al hospital y darle seguimiento al tratamiento que se le indique. Además, este tipo de llamadas ha resultado efectivo para reducir la tasa de mortalidad en ciertas enfermedades crónicas. Es importante resaltar que con las llamadas los pacientes no requieren ningún gasto.

5.2.3. El uso de correo electrónico en el área de salud El uso de correo electrónico tiene la finalidad de mejorar la comunicación entre el hospital y los pacientes. En el año 2003 se realizaron 2 estudios en el centro médico Duke Family ubicado en Estados Unidos. El primero tenía como objetivo evaluar la cantidad de pacientes que estaban dispuestos a comunicarse con el personal del hospital vía correo electrónico. El segundo, fue un estudio piloto con el fin de iden-

tificar la viabilidad de brindarles información sobre salud vía correo electrónico (Virji; *et al.*, 2006).

Los resultados fueron que el 68 % de los pacientes utiliza correo electrónico, y el 80 % de ellos estaban interesados en comunicarse con el hospital vía correo electrónico. El 42 % estaban dispuestos a pagar un servicio de Internet para poder tener acceso a correo electrónico en todo momento (Virji; *et al.*, 2006). Los resultados demuestran que los pacientes están interesados en comunicarse con el hospital vía correo electrónico. Además, el estudio de viabilidad ilustra la importancia de los retos que se encuentran al introducir el correo electrónico como lo es la falta de acceso a Internet.

5.2.4. El uso de aplicaciones móviles en área de salud Con el objetivo de investigar las razones por las cuales los pacientes no asisten a sus citas. Se analizó a los pacientes que asistían al hospital de enseñanza Obafemi Awolowo. Como resultado de las preguntas que se les realizó, se identificaron las 2 principales razones por las que dejan de asistir al hospital. La primera es que consideran que no tienen necesidad de volver a asistir. La segunda, porque olvidan la fecha de la siguiente cita (De la Harpe y Debrah, 2014). Por lo tanto, existe la necesidad de crear aplicaciones en relación a la salud con el fin de recordarle al paciente su siguiente cita. Además, la aplicación puede servir como herramienta educativa la cual advierte sobre los peligros que corren al no asistir al hospital.

En el año 2014 se realizó el diseño, desarrollo y evaluación de la aplicación de un prototipo desarrollado para dar soporte a pacientes con tratamiento de tuberculosis de Zanzibar, Tanzania. La aplicación móvil hace uso de gráficas y de recordatorios de voz para motivar a los pacientes a seguir su rutina de medicamentos. Treinta y ocho personas participaron en la evaluación de los ejercicios. Al finalizar, los participantes indicaron que les había sido útil la aplicación con el tratamiento de tuberculosis. Lograron entender e interpretar de forma correcta el significado de cada imagen (Haji, Suleman y Rivett, 2015). Como conclusión, el estudio encuentra un potencial mayor al uso de una aplicación basada en imágenes, en comparación con el uso de mensajes de texto. Con el uso de las aplicaciones se pueden agregar detalles que con un simple mensaje de texto o llamada es imposible.

5.3. Estudios sobre tiempos de espera

Reducir los tiempos de espera de pacientes ha sido uno de los principales focos de muchos estudios ya que los tiempos de espera y de tratamiento son generalmente considerados como indicadores de la calidad del servicio hospitalario (Cao; *et al.*, 2011). El tiempo de espera de un paciente se puede dividir en dos tipos:

- Tiempo de espera antes de la consulta.

- Tiempo de espera después de la consulta.

El número de citas perdidas y la pérdida de tiempo del paciente al momento de la generación de citas, han causado un problema inminente para las instituciones de salud. Es por eso que Adeosun, Idowu y Williams (2014), realizaron una investigación en Nigeria que establecía una solución para estas pérdidas. Se presentó un sistema de citas de pacientes externos, donde los pacientes podían acceder y ver cualquier información médica personal disponible u horario médico para concertar una cita con el tiempo correspondiente a lo especificado por el médico. Además el sistema realizaba recordatorios de mensajes de texto para los pacientes y sus citas. Esto permitió reducir el número de citas olvidadas por parte de los pacientes.

Ahora bien, si sabe que un sistema de citas es una buena opción para la reducción de estos tiempos de espera, *¿cómo saber la mejor metodología para nombrar las citas?* En el Hospital de la Universidad de Nagoya en Japón, se realizó un estudio por Wijewickrama y Soemon (2008), para comprobar 25 sistemas de citas con cinco formas de ordenamiento de pacientes. Esto con el objetivo de determinar el mejor sistema de citas capaz de identificar los problemas en términos de tiempo de espera del paciente y tiempo de inactividad del médico. Se llegó a la conclusión que para un buen diseño de un sistema de citas se debía de tomar en cuenta tanto el establecimiento del intervalo de nombramiento y tamaño de bloque de pacientes, como la forma en que los pacientes se asignan a cada bloque según su tipo.

¿Qué más se puede aplicar a este tipo de sistemas? En Jamaica, Hylton y Sankaranarayanan (2012), desarrollaron un sistema basado en agentes inteligentes hacia la negociación y colaboración de agentes médicos y hospitalarios para un horario apropiado de citas, para el paciente. Este desarrollo se basó en reglas de preferencia difusa y se estableció en un sistema móvil Android 2.2. La investigación demostró que no era necesario un agente humano para la creación de citas, ya que el agente inteligente logró la realización de tales.

Por lo tanto, se puede decir que el tiempo de espera antes de la consulta es uno de los temas que atrae mucho la atención para estudio. Este generalmente se divide en tiempo de registro y tiempo de espera para la consulta. Si a esto se le agrega un limitado número de recursos médicos en el hospital, es común que estos dos tiempos sean grandes. Para abordar este tema, Cao; *et al.* (2011), creó un sistema de citas basado en la web para el Hospital Xijing. El objetivo del estudio era investigar la eficiencia del sistema de citas basado en la web en el servicio de registro de pacientes. Al final del estudio se realizó una entrevista telefónica y se determinó que las principales razones por la no utilización del sistema era la ignorancia a su existencia, la poca confianza en el internet y la falta de habilidad para la utilización de la computadora. Se llegó a que de 500

personas evaluadas, el 14.4%, que utilizaron el sistema, no atendieron a sus citas.

Ahora bien, *¿qué pasa con Guatemala?*, estos sistemas también pueden ser aplicados en el país. Tanto la dirección general del Hospital de Santa Rosa, como el Ministerio de Salud Pública en Guatemala para el año 2008, implementaron un sistema de citas informatizado en el hospital. Los resultados demostraron una disminución en los tiempos de espera de un 35.4% para los pacientes y un aumento significativo de 22,000 consultas anuales para el hospital. Esto significó no solamente una mejora en la atención a los pacientes, sino un aumento en las finanzas del hospital, por la recaudación de más consultas externas (Dirección Ejecutiva HSR, 2008).

5.4. MANET en Android

Como se menciona en la sección 4.7.1 sobre MANET, estas son redes que trabajan sobre una estructura distribuida sobre dispositivos móviles. Cada dispositivo conoce a sus vecinos y establece vínculos con éstos, a manera de conformar una malla de conexiones como se aprecia en la figura 4.21.

Los teléfonos celulares son excelentes plataformas para la creación de MANETs, por su ubicuidad, sus capacidades para WiFi, y que muchos sistemas operativos ofrecen una plataforma abierta para el desarrollo. Los teléfonos Android han sido utilizados para este propósito, no obstante, presentan algunos inconvenientes adicionales. Existen dos tipos de conexión que soporta el estándar Wi-Fi: Infraestructura y Ad-Hoc. El primero trabaja con un punto de acceso central al que todos los clientes se conectan, mientras que el segundo, llamado también punto a punto, todos los clientes se conectan entre sí sin ningún punto de acceso. Los MANET sobre WiFi requieren el modo Ad-Hoc, no obstante, Android no soporta dicho modo por defecto. Por ende, es necesario obtener permisos de superusuario (root) para ganar acceso a las librerías de bajo nivel del dispositivo. Mientras que esto proporciona una solución viable, el procedimiento de obtener permisos, también llamado *rootear* involucra algunos riesgos como la posible pérdida de datos, la pérdida de garantía por parte del fabricante, inestabilidad en el sistema operativo y la introducción de agujeros de seguridad (Hita, 2013). Los proyectos SPAN y Serval utilizan la aproximación de *rooteo* para lograr conexiones entre dispositivos.

De forma paralela, Android ofrece una solución parcial para la intercomunicación de dispositivos por medio de WiFi mediante la implementación de la tecnología Wi-Fi Direct, llamada internamente Wi-Fi Peer-to-Peer y existe desde la versión 4.0. Esta implementación la introduce en forma de una librería que puede ser utilizada por las aplicaciones para el descubrimiento y conexión con otros dispositivos. En (Marinho, Menegato y Oliveira, 2015) se utilizan servicios paralelos de esta tecnología para la conformación de MANETs de proporciones pequeñas.

5.4.1. Proyecto SPAN SPAN proviene de *Smart Phone Ad-hoc Network*, el cual es un proyecto de código abierto para el desarrollo de MANET en Android. Consiste en dos partes: MANET Manager y Olsrd. La primera, disponible en la tienda de GooglePlay en https://play.google.com/store/apps/details?id=org.span&hl=es_419, provee de una interfaz entre el usuario y el dispositivo Android, donde permite la elección de dirección IP, servidor DNS y configuración del a interfaz inalámbrica. El segundo es un servicio que se ejecuta y se encarga del manejo del protocolo OLSR para el MANET (Chowdhury, 2013).

5.4.2. Serval project Un equipo ubicado en el sur de Australia, en la Universidad Flinders, ha estado en desarrollo de tecnologías que permitan el trabajo con MANETs desde el año 2010. El objetivo principal se ha basado en la construcción de *Serval Mesh*, el cual es una aplicación para Android que provee de servicios de llamadas de voz, mensajería instantánea y transferencia de archivos. Utiliza cifrado basado en *elliptic curve* para proveer privacidad e identificación entre los nodos. Su modo de trabajo se basa en un protocolo de difusión donde cada paquete es inundado en la red, es decir, todos los nodos envían cada paquete a todos los vecinos a manera de asegurar que cada pieza de información llega a cada nodo. La aplicación *The Serval Mesh* se encuentra disponible en la tienda de Google Play en <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.servalproject> (Serval, 2013).

5.4.3. MANET sobre *Wi-Fi direct service publishing* La tecnología Wi-Fi Peer-to-Peer de Android permite la conexión de dispositivos de forma directa a través de WiFi sin necesidad de un punto de acceso. En (Marinho, Menegato y Oliveira, 2015) utilizan el servicio de publicación de servicios para el intercambio de mensajes. En una red pueden existir componentes que proveen servicios para que otros puedan utilizarlos, sin embargo, la dirección de tales componentes puede no saberse desde antes. Por tal razón muchas librerías para manejo de conexiones de red permiten la difusión de servicios, con lo que publican los servicios disponibles a los demás componentes y estos pueden elegir consumirlos más adelante. Wi-Fi Peer-to-Peer provee la facilidad de publicación de servicios, los cuales pueden ser nombrados con un máximo de 24 caracteres. Por lo tanto, en (Marinho, Menegato y Oliveira, 2015) utilizan el nombre de los servicios como mecanismo de transmisión. Cuando un nodo desea enviar un mensaje a otro publica un servicio cuyo nombre es el mensaje en sí, otro nodo lo recibe y publica un servicio cuyo nombre es la confirmación de recepción. El nodo emisor cambia el nombre del servicio con los nuevos datos a enviar y el receptor, al recibir el mensaje, publica nuevamente un servicio confirmando la recepción. Mediante dicho intercambio se logra la transmisión de información entre nodos sin necesidad de realizar una conexión directa.

Mientras que dicha tecnología permite la conexión sin necesidad de *roteo*, se encuentra muy limitada por la naturaleza de envío. Cada uno de los paquetes debe ser dividido en partes más pequeñas para adaptarse al límite de 24 caracteres. Adicionalmente, la cantidad de servicios se encuentra limitada a siete, por lo que la transmisión concurrente está acotada por esta cantidad. Finalmente, la publicación de servicios introduce ruido a la red, lo que tiene como consecuencia el que la transmisión solo pueda ser eficiente cuando la cantidad de dispositivos presentes es relativamente pequeña (Marinho, Menegato y Oliveira, 2015).

6 Metodología

Ahora se comienza con la tercera fase del trabajo o la parte práctica. Los conceptos mencionados anteriormente en la sección de marco teórico son aplicados durante la explicación de esta sección. Se comienza con el sistema de salud y los lugares en donde se realizó el proyecto.

El Hospital Infantil de Infectología y Rehabilitación se encuentra en la novena avenida 7-01 zona 11 de la ciudad de Guatemala. Es un hospital de referencia nacional infantil (0-12 años) especializado en el manejo de las enfermedades infectocontagiosas y en el proceso de rehabilitación de enfermedades discapacitantes. Cuenta actualmente con los servicios de consulta externa y encamamiento. Dentro del servicio de encamamiento, para pacientes de enfermedades infecciosas y rehabilitación, se da apoyo en nutrición, psicología y odontología. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2013). Por otra parte, brinda servicios de consulta externa en dos turnos, divididos en la mañana y el medio día.

Por otro lado, el Hospital General San Juan de Dios es responsable de brindar atención médica de calidad, la cual contribuye con la salud de la población. El hospital es de tercer nivel según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala, entidad pública que brinda atención médica integral. Se encuentra ubicado en la primera avenida 10-50 de la zona 1. Algunas de las especialidades y servicios que brinda el hospital son: cardiología, cirugía, dermatología, endocrinología, fisioterapia y rehabilitación, gastroenterología, ginecología y obstetricia, hematología, infectología, maxilofacial, medicina interna, nefrología, neumología, neurocirugía y neurología (Hospital San Juan de Dios, 2015).

Por último, el Hospital General Roosevelt es un centro que brinda atención a guatemaltecos y ciudadanos de otros países. Ofrece servicios médicos de forma gratuita en medicina interna, cirugía, ortopedia, traumatología, maternidad, ginecología, pediatría y oftalmología. Se encuentra ubicado en la Calzada Roosevelt y quinta calle de la zona 11 en la ciudad de Guatemala. En el hospital trabajan más de 3 mil 100 colaboradores entre los cuales se encuentran médicos, enfermeros, auxiliares, técnicos, nutricionistas, trabajadores sociales, atención al usuario, personal de seguridad, intendencia y administrativo (Hospital Roosevelt, 2015).

El trabajo fue planteado a un inicio para realizarse completamente en el Hospital de Infectología

y Rehabilitación. Debido a problemáticas de comunicación y protocolos de ingreso, fue necesario ampliar el estudio a otros hospitales. Así, se realizaron entrevistas en el área de pediatría, tanto en el Hospital Roosevelt, como en el San Juan de Dios. A partir de estas, debido a las necesidades encontradas, se decidió seguir la última fase del proyecto en el Hospital Roosevelt, como se observa en la Figura 6.1.

Figura 6.1: Línea de tiempo de los procesos realizados en cada uno de los hospitales de estudio.



En general, los hospitales han sufrido cambios en infraestructura con el fin de prestar un mejor servicio a la población infantil. Con el objetivo de seguir con estas mejoras, se realizó el presente trabajo, siguiendo la metodología que *design thinking* propone y que se puede observar en la Figura 6.2.

Figura 6.2: Proceso de *design thinking*.



6.1. Definición

En el mes de enero de 2015, se trabajó en la determinación de un *brief*, que era el documento fundamental del proyecto. Este se define como un pequeño párrafo que delimita el tema en torno al cual investigar; en este caso, era el Hospital de Infantil de Infectología y Rehabilitación. Se buscó brindarle un giro en torno a la tecnología y las mejoras que esta le podría brindar al hospital.

Para este proceso, cada integrante del grupo escribió un pequeño párrafo que expresaba en sus propias palabras el tema. Seguido se realizó una votación para elegir el párrafo más cercano al sentimiento en común. Luego de una discusión, se agregaron las mejores características de los restantes *briefs*, en el párrafo final. Esto dio como resultado un *brief* final, con la mejor descripción posible del proyecto como se observa en la Figura 6.3.

Figura 6.3: Proceso de definición en *design thinking*.



6.2. Investigación

A partir del mes de febrero de 2015, se procedió con la fase de investigación (Figura 6.4), en la cual se recolectó toda la información necesaria para la etapa de síntesis. Con el objetivo de lograr abarcar la mayoría de la información existente, se realizaron varios procesos, que pueden ser divididos en tres grandes grupos: *benchmarking*, realización de entrevistas semi-estructuradas y observaciones.

El primer proceso fue el de *benchmarking*, que se realizó del 17 de febrero al 3 de marzo. Se investigaron soluciones ya existentes relacionadas al requisito de diseño definido por el *brief*. Esto implicaba la búsqueda, tanto de soluciones que fueran similares, como aquellas de las cuales se pudiera aprender.

A continuación, se construyeron entrevistas semi-estructuradas. El primer punto fue la definición de los perfiles de los usuarios de interés, con el fin de identificar sus necesidades (2 de febrero).

Figura 6.4: Proceso de investigación en *design thinking*.



Los perfiles de estudio definidos fueron los siguientes:

1. Médico.
2. Enfermera/o.
3. Encargado del paciente.
4. Administrativo (Archivo, Farmacia e Informática).

A partir de la definición anterior, se realizaron guiones de entrevistas para cada tipo de perfil definido como objeto de estudio (3 al 24 febrero). Estos guiones fueron de tipo semi-estructurado (ver anexos), los cuales comenzaban con una parte introductoria en la que el entrevistador se presentaba y explicaba el motivo de la entrevista. Después, se continuaba con una sección de preguntas generales sencillas con el fin de conocer al entrevistado y a su vez que este se sintiera en confianza. Por último, se realizó una sección de preguntas específicas para cada uno de los perfiles, con el propósito de lograr que el entrevistado relatará historias y experiencias pasadas. Todas estas preguntas fueron abiertas, sin suposiciones ni opiniones de parte del entrevistador.

Así, el día 13 de febrero se realizó una visita al Hospital de Infectología y Rehabilitación, donde se llevaron a cabo las entrevistas a cada uno de los perfiles establecidos. Es importante mencionar que a cada entrevistado se le preguntó al inicio si era posible grabar video de la entrevista, o cuando menos la voz. Además, todas estas entrevistas fueron realizadas únicamente dentro de las instalaciones del hospital. El proceso de observación (13 de febrero) se realizó al mismo tiempo que las entrevistas. Esto debido a que, al momento de efectuarlas, se observaba el lugar u objetos que el perfil entrevistado quería mostrar. Para ello, se tomaba nota de las observaciones e imágenes para un análisis posterior.

6.3. Síntesis

Con lo recopilado en la fase anterior, se comenzó con el período de síntesis (Figura 6.5), que tuvo lugar en el mes de marzo del 2015. Se comenzó con la realización de la codificación de todas las entrevistas (17 de febrero al 24 de febrero). Este proceso involucraba volver a escuchar la entrevista realizada (cuando se tenía registro grabado) y tomar las frases o ideas más importantes mencionadas por el entrevistado. Cada una de estas ideas se escribían en una hoja, junto con la foto del entrevistado o del perfil para determinar qué tipo de rol había dado la idea. A esto se le añadía una observación que sintetizaba la opinión que se estaba describiendo en la codificación. Esta plantilla se puede encontrar en la sección de anexos (plantilla utilizada para la codificación).

Con todas las entrevistas codificadas, se procedió a la separación en temas (3 de marzo). Esto consistía en la lectura de todas las codificaciones y la realización de subconjuntos con aquellas que mencionaban ideas o pensamientos en común; este proceso fue iterativo ya que la generación de un tema podía significar la separación de otros. De esta forma, cuando todos los miembros del equipo se encontraban de acuerdo con los temas generados, se procedió a colocar las codificaciones, en un lugar visible, donde se identificaba con un papel el nombre del tema.

Figura 6.5: Proceso de síntesis en *design thinking*.



Como siguiente punto se procedió a la generación de los *insights* (10 al 13 de marzo), que eran conocimientos sorprendidos o poco intuitivos que se podían inferir a partir de observaciones realizadas. Esto fue posible a partir de la lectura y puesta en común de cada miembro del equipo. Así, por cada tema que se tenía, se generó por menos un *insight*. Por último, a partir de cada *insights*, se determinó un área de oportunidad de diseño (17 al 20 de marzo) donde se expresaba en forma de pregunta y era el resultado final del proceso de la síntesis.

6.4. Exploración

A partir de la primera semana de abril hasta el 22 de mayo, se comenzó con la generación de lluvia de ideas (Figura 6.6). Para cada sesión se elegían una o dos oportunidades identificadas en la fase de síntesis, y se generaban todas las ideas de diseño posibles. Los materiales que se utilizaron durante todas las reuniones fueron marcadores de tinta negra y hojas de papel en blanco. Si uno de los integrantes del equipo tenía una idea, lo primero que debía hacer era dibujarla y colocarle una pequeña descripción, luego presentársela a todo el equipo. Cada sesión tenía una duración de aproximadamente una hora. De esta forma, cada oportunidad generó un conjunto de ideas de diseño.

Figura 6.6: Proceso de exploración en *design thinking*.



6.5. Diseño de prototipos

El proceso de creación y desarrollo de prototipos (Figura 6.7) inició el 22 de mayo y culminó a finales de octubre del 2015. Primero, se realizaron las votaciones de las mejores ideas de diseño (22 mayo al 2 junio). Para ello, se establecieron reuniones de una duración de 1 hora para elegir las mejores ideas generadas en la fase anterior. El proceso de votación se llevó a cabo de la siguiente manera:

1. A cada integrante del equipo se le daban 5 marcadores de papel, que representaban 5 votos.
2. Todas las ideas eran colocadas a la vista de todos y cada uno debía de revisarlas, una por una.
3. Cuando una idea le llamaba la atención al integrante, podía votar colocando un marcador en la hoja de la idea.
4. Se tomaban las ideas con votos y se repetía el mismo proceso desde el paso 1, reduciendo el número de votos.

Al culminar las votaciones, cada uno de los integrantes tuvo que elegir una de las cinco ideas, con el fin de comenzar la siguiente fase de diseño de prototipos de forma individual. Es decir, cada estudiante a partir de este momento comenzó a especializarse en la idea que eligió.

Desde el 6 de julio hasta finales de octubre del 2015, a partir de las ideas ganadoras en las votaciones, se diseñaron posibles propuestas para generar un sistema en conjunto, que permitiera cumplir los objetivos planteados en el *brief* inicial. Este proceso consistía en pasar por una amplia fase iterativa de retroalimentación y mejora, hasta que los prototipos pudieran ser utilizados de forma apropiada por el usuario; su objetivo era determinar qué elementos del sistema no se adaptaban bien al usuario y cuáles sí. Se puede decir que la fase se dividió en dos grandes etapas: (1) validación interna y (2) validación externa.

Figura 6.7: Proceso de diseño de prototipos en *design thinking*.



6.5.1. Validación interna La primera etapa fue la de validación interna. Esta consistió en crear el primer borrador del diseño para su validación entre los miembros del equipo; este borrador es llamado *storyboard*. El *storyboard* es un libreto corto, hecho en papel, que ilustra de forma breve y simple cómo el usuario usa el sistema. Más allá de solo mostrar posibles pantallas del mismo, este libreto muestra el contexto de la situación en la que el usuario usa el sistema, su progreso en el mismo y los efectos que tiene en la vida real. Además, incluye los resultados finales que se obtienen y un prototipo inicial de la apariencia del sistema. Cada módulo (idea de diseño elegida por cada miembro del equipo) desarrolló un *storyboard* propio, y este fue mejorado iterativamente tanto por la dirección que el encargado del módulo decidió darle, como por los comentarios de los integrantes del equipo. Estas iteraciones duraron casi dos meses a partir del 6 de julio hasta el 28 de agosto.

6.5.2. Validación externa Esta etapa comenzó el 28 de agosto. Debido a que se encontraron problemas en el ingreso del Hospital de Infectología y Rehabilitación, como primer punto se buscaron hospitales con características similares. Así, en las primeras dos semanas del

mes de septiembre se establecieron visitas al Hospital San Juan de Dios y al Hospital Roosevelt. En estas visitas se realizaron las validaciones correspondientes con los usuarios de los hospitales, presentándoles los *storyboards* generados en la validación interna.

También durante este período, en algunas visitas se realizaron entrevistas con el objetivo de conseguir información que permitiera encauzar el diseño para alguno de los módulos (en concreto, los módulos que gestionaban la comunicación entre el paciente y el hospital). El formato de las entrevistas puede verse en la sección de anexos (entrevistas sobre comunicación de pacientes).

Debido a las necesidades encontradas en el Hospital Roosevelt, se determinó que el estudio seguiría en este. Una vez establecido esto, se tomaron los sistemas representados en los *storyboard* y se pasaron a una versión con ligeramente más alta definición, pero aún en papel, y se les mostró a los usuarios para obtener nuevamente su retroalimentación; la utilización de prototipos en papel tenía el objetivo principal de que una corrección era rápidamente añadida y se podía presentar de inmediato una versión mejorada.

Una vez se llegó a cierto nivel de refinamiento, se diseñaron prototipos funcionales. Para esto se investigaron varias herramientas que permitieran implementar los sistemas más convenientes según las validaciones.

7 Resultados

Esta sección muestra los resultados de la investigación. Siguiendo con la metodología de *design thinking*, los resultados se presentan en el mismo formato que se explicó la metodología en la sección anterior.

7.1. Definición

Para el proceso de definición, cada uno de los integrantes destacó las características de: tecnología, informática, salud y desarrollo, y las planteó en un pequeño párrafo como propuesta para *brief*:

1. Las innovaciones que se introducen en el sector de la salud, ocasionan una presión sobre los recursos limitados que posee. Sin embargo, la demanda de servicios de calidad y acceso a las últimas tecnologías son factores que tanto ciudadanos y profesionales en el área solicitan. De esta forma, *¿Es posible alcanzar el diseño de innovaciones en el área hospitalaria, aumentando la eficiencia, costo e impacto sobre este sector?*
2. Con los avances de tecnología en nuestro país y las necesidades que existen en los hospitales públicos de Guatemala, se puede reflexionar lo siguiente: *¿cómo podemos acelerar el proceso de atención en los hospitales, de tal forma que mejoremos la relación que existe entre el médico, paciente y el hospital?*
3. Muchos de los problemas del sector de salud se derivan de que gran parte del trabajo se hace de forma manual, ineficiente y lenta, cuando se podría utilizar la tecnología para mejorar su ejecución en muchos casos. *¿Qué actividades principales en el trato al paciente pueden hacerse más fáciles, rápidos o seguros, sin sacrificar el cuidado al mismo?*
4. La informática actual busca la reducción de los procesos que se realizan de forma manual. *¿Cómo emplear la informática para transformar todo proceso manual y primitivo en automático e inteligente?*
5. La tecnología y la informática ha llegado a grandes avances en el desarrollo de equipo y procesos de la salud. *¿Cómo podemos aprovechar esta tecnología para mejorar la atención hospitalaria a los pacientes?*
6. Muchas empresas, incluyendo hospitales, han implementado sistemas efectivos para el manejo de recursos, clientes y procesos. Sin embargo, existe aún un gran vacío en la forma en que se

captan y digitalizan los datos. *¿Cómo se pueden mejorar los sistemas de interacción humano-computador para mejorar la experiencia de los médicos y pacientes para captar y digitalizar datos médicos?*

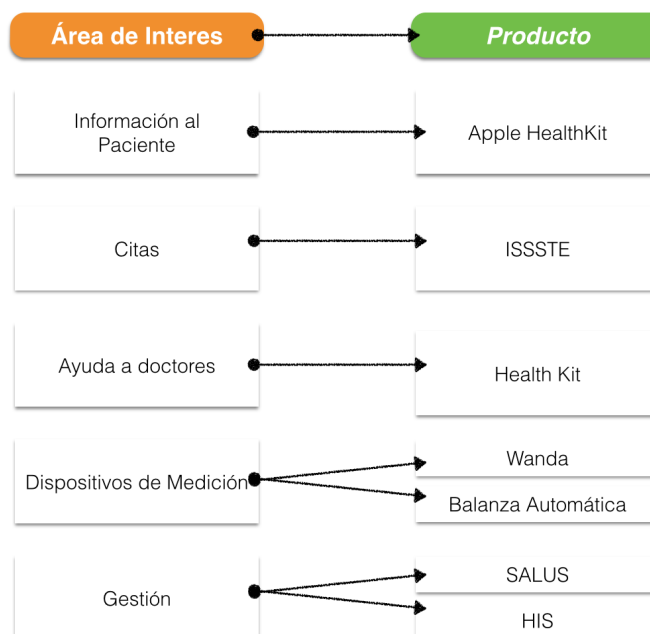
Luego de realizarse una votación se eligió la quinta propuesta, se discutió y se llegó finalmente al *brief*:

« *La tecnología y la informática han llegado a grandes avances en el desarrollo de equipo y procesos de la salud. ¿Cómo podemos aprovechar esta tecnología para mejorar la atención hospitalaria a los pacientes?* »

7.2. Investigación

El primer contacto que se tuvo con el proceso de investigación fue el área de *benchmarking*. Cada uno de los integrantes del equipo identificó 1 o 2 productos relacionados al área de tecnología y salud, dando un resultado de 7 productos en total que exhibían comportamientos de sistemas o dispositivos que se buscaban en el proyecto (Figura 7.1). Para una explicación detallada de cada uno de los productos es posible referirse al Cuadro 5.1 en la sección de Antecedentes.

Figura 7.1: Descripción gráfica de las áreas de interés en la investigación de *benchmarking*.



Seguido se procedió con la realización de las entrevistas semi-estructuradas (Cuadro 7.1), dando un total de siete personas. Cada una de las entrevistas tuvo una duración de aproximadamente

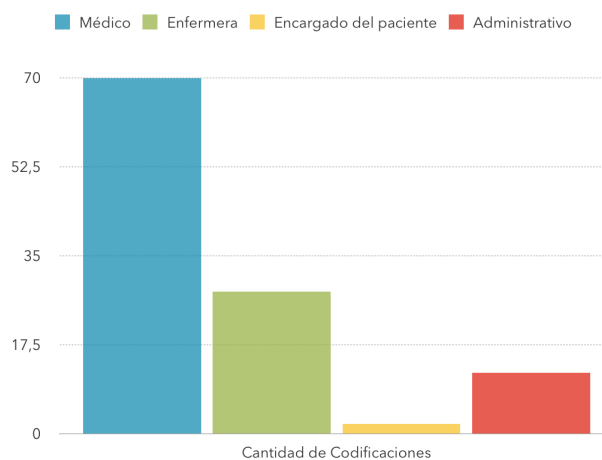
treinta minutos. Por otro lado, los resultados cualitativos de las entrevistas realizadas se pueden observar en la sección de Anexos (codificación de entrevistas semi-estructuradas).

Cuadro 7.1: Número de personas y codificaciones por perfil entrevistado.

Perfil	Cantidad de personas	Cantidad de codificaciones
	$n = 7$	$n = 112$
Médico	3 (43 %)	70 (62 %)
Enfermera/o	2 (29 %)	28 (25 %)
Encargado del paciente	1 (14 %)	02 (02 %)
Administrativo (Archivo, Farmacia e informática)	1 (14 %)	12 (11 %)

A partir del Cuadro 7.1, es posible observar que diferentes perfiles aportaron una cantidad distinta de codificaciones. Para una visualización más explícita se presentan los resultados mediante el siguiente gráfico de barras (Figura 7.2); el mismo ofrece una panorámica visual y detallada de las codificaciones obtenidas a partir de los perfiles evaluados.

Figura 7.2: Cantidad de codificaciones por perfil.



El contenido de las entrevistas por ser de tipo semi-estructuradas, no pueden ser resumidas en una sola tabla, ya que las preguntas eran abiertas y daban lugar a que los perfiles relataran historias o hechos. Sin embargo, se pueden resaltar algunas para que el lector tenga una idea sobre las ideas mencionadas:

« Pre-clasificación pasa a admisión [...] pero es un paso muerto [porque se tienen igual que dar el número de la clínica]. [...] Además nosotros nos volvemos preclasificadores [cuando el paciente se envía a una clínica errónea]. »

« Todo [el registro de datos del paciente] lo hacemos a mano. »

« Cada visita que viene el paciente se le pesa y se le talla. A menos que tenga menos de un mes de haber venido. »

« Si me toca perder la cita, tengo que volver a sacar una nueva en el hospital. »

7.3. Síntesis

Después de la separación iterativa de los temas, se llegó a la determinación de un total de 11 temas generales en el hospital. El Cuadro 7.2 muestra la proporción de codificaciones, por perfil, pertenecientes a cada tema. Este permite observar más a detalle la relevancia de cada uno de los mismos con los usuarios objetivo.

Cuadro 7.2: Proporción de codificaciones por perfil en temas generales.

Tema	Codificaciones por perfil			
	Médico <i>n</i> = 70	Enfermera/o <i>n</i> = 28	Paciente <i>n</i> = 2	Administrativo <i>n</i> = 12
Documentos de Procesos	08 (12 %)	3 (11 %)	0 (00 %)	0 (00 %)
Datos del Paciente	09 (13 %)	0 (00 %)	0 (00 %)	3 (25 %)
Comunicación	05 (07 %)	1 (04 %)	0 (00 %)	0 (00 %)
Documentos a Mano	05 (07 %)	4 (14 %)	0 (00 %)	0 (00 %)
Citas	03 (04 %)	1 (04 %)	1 (50 %)	0 (00 %)
Expediente	06 (09 %)	3 (11 %)	0 (00 %)	2 (17 %)
Tecnología	05 (07 %)	7 (24 %)	0 (00 %)	0 (00 %)
Necesidad del personal	05 (07 %)	3 (11 %)	0 (00 %)	1 (08 %)
Necesidad de los pacientes	06 (09 %)	1 (04 %)	1 (50 %)	2 (17 %)
Procesos	11 (15 %)	4 (14 %)	0 (00 %)	4 (33 %)
Referencias	06 (09 %)	0 (00 %)	0 (00 %)	0 (00 %)
Sin Tema	01 (01 %)	1 (04 %)	0 (00 %)	0 (00 %)

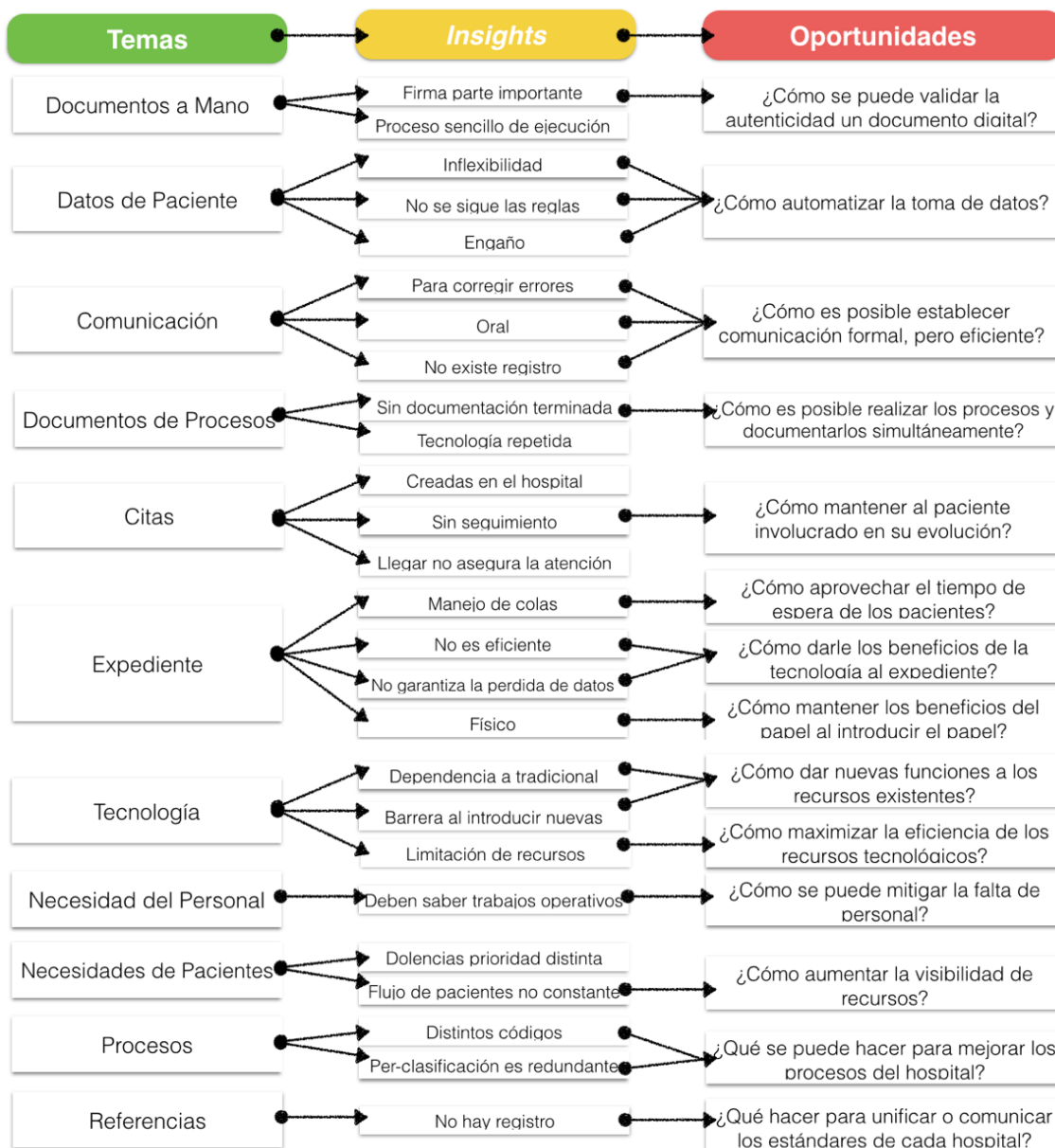
A partir de la separación de temas, a cada uno fue posible determinar un conjunto de *insight*. Como último paso, también se determinaron las oportunidades de diseño de cada uno. El Cuadro 7.3 muestra los resultados de una forma cuantitativa.

Cuadro 7.3: Proporción de *insights* y codificaciones encontradas por cada tema.

Tema	<i>Insights</i>	Oportunidades
	<i>n</i> = 26	<i>n</i> = 13
Documentos a Mano	2 (08 %)	1 (08 %)
Datos del Paciente	3 (11 %)	1 (08 %)
Comunicación	3 (11 %)	1 (08 %)
Documentos de Procesos	2 (08 %)	1 (08 %)
Citas	3 (11 %)	1 (08 %)
Expediente	4 (16 %)	3 (22 %)
Tecnología	3 (11 %)	2 (14 %)
Necesidad del personal	1 (04 %)	1 (08 %)
Necesidad de los pacientes	2 (08 %)	1 (08 %)
Procesos	2 (08 %)	1 (08 %)
Referencias	1 (04 %)	0 (00 %)

Por otra parte, la Figura 7.3 muestra tales resultados de una forma gráfica, con una breve descripción de cada uno de los productos generados.

Figura 7.3: Evolución de temas a *insights* y a oportunidades de diseño.



7.4. Exploración

A partir de las oportunidades de diseño de la etapa anterior, se diseñaron una serie de propuestas solución en un lluvia de ideas. El contenido completo de todas las propuestas se muestra en la

sección de Anexos (lluvia de ideas) y el Cuadro 7.4 muestra un resumen.

Cuadro 7.4: Cantidad de propuestas por oportunidad.

Oportunidad	Ideas de diseño <i>n</i> = 174
¿Cómo se puede validar la autenticidad de un documento digital?	15 (9%)
¿Cómo automatizar la toma de datos?	14 (8%)
¿Cómo es posible establecer comunicación formal, pero eficiente?	10 (6%)
¿Cómo es posible realizar los procesos y documentarlos de manera simultánea?	13 (7%)
¿Cómo mantener al paciente involucrado en su evolución?	16 (9%)
¿Cómo aprovechar el tiempo de espera de los pacientes?	14 (8%)
¿Cómo darle los beneficios que ofrece la tecnología al expediente?	13 (7%)
¿Cómo mantener los beneficios del papel al introducir tecnología?	09 (5%)
¿Cómo dar nuevas funciones a los recursos existentes?	12 (7%)
¿Cómo maximizar la eficacia de los recursos tecnológicos?	11 (6%)
¿Cómo se puede mitigar la falta de personal usando tecnología?	13 (7%)
¿Cómo aumentar la visibilidad para la gestión de recursos?	14 (8%)
¿Cómo mantener el expediente actualizado a lo largo del proceso?	14 (8%)
¿Qué hacer para unificar o comunicar los estándares de cada hospital?	06 (5%)

Para brindarle al lector una mejor visualización de la forma en que se generaron las ideas de diseño, a continuación se muestran algunas ideas que fueron seleccionadas para un posible prototipo (Figura 7.4).

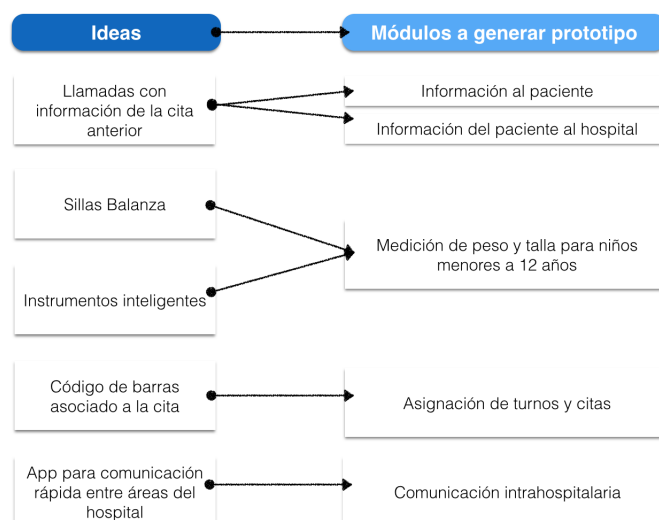
Figura 7.4: Ejemplos de ideas de diseño generadas en la lluvia de ideas.



7.5. Diseño de prototipos

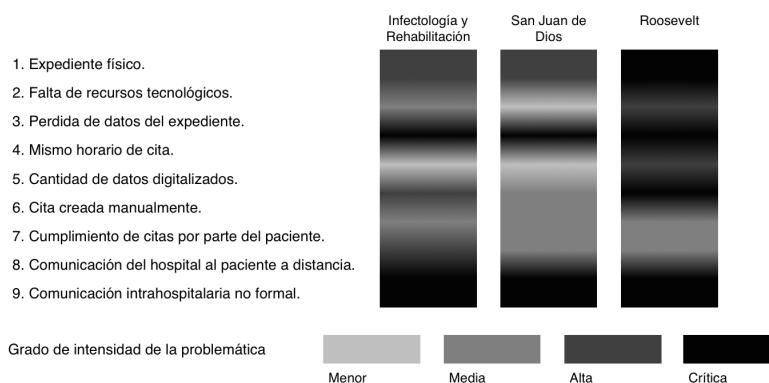
La primera fase del diseño de prototipos llevó a una votación de todas las ideas generadas en el proceso anterior. A partir de tales votaciones, se eligieron cinco ideas de diseño, las cuales se convirtieron en los módulos a trabajar por cada uno de los integrantes del grupo (Figura 7.5).

Figura 7.5: Ideas de diseño tomadas en cuenta para la generación de módulos trabajadas.



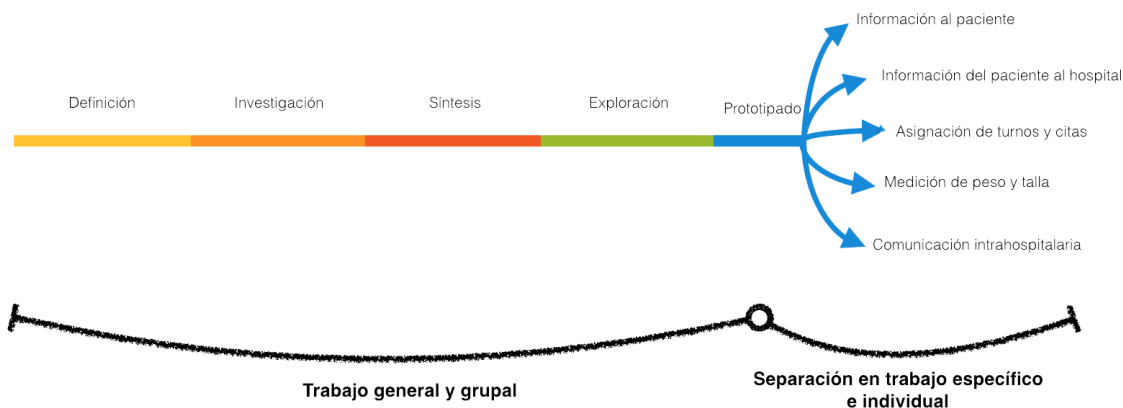
Con la generación de la idea de los módulos, cada integrante comenzó con el trabajo de los prototipos. Debido a problemas con el ingreso a los hospitales públicos, el estudio se extendió a tres hospitales. Para la demostración de las áreas que se encontraron en común, a partir de entrevistas realizadas en los hospitales de: Infectología y Rehabilitación, San Juan de Dios y Roosevelt; se realizó una matriz de calor descrita en la Figura 7.6. Para una observación completa de tales entrevistas, es posible referirse a la sección de anexos (entrevistas comparativas de hospitales).

Figura 7.6: Matriz de calor de áreas en común para los hospitales trabajados.



Debido a que cada integrante trataba de generar un módulo o idea de diseño distinta, se dividieron los resultados finales, en tales módulos (Figura 7.7). Para el presente trabajo, se investigó solamente el módulo de asignación de turnos y citas. Las secciones que siguen, muestran los resultados específicos de esta oportunidad.

Figura 7.7: División realizada a partir del proceso de generación de prototipos.



Los dos módulos de información entre el paciente y el hospital realizaron una entrevista adicional para conseguir información que permitiera determinar el acercamiento a cada módulo. El formato de las entrevistas puede verse en la sección de Anexos (entrevistas sobre comunicación de pacientes). Los resultados obtenidos pueden ser observados en los cuadros a continuación. La pregunta 2 del tema “preguntas generales” es ilustrada por la gráfica jerárquica 7.8.

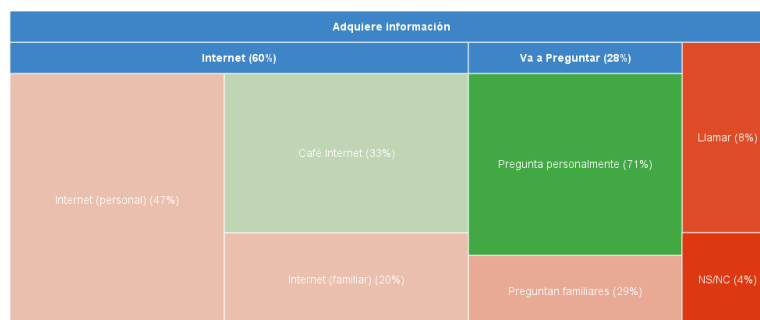
Cuadro 7.5: Preguntas generales realizadas en entrevistas a pacientes.

Pregunta	Muestra	Respuestas	Porcentaje
1. ¿Qué teléfono móvil posee?	n=25	Inteligente	44 %
		No inteligente	52 %
		Ninguno	4 %
3. ¿Qué medio usa más para comunicarse con profesionales?	n=25	Llamada	36 %
		Habla en persona	12 %
		Web	4 %
4. ¿Qué medio usa más para comunicarse con amigos/familia?	n=25	Ninguno	48 %
		Llamada	80 %
		Habla en persona	4 %
		Redes sociales	12 %
		Chat	8 %

Continuación Cuadro 7.5: Preguntas generales realizadas en entrevistas a pacientes.

Pregunta	Muestra	Respuestas	Porcentaje
5. ¿Responde siempre las llamadas que recibe?	n=25	Sí	52 %
		No	8 %
		A veces	28 %
		Depende	8 %
		No recibo	4 %
6. ¿Qué medio usa para responder llamadas?	n=25	Llamada	64 %
		SMS	8 %
		Espera otra	8 %
		NS/NR	4 %
		Ninguno	16 %
7. ¿Qué medio usa para responder SMS?	n=25	Llamada	32 %
		SMS	40 %
		Otros	4 %
		NS/NR	12 %
		Ninguno	12 %
8. ¿Qué tan seguido se conecta a internet?	n=25	0 días/mes	40 %
		30 días/mes	20 %
		16 días/mes	4 %
		12 días/mes	4 %
		2 días/mes	12 %
		1 día/mes	12 %
10. ¿Para qué usa más su teléfono, Llamadas o SMS?	n=25	Llamadas	72 %
		SMS	12 %
		Ninguno	16 %

Figura 7.8: Preguntas generales 2. “¿qué hace cuando necesita una información?”.



Cuadro 7.6: Preguntas para teléfonos no inteligentes.

Pregunta	Muestra	Respuestas	Porcentaje
1. ¿Tiene otro medio de comunicación?	n=25	Sí	0 %
		No	52 %
		No aplica	48 %

Cuadro 7.7: Preguntas para teléfonos inteligentes.

Pregunta	Muestra	Respuestas	Porcentaje
1. ¿Si le van a dar información prefiere llamadas, SMS o una aplicación con alarmas?	n=18	Llamada	44.4 %
		SMS	44.4 %
		Alarmas	11.2 %
2. ¿Qué aplicaciones para comunicarse usan?	n=11	WhatsApp	36.4 %
		Facebook	9.05 %
		Ninguna	27.3 %
		WhatsApp, FB	18.2 %
		WhatsApp, MSN, Line	9.05 %

Cuadro 7.8: Preguntas sobre acceso a Internet.

Pregunta	Muestra	Respuestas	Porcentaje
1. ¿Qué tan seguido suele recibir información por correo electrónico?	n=21	No tiene e-mail	52.4 %
		No recibe	19 %
		Cada 3 semanas	4.8 %
		Todos los días	9.4 %
		Casi nunca	4.8 %
		Cada 2 semanas	4.8 %
		Poco	4.8 %
2. ¿Usa su correo electrónico para foros, suscripciones, etc?	n=25	Sí	4 %
		No	40 %
		No tiene	32 %
		No aplica	20 %
		NS/NR	4 %

Continuación Cuadro 7.8: Preguntas sobre acceso a Internet.

Pregunta	Muestra	Respuestas	Porcentaje
3. ¿Suele visitar las páginas web de los negocios que frecuenta?	n=25	Sí	8 %
		No	44 %
		No tiene	32 %
		No aplica	12 %
		NS/NR	4 %
4. ¿Tiene redes sociales? Si sí, ¿cuáles?	n=25	No tiene	59.09 %
		Facebook	31.82 %
		FB y Twitter	4.55 %
		FB y Line	4.54 %
5. ¿Suele visitar las redes sociales de los negocios que frecuenta?	n=25	Sí	12 %
		No	40 %
		No tiene	32 %
		No aplica	12 %
		NS/NR	4 %

Cuadro 7.9: Preguntas sobre recordatorios de información.

Pregunta	Muestra	Respuestas	Porcentaje
1. ¿Qué hace para recordar una cita ya programada?	n=24	Estar pendiente	33.4 %
		Alarma en el celular	8.3 %
		Apuntar en papel	8.3 %
		Carnet	37.5 %
		Se lo recuerdan	4.2 %
		Calendario	8.3 %
2. ¿Qué hace para recordar los exámenes que debe hacerse previo a una cita?	n=21	Estar pendiente	42.9 %
		Alarma en el celular	4.8 %
		Apuntar en papel	4.8 %
		Carnet	29 %
		Se me olvida	4.8 %
		Calendario	9.5 %
3. ¿Qué hace para recordar la medicina que debe tomar?	n=24	Estar pendiente	47.8 %
		Alarma en el celular	21.7 %
		Apuntar en la caja	8.7 %
		Ver la medicina	8.7 %
		Ver la receta	13 %

Cuadro 7.10: Preguntas sobre comunicación física.

Pregunta	Muestra	Respuestas	Porcentaje
1. ¿Usa su correo domiciliar?	n=25	Sí	24 %
		No	72 %
		NS/NR	4 %
2. ¿Qué medios de transporte utiliza?	n=25	Transporte público	72 %
		Carro	16 %
		Moto	8 %
		Carro o taxi	4 %
3. ¿Qué tan fácil le es salir de la casa cuando debe transportarse?	n=23	Difícil	47.82 %
		Fácil	34.78 %
		Toma bus	8.7 %
		Transporte privado	4.35 %
		Solo emergencias	4.35 %
4. Si necesita información, ¿prefiere llamar antes o va al lugar a averiguar?	n=23	Llamar	73.9 %
		Ir al lugar	21.8 %
		Depende	4.3 %

7.5.1. Módulo de información al paciente El Cuadro 7.11, muestra los resultados de las iteraciones externas en las cuales se validó el prototipo de baja fidelidad del envío de SMS. Con el fin de no mostrar las tres versiones del *storyboard*, se identificaron los temas que más recibían retroalimentación. Para esto, se estableció un ✓ si el tema se encontraba correctamente representado y una *x* si no. Para más detalles de la razón por la que se colocaron estos valores, revisar el análisis de resultados.

Cuadro 7.11: Iteraciones externas del *storyboard* de baja fidelidad del tema SMS.

Tema	Iteración 1	Iteración 2	Iteración 3
Llegada del paciente al hospital	✓	✗	✓
Indicaciones del doctor	✓	✗	✓
Envío del SMS de medicina	✓	✗	✗
Paciente adquiere medicina	✓	✓	✗
Envío del SMS de documentos	✓	✗	✗
Envío del SMS de citas	✓	✓	✗
Retroalimentación para el hospital	✓	✓	✓

De la misma forma se realizaron las validaciones del *storyboard* que contenía la historia que involucra el uso del IVR ver Cuadro 7.12. Estas iteraciones se realizaron con las mismas personas que en la anterior. En esta historia no se incluyen los temas en relación a la llegada del paciente

al hospital, ya que estos fueron considerados en el 7.11 anterior.

Cuadro 7.12: Iteraciones externas del *storyboard* de baja fidelidad del tema IVR.

Tema	Iteración 1	Iteración 2	Iteración 3
Contenido de la llamada de medicina	✓	✗	✓
Contenido de la llamada de documentos	✓	✗	✓
Contenido de la llamada de citas	✓	✓	✓
Interacción paciente con IVR	✓	✗	✗

Para finalizar la primera etapa de validación de prototipos de baja fidelidad, se procedió a mostrar el *storyboard* el cual utiliza una aplicación móvil como medio de comunicación. Para ello ver el Cuadro 7.13 el cual muestra los resultados de los temas más comentados por parte de los usuarios.

Cuadro 7.13: Iteraciones externas del *storyboard* de baja fidelidad del tema aplicación móvil.

Tema	Iteración 1	Iteración 2	Iteración 3
Comprensión del concepto de aplicación	✗	✗	✓
Comprensión del menú principal	✓	✓	✓
Interacción con pestaña de citas	✓	✓	✓

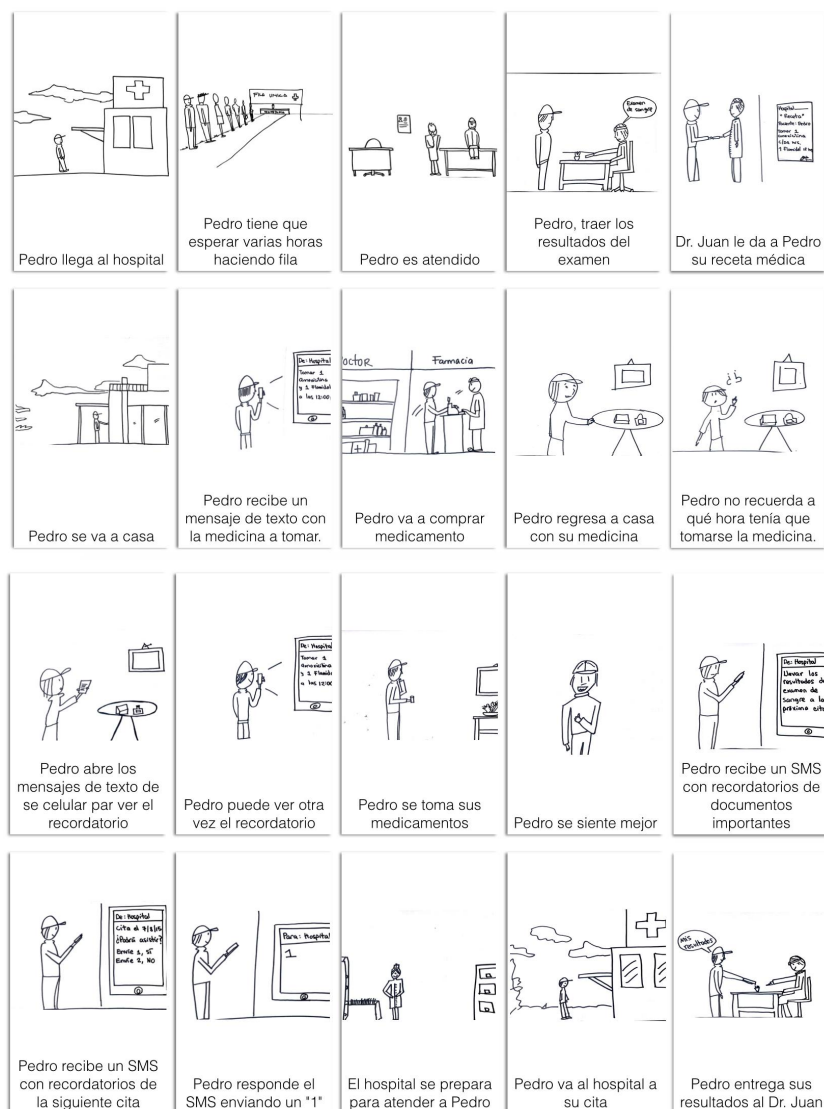
A cada una de las personas entrevistadas durante las iteraciones, se les preguntó cuál de los tres *storyboards* preferirían. El Cuadro 7.14 muestra los resultados de las preferencias y las combinaciones que crearon. Para la solución que incluye aplicación móvil y SMS, especificaron que la aplicación la preferían para confirmar la llegada a la cita. En el caso de IVR con aplicación móvil, utilizar las llamadas para confirmarla. Por último, dos indicaron nuevamente que preferían la llamada para el recordatorio de cita.

Cuadro 7.14: Resultado de votaciones por tema de *storyboard*.

Tema por <i>storyboard</i>	No. Votos	Justificación en común de la decisión
SMS	3	El contenido queda guardado como respaldo.
IVR	1	Recuerdo el contenido fácilmente.
aplicación móvil	0	Escasos recursos.
aplicación móvil y SMS	1	No se gasta en saldo para confirmar la cita.
aplicación móvil e IVR	1	Para poder explicar la razón por la que no voy a ir.
IVR y SMS	2	Para confirmar la cita con la llamada.

Al analizar la información recopilada en las iteraciones y entrevistas, se escogió el prototipo que utiliza el envío de recordatorios por medio de SMS (Figura 7.9). A partir de esta versión final del prototipo de baja calidad, se procedió a desarrollar los prototipos de mediana fidelidad.

Figura 7.9: Versión final del prototipo de baja fidelidad del tema SMS.

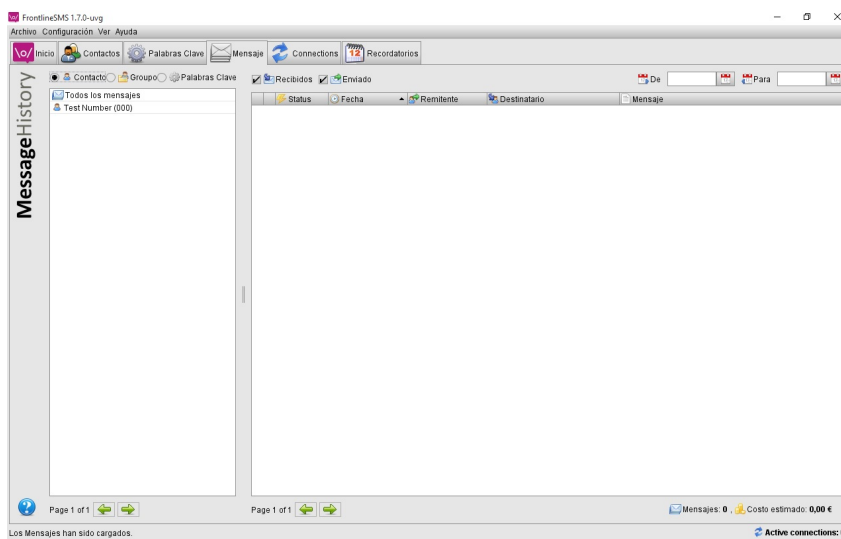


Para la fase de prototipos de mediana fidelidad, se realizó una investigación en la que se evaluaron varias plataformas de código abierto que cumplieran con los requisitos del *storyboard* de envío de SMS. Al final se eligió la plataforma de código abierto FrontlineSMS la cual cumple con todas las expectativas del prototipo de baja fidelidad.

Luego de haber elegido la plataforma de FrontlineSMS, se realizaron dos visitas al Hospital Roosevelt para validar las pantallas de la aplicación. Adicionalmente, se validó el contenido de los recordatorios a enviar a los pacientes. Como resultado, se obtuvo el visto bueno del médico y la secretaria involucradas en el proceso de recordarle a los pacientes información. Las dos pantallas principales de alta calidad del sistema de FrontlineSMS se pueden apreciar en la Figura 7.10 y

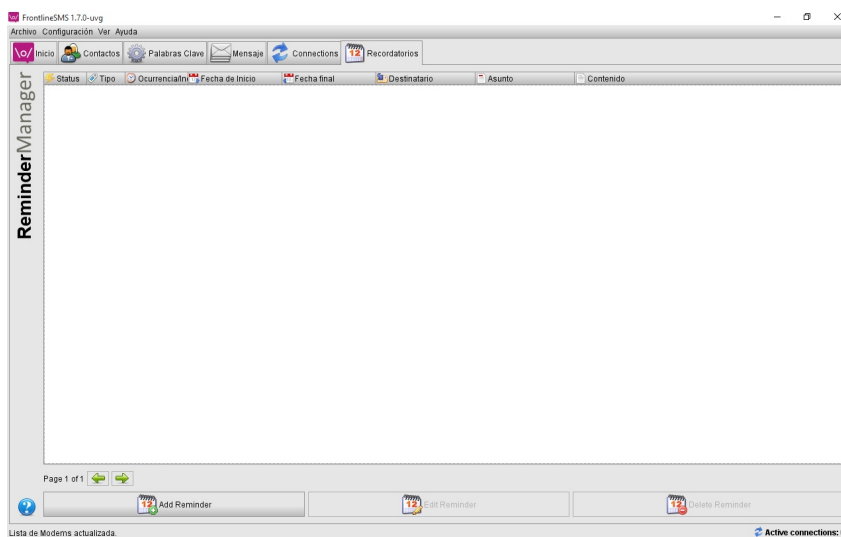
Figura 7.11.

Figura 7.10: Pantalla de buzón de mensajes de FrontlineSMS.



En la Figura 7.10 esta la pantalla que contiene los mensajes cortos que han sido enviados a los pacientes. Estos se pueden filtrar por paciente, por fecha y por grupo. Además, se pueden observar las respuestas de los pacientes a los mensajes. En la Figura 7.11 se describe la pantalla de recordatorios que están en cola esperando a ser enviados y trasladados al buzón de mensajes. Estos recordatorios también pueden ser filtrados por fecha, paciente y estatus.

Figura 7.11: Pantalla de recordatorios de FrontlineSMS.



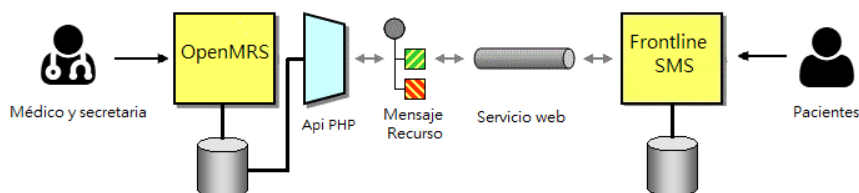
Como parte del diseño del sistema de información al paciente, se contempló la integración de las plataformas FronlineSMS y OpenMRS. Para ello se propone el uso de una aplicación de mensajería para que OpenMRS pueda compartir sus datos a FrontlineSMS. La solución hace uso de servicios web Figura 7.12.

Figura 7.12: Solución de la comunicación entre FrontlineSMS y OpenMRS.



Para lograr integrar las dos plataformas, se siguió el patrón de integración adaptador. De esta forma se puede acceder a la base de datos de OpenMRS por medio de la creación de la API que simplemente está compuesta por servicios web. El diseño resultante del sistema de información al paciente se presenta en la Figura 7.13. Todo comienza desde que la secretaria y el médico ingresan los datos a OpenMRS, luego los datos viajan por servicios web hasta llegar a la base de datos de FrontlineSMS. Por último, los recordatorios automatizados con información importante llegan a los pacientes.

Figura 7.13: Aplicación del patrón de integración de adaptador entre FrontlineSMS y OpenMRS.



7.5.2. Módulo de información del paciente al hospital El módulo de información del paciente al hospital tenía por objetivo permitirle al paciente comunicarse con el hospital fuera de las instalaciones. Se propuso que este módulo respondería a las necesidades de a) la consulta de información y b) la solicitud de atención (es decir, agendar una cita). El Cuadro 7.15 documenta el proceso de validación interna del *storyboard*.

Cuadro 7.15: Validación interna del *storyboard* “Información del paciente al hospital”.

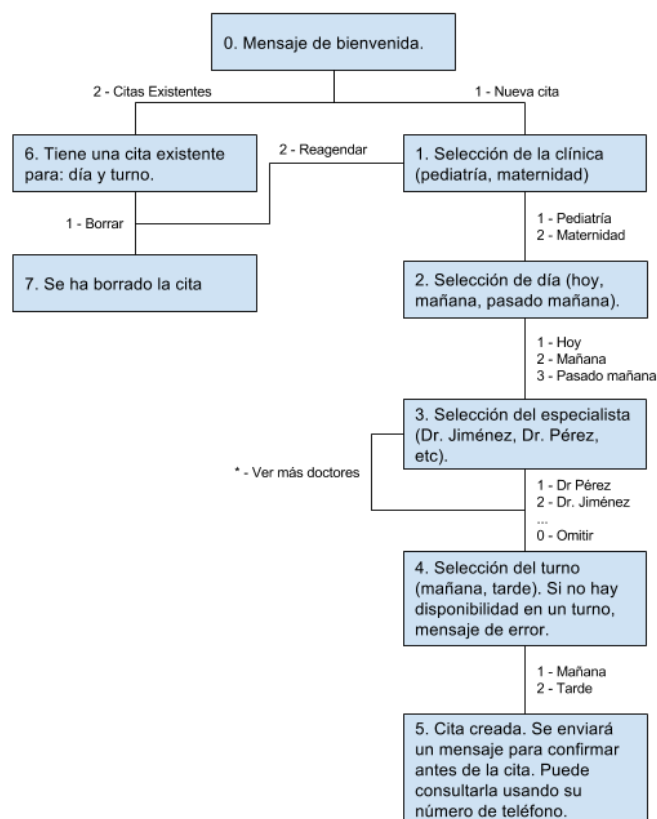
Apartado	Iteración 1	Iteración 2	Iteración 3	Iteración 4
Consulta	Simple	Categorizada	Categorizada, filtros adicionales	Categorizada, filtros adicionales
Agendación	Fecha y hora	Fecha, hora y doctor	Fecha, hora y doc- tor	Fecha, turno y doc- tor
Registro de primer ingre- so	✗	✗	✓	✓
Reagendación	✗	Basada en nom- bre	Basada en DPI	Basada en número de teléfono
Seguimiento en hospital	✗	✗	✗	✓
Plataformas	SMS y App	SMS y App	SMS y App	App (frijolito) y App (smartphone)

El proceso de validación externa se realizó más tarde por dificultades para ingresar al hospital. En el ínterin, se realizaron ciertas entrevistas para contrastar contra el acercamiento determinado tras la validación interna; el formato de las entrevistas puede verse en la sección de Anexos (entrevistas sobre comunicación de pacientes). Los resultados obtenidos se pueden ver en los Cuadros del 7.5 a 7.10.

Con base en estos resultados, se decidió que se utilizaría un acercamiento basado en IVR; los fundamentos de esta decisión pueden verse en la sección de discusión de resultados. Habiendo decidido esto, se realizó una investigación sobre posibles herramientas de código abierto para implementar el sistema IVR, documentada en el marco teórico. De entre las plataformas consultadas se seleccionó Verboice como procesador de VoIP; además, se seleccionó la plataforma OpenMRS como base para el sistema de información hospitalario. Este proceso de decisión también está detallado en la discusión de resultados.

Atrasos en el proceso de selección de la plataforma impidieron validar el IVR directamente, así que se validó la interfaz de usuario; es decir, el flujo del menú y la información solicitada. El flujo propuesto se basaba en varios archivos de sonido solicitando información, y es ilustrado en la Figura 7.14.

Figura 7.14: Primera versión del flujo propuesto por el módulo “información del paciente al hospital”.

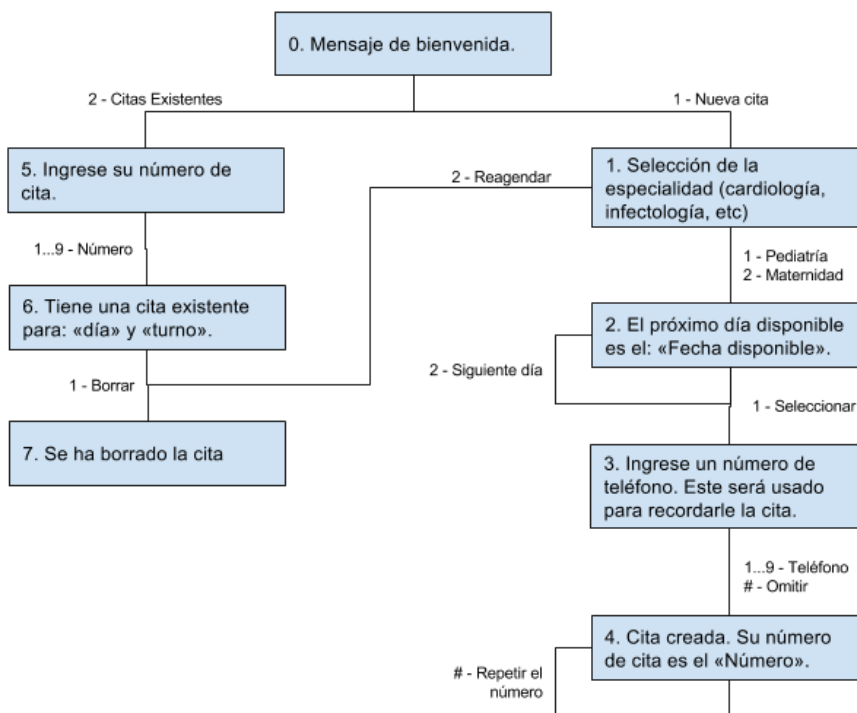


Este flujo se validó con tres pacientes, con un doctor y con un empleado de administración. Los resultados son ilustrados por el Cuadro 7.16, y las correcciones son visibles en la Figura 7.15.

Cuadro 7.16: Validación externa del prototipo funcional “información del paciente al hospital”.

Rol	Comentarios
Doctora	No puede elegir especialista, porque estos rotan. Solicitar más fechas que solo tres días, porque los próximos tres días se llenan. El hospital no permite hacer citas por primera vez, porque es un hospital de referencia. Ciertas especialidades atienden solo ciertos días.
Administración	Los pacientes rara vez llaman porque no tienen número de teléfono. Usar correlativo de historia clínica, en vez de teléfono, como identificador único. Solo hay turno en la mañana (6 a.m.), porque deben clasificar los expedientes. No puede pedir cita para hoy, porque no podría confirmar (solo turno de la mañana).
Paciente 1	Sin correcciones.
Paciente 2	Sin correcciones.
Paciente 3	Debería pedir el número de registro. Debe solicitar el número de teléfono, porque a veces llama desde teléfono público o de casa.

Figura 7.15: Segunda versión del flujo propuesto por el módulo “información del paciente al hospital”.

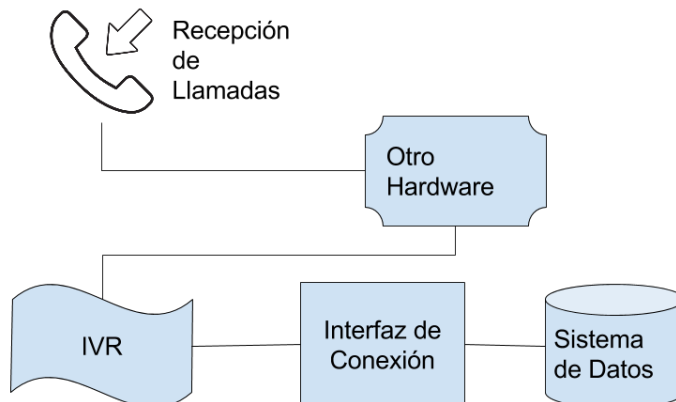


Como punto final, el módulo de información del paciente al hospital, puede ser implementado como un sistema IVR con los siguientes componentes:

- Un sistema de recepción de llamadas. Puede ser un teléfono IP o un teléfono regular con un ATA.
- El IVR y un servidor que pueda proveerlo. En este caso, el IVR propuesto es Verboice.
- Un sistema de datos, encargado de registrar la información del paciente (nuevas, teléfonos de contacto, etc). En este caso, el sistema de datos propuesto es OpenMRS.
- Una interfaz de conexión entre el sistema de datos y el IVR. En este caso particular, OpenMRS provee una interfaz de acceso a sus datos, extensible, por medio de una API y de un servicio web; por ello, es su propia interfaz de conexión.
- Otro hardware asociado. En el caso de una red de telefonía IP, se necesita un router que conecte el sistema de recepción de llamadas con el servidor del IVR, y este con el sistema de datos.

La relación entre estos elementos es visible en la Figura 7.16.

Figura 7.16: Componentes del módulo ‘información del paciente al hospital’ y su relación.



7.5.3. Módulo de medición de peso y talla A partir de las entrevistas que se realizaron en los tres hospitales, se procedió a establecer un mapa del recorrido común que realiza un paciente a la hora de ir a una consulta en el hospital, mencionando que tal recorrido queda ejemplificado para pacientes del área de pediatría. Se enfocó en la parte del recorrido en el que se toma las medidas de peso y talla a un paciente.

El primer acercamiento se dio mediante un *storyboard*, ejemplificando dicho proceso. El recorrido inicia cuando la mamá y su hijo deciden acudir a una cita programada para el hospital. Proceden a realizar la cola de espera respectiva. La enfermera procede a llevar a cabo la toma de datos. Y posteriormente se realiza la medición del paciente mediante el tallímetro para la talla del niño y la balanza para el peso. Tal proceso queda ejemplificado en la Figura 7.17.

Figura 7.17: *Storyboard* inicial para describir proceso de medición de talla y peso.



El siguiente paso consistió en la elaboración del sistema de baja calidad. La Figura 7.18 y la Figura 7.19, muestran estas transiciones y los resultados de esta visualización.

Figura 7.18: Prototipo de baja calidad para la generación de patrones de crecimiento.

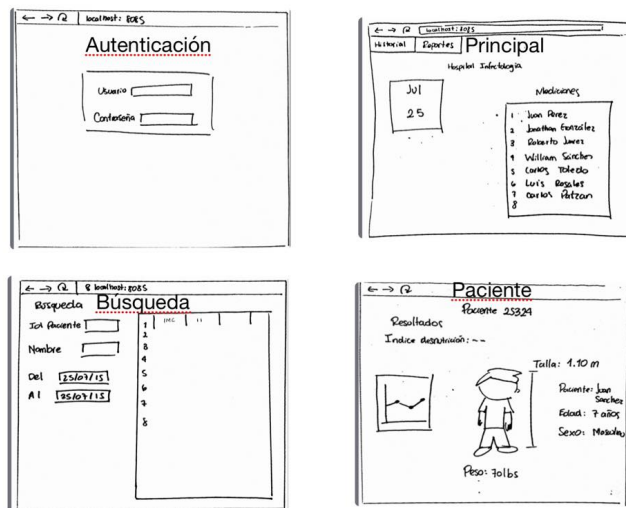
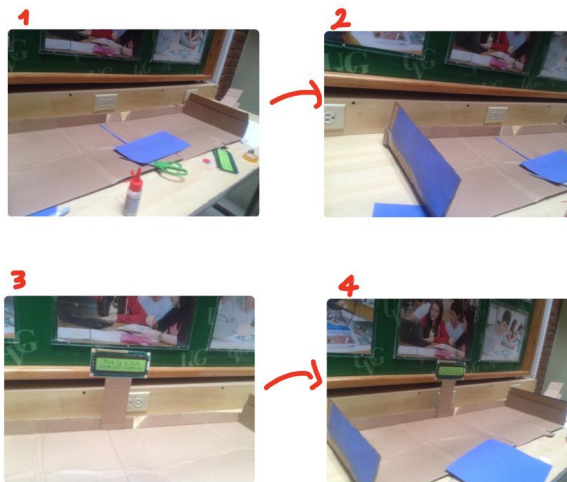
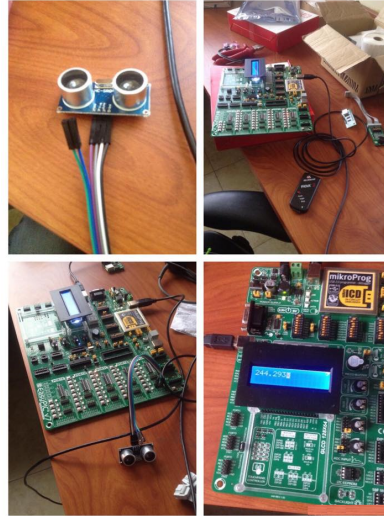


Figura 7.19: Prototipo de baja calidad para la generación de balanza para bebés.



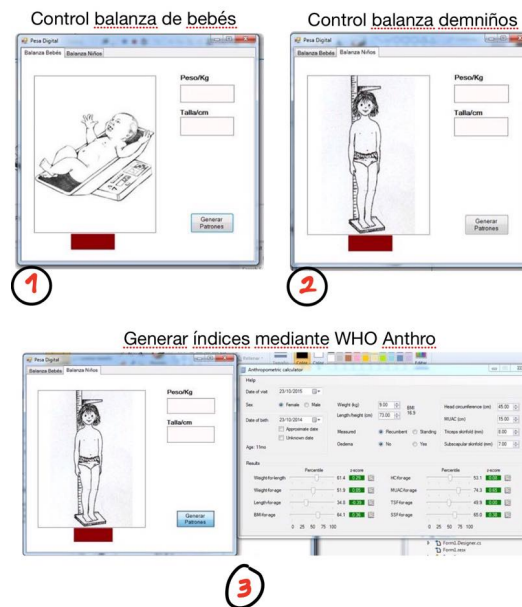
Seguido de este proceso, se procedió con la elaboración del prototipo de alta calidad. Esto fue realizado mediante diferentes pasos; el primero consistió en la programación del microcontrolador PIC 18F2520 y el armado del primer circuito para medir longitud mediante el sensor ultrasónico HC-SR04, tal y como es mostrado en la Figura 7.20.

Figura 7.20: Medidor de talla mediante sensor HC-SR04 y PIC 18F2520.



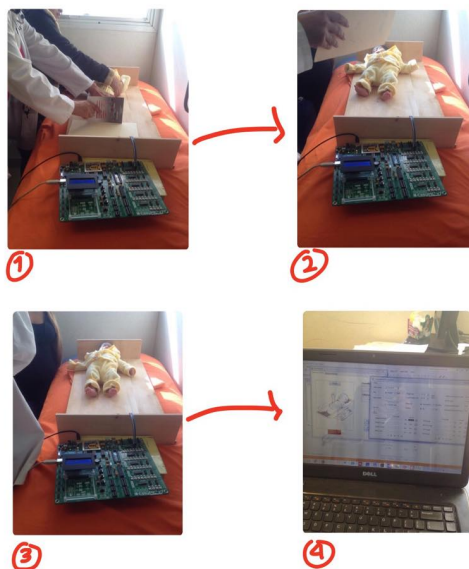
Para el siguiente paso del proceso, se obtuvo que luego de realizar la primera iteración externa, mediante una entrevista abierta; se descubrió que existía un software ya utilizado por los hospitales para obtención de los diferentes índices y patrones de crecimiento. Teniendo como resultado la integración de un sistema que permitió enlazar el sistema prototipado con la aplicación denominada WHO Anthro, esto mediante el manejo de procesos. Dicho prototipo se muestra en la Figura 7.21.

Figura 7.21: Prototipo de alta calidad para la generación de patrones de crecimiento.



Por último se iteró para la última etapa de prototipos de alta calidad, validando los mismos en el Hospital Roosevelt. Se procedió a medir a cada niño, inicialmente con la pesa digital y posteriormente con el tallímetro utilizado por dicho hospital. El prototipo final para tallímetro de bebés se muestra en la Figura 7.22.

Figura 7.22: Prototipo de alta calidad para la generación del tallímetro para niños menores a dos años.



Luego de terminar el prototipo, se realizó una cotización estimada del precio que costaría el implementar las balanzas y tallímetros propuestos:

Cuadro 7.17: Precio de medidor de peso y talla

Componente	Precio
Sensores ultrasónicos	Q 50
PIC 18F2520	Q 60
Armaduras y bases	Q 200
Camara web	Q 100
Total	Q 410

7.5.4. Módulo de asignación de turnos y citas A partir de las entrevistas que se realizaron en los tres hospitales, se procedió a establecer un mapa del recorrido que realiza un paciente a la hora de ir a una consulta al hospital. Este recorrido comienza cuando el paciente

llega al hospital, a las 6 de la mañana se citan todos. El paciente entonces procede a identificarse con su carnet y se le asigna a un doctor. Dependiendo de los otros pacientes que se le asignen al doctor, el paciente espera hasta ser atendido en consulta. Al salir, este procede a solicitar su próxima cita con su carnet al encargado de brindárselo (por lo general una secretaria). La Figura 7.23 ilustra este proceso.

Figura 7.23: Recorrido que realiza un paciente en el hospital a la hora de llegar a consulta.



Con este recorrido, se realizó un diagrama que estableció las datos de entrada y salida que se esperaba que el módulo a construir presentará (Figura 7.24).

Figura 7.24: Información de entrada y salida que el módulo de turnos y citas tiene.



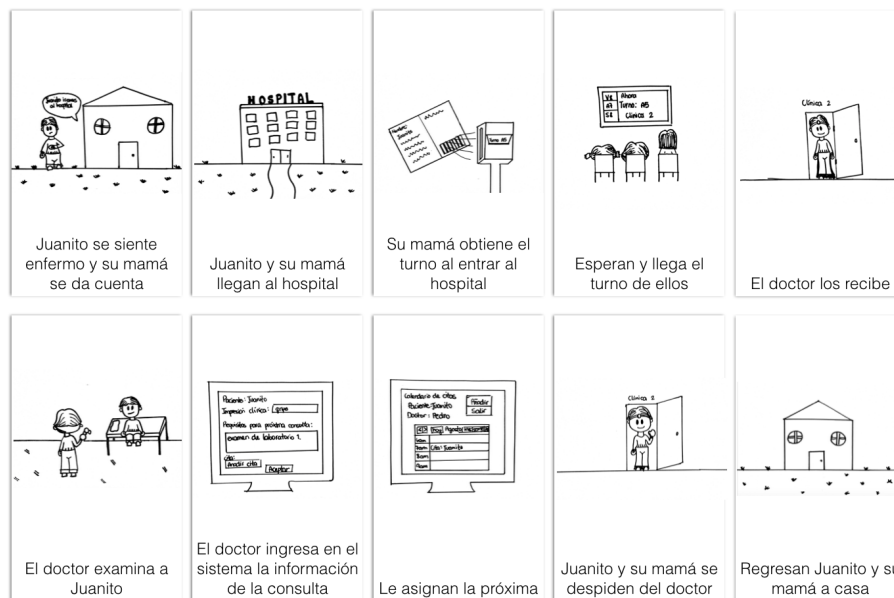
A partir de estos datos, la elaboración del *storyboard* procedió. Se realizaron tres iteraciones en la etapa de validación interna con los integrantes del grupo. El Cuadro 7.18, muestra los resultados de estas iteraciones condensando los resultados en temas en común. Para esto, se estableció un ✓ si el tema se encontraba correctamente representado y si no una ✗.

Cuadro 7.18: Resultados de iteraciones internas en el *storyboard* del módulo de asignación de turnos y citas.

Tema	Iteración 1	Iteración 2	Iteración 3
Identificación del paciente	✓	✓	✓
Forma de asignar turnos	✗	✗	✓
Espera del paciente para consulta	✗	✓	✓
Ingreso de información de consulta por doctor	✗	✓	✓
Forma de asignar la próxima cita	✗	✗	✓
Horario para asignación de cita	✓	✓	✓

La Figura 7.25 establece el *storyboard* final generado para el módulo con el resultado de la tercera iteración.

Figura 7.25: *Storyboard* final obtenido en la tercera iteración de la fase de validación interna.



Seguido del proceso de validación interna, se procedió a la elaboración del sistema de baja y media calidad. Esto se realizó en dos pasos, la primera iteración fue en papel (baja calidad) y la segunda en computadora (media calidad). La Figura 7.26 muestra el resultado final de la calidad media. Estos prototipos fueron evaluados en los hospitales: San Juan de Dios y Roosevelt. Las características principalmente encontradas que debía de mantener el módulo se describen en el Cuadro 7.19, donde se colocó un ✓ si la característica aplica a la necesidad del hospital y si no una ✗.

Cuadro 7.19: Características necesarias para el módulo de turnos y citas según los Hospitales: San Juan de Dios y Roosevelt.

Característica	San Juan de Dios	Roosevelt
Gestión de información del paciente a partir de un identificador.	X	✓
Creación de un recorrido durante la visita del paciente.	✓	✓
Manejo de turnos en el hospital.	X	✓
Necesidad de separación de especialidades/clínicas.	✓	✓
Creación de horarios para cada una de las especialidades/clínicas.	✓	✓
Creación de citas con horario fijo para todos los pacientes.	✓	✓

Con estas características en mano, se realizó una búsqueda de los sistemas ya existentes para la gestión hospitalaria. En el Cuadro 4.8 (marco teórico), se definen los sistemas encontrados. Se determinó que el sistema openMRS con la funcionalidad de programación de citas, era el que se adaptaba más a lo que se buscaba en el módulo.

A partir del prototipo de alta calidad, se realizaron dos visitas e iteraciones, al Hospital Roosevelt que llevó a la determinación final de la forma en que el sistema funcionaría. Como primer punto, se resalta la creación de roles, de la forma descrita en el Cuadro 7.20.

Figura 7.26: Resultados de prototipos de media calidad en el módulo de citas.



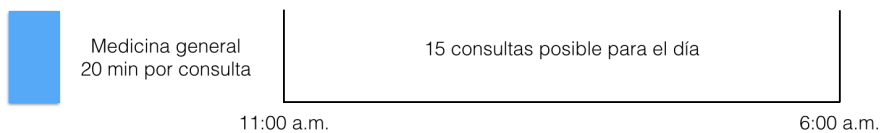
Cuadro 7.20: Roles necesarios para la utilización del prototipo de alta calidad.

Rol	Descripción
Administrador	Persona que insta el sistema y el encargado del mantenimiento del mismo
Encargado de la clínica	Establece las configuraciones iniciales (calendario de atención de las distintas especialidades).
Secretaría	Gestiona la visita del paciente en el hospital y crea las próximas citas.
Doctor	Tiene visualización de los pacientes que han llegado y sus turnos, además de ingresar el resultado de la consulta.

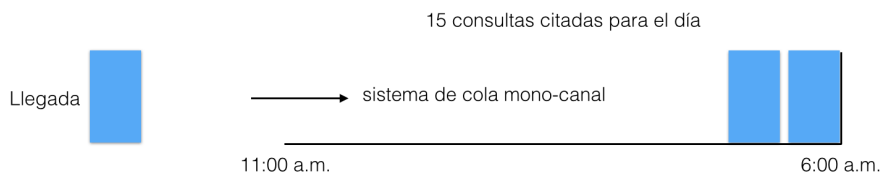
Por último, se estableció la forma en que se realizaría la programación de citas y la atención de los turnos en el hospital. Se determinó que la calendarización de citas se realizaría solamente por día y se citarían a todos los pacientes a la misma hora. Al momento de la llegada de un paciente, este se atendería como un sistema de colas (el primero que llega es el primero en ser atendido), el cual sería controlado por openMRS. Para que eso fuera posible, a cada una de las especializaciones/clínicas se les asignó un tiempo promedio de atención. Así el sistema podría calcular la cantidad de citas posible por día. La Figura 7.27 muestra un ejemplo de este proceso.

Figura 7.27: Ejemplo del funcionamiento establecido para el sistema de turnos y citas en el prototipo de alta calidad.

Sistema de citas

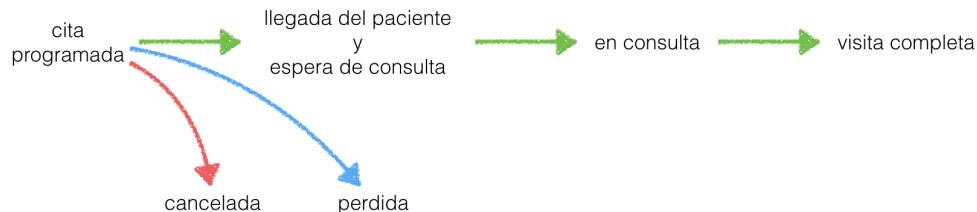


Sistema de turnos



Con el proceso anterior, la visita del paciente se definiría de la forma descrita en la Figura 7.30, siendo el mismo proceso descrito al inicio del diseño (Figura 7.23). De esta forma, fue posible definir una transición de una cita del paciente, como una visita al hospital.

Figura 7.28: Transición de una cita de un paciente a partir de la funcionalidad de citas de OpenMRS.



Como resultado final, se obtuvo el prototipo de alta calidad, con las configuraciones necesarios para el hospital. Las Figuras 7.29 y 7.30, muestra las dos pantallas finales más importantes de este.

Figura 7.29: Pantalla final en OpenMRS del prototipo para la gestión de turnos y citas.

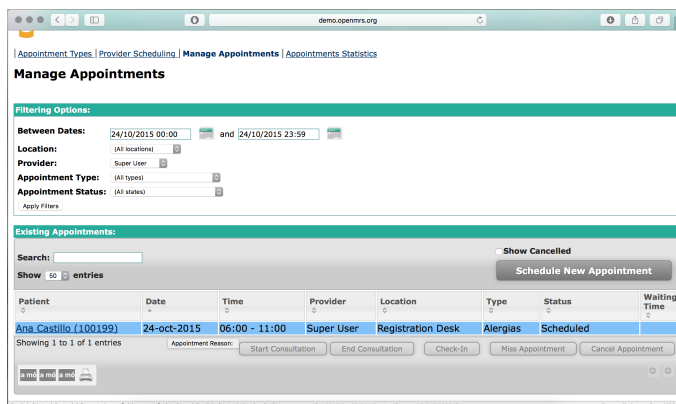
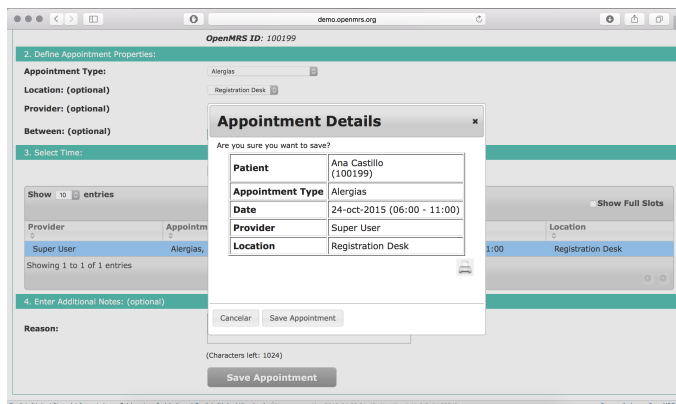


Figura 7.30: Pantalla final en OpenMRS del prototipo para la asignación de citas.



7.5.5. Módulo de comunicación intrahospitalaria Identificada la problemática de comunicación interna en los hospitales se procedió a la selección de una topología

para el intercambio de mensajes. La primera opción, y la más tradicional, se encuentra basada en una arquitectura WiFi con modo de conexión infraestructura. La segunda opción se basó en la utilización de MANETs para utilizar los dispositivos actuales, pertenecientes al personal del hospital, para evitar incurrir en gastos adicionales de infraestructura.

7.5.5.1. Topología basada en infraestructura inalámbrica WiFi La infraestructura inalámbrica basada en WiFi requiere una serie de dispositivos llamados puntos de acceso. Los puntos de acceso proveen de conectividad inalámbrica a cada uno de los nodos más cercanos. La red, de esta manera, se construye mediante la interconexión de los puntos de acceso, donde cada uno permite agregar a sus clientes a la red. Finalmente, se establece un servidor central que administra los servicios de DHCP y DNS, y una puerta de enlace que permita la conexión con el exterior (si es lo que se requiere). La cantidad y distribución de equipos necesarios para proveer la conectividad inalámbrica en cada uno de los hospitales se encuentra fuera del alcance de este trabajo. No obstante, dependiendo de la marca, es posible la compra de puntos de acceso de alrededor de \$100.00 cada uno, con una cobertura de entre 15m y 30m cada uno (Delaney, 2015).

Esta topología es de uso común en la industria actual y existen muchos distribuidores con la capacidad de indicar la mejor disposición y cantidad de los puntos de acceso para obtener una cobertura y nivel de conectividad adecuada.

7.5.5.2. Topología basada en MANET En la sección 4.7.1 se introducen los MANETs como punto de partida para la creación de redes mediante la conexión directa entre dispositivos móviles. Con esta distribución se abren tres posibilidades al momento de conformar la red a nivel de los dispositivos. A continuación se detallan cada una de ellas con los hallazgos obtenidos durante la investigación de las mismas.

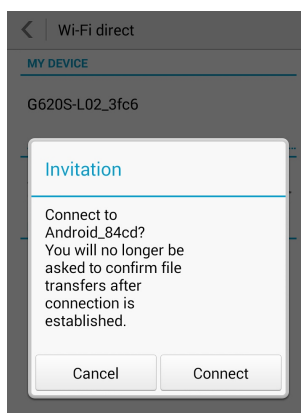
La primera, y de las formas más exploradas, es la conexión directa mediante el modo Ad-Hoc de los dispositivos móviles. Esta aproximación es la actualmente aprovechada por los proyectos SPAN (ver sección 5.4.1) y Serval (ver sección 5.4.2), y mientras provee de la conectividad necesaria para soportar redes de gran tamaño involucra un paso esencial que imposibilita las propiedades prácticas de estos proyectos: el *rooteo*.

El *rooteo* es un proceso mediante el cual se obtienen permisos de administrador, también conocido como superusuario, con lo que se logra acceder a la funcionalidad de bajo nivel del sistema operativo. Esto significa que cualquier software puede ser instalado o desinstalado en el teléfono inteligente, además que se incluye la posibilidad de configurar las librerías del sistema a manera de

manipular la funcionalidad que estas ofrecen. No obstante, de la misma manera introduce riesgos como malware y el dejar totalmente inutilizable al teléfono en el proceso, no sin dejar a un lado que muchos fabricantes anulan la garantía al momento de realizarse esta acción.

La segunda opción, se basa en la utilización de la conectividad *Wi-Fi Direct* a través de la biblioteca Wi-Fi Peer-to-Peer de Android. Esta librería permite la conexión con otros dispositivos de manera directa, al mismo tiempo que ofrece la capacidad de publicar servicios en la red. A través de esta tecnología se abre la brecha para crear conexiones de punto a punto, lo cual pareciera ser prometedor al oponerse al punto anterior. No obstante, durante las pruebas realizadas se descubrió el obstáculo principal de esta tecnología: la seguridad (ver Figura 7.31).

Figura 7.31: Mensaje de confirmación para conexión con *Wi-Fi Direct* en Android.

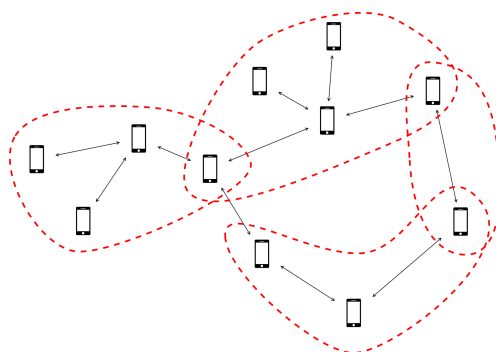


Durante el desarrollo se encontró que *Wi-Fi Direct* realiza la conexión segura con el otro dispositivo mediante una tecnología llamada WPS (*Wi-Fi Protected Setup*) con la cual se facilita la creación del vínculo. Para mantener la seguridad WPS solicita una acción mínima del usuario, con lo que se disminuye el riesgo que la conexión sea realizada de forma arbitraria entre equipos. La funcionalidad se encuentra implementada a nivel de sistema operativo y fue imposible eludir este mecanismo. Esto significa que para una red fija, donde todos los usuarios se mantienen estáticos en su lugar, esta podría ser una solución de utilidad una vez se establezca la conexión con todos los demás usuarios de forma manual. Contrariamente, para un usuario en movimiento el uso de la tecnología es inviable puesto que cada uno de los nodos con los que establece comunicación requeriría aceptar su conexión de forma activa.

Adicionalmente a lo anterior, se encontró que la tecnología *Wi-Fi Direct* funciona en torno a grupos donde uno de los integrantes funge de punto de acceso y los demás son clientes. En la negociación inicial se elige cuál de los dispositivos será el punto de acceso y los demás se conectan

uno a uno con este. Esto implica que la topología de la red se realiza de una forma más parecida a estrella que en malla. Por lo tanto, la creación de una red amplia tendría que dividir los dispositivos en grupos, donde uno de los móviles se comporta como punto de acceso y otros nodos permiten la conectividad con los otros grupos, y se ejemplifica en la Figura 7.32.

Figura 7.32: Topología basada en grupos de *Wi-Fi Direct*. La línea punteada muestra la frontera de cada uno de los grupos.



Finalmente, la última aproximación explorada para la interconexión de dispositivos fue una idea descrita por (Marinho, Menegato y Oliveira, 2015). La librería *Wi-Fi Peer-to-Peer* de Android incluye la capacidad de publicar servicios nombrados a los nodos vecinos. La aproximación utilizada fue utilizar el nombre del servicio como mensaje, a manera que la transmisión fuera implícita en la publicación del mismo. Cuando el nodo destino identificase el mensaje podría levantar un servicio cuyo nombre es la confirmación de recepción. El emisor, al identificar esta información publicaría un nuevo servicio cuyo nombre es la siguiente parte del mensaje. El intercambio de esta manera continuaría hasta completar el envío.

Mientras que propone una forma válida de intercambio de información, entre los descubrimientos propuestos en el documento es que existen dos limitantes a este enfoque: (1) los servicios pueden tener un tamaño máximo de 20 caracteres y (2) se pueden publicar un máximo de 7 servicios (con algunas variaciones en distintas marcas de teléfonos inteligentes). En las pruebas realizadas, la identificación por parte de otro dispositivo podría durar hasta entre uno y dos segundos, incurriendo en envíos muy lentos. Y mientras que podrían utilizarse todas las publicaciones posibles en un momento dado, en la tabla 7.21 se resumen las posibilidades teóricas del planteamiento.

7.5.5.3. Selección de protocolo La búsqueda de protocolo para intercambio de mensajes llevó a la selección del protocolo XMPP (*Extensible Messaging and Presence Protocol*) por dos razones: su condición de ser de código abierto y el que se encuentra basado sobre

Cuadro 7.21: Posibilidades teóricas de interconexión de dispositivos por medio de publicación de servicios.

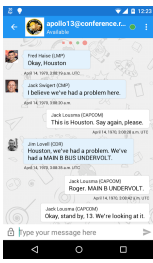
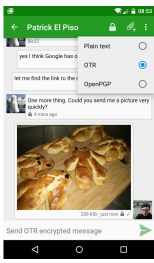
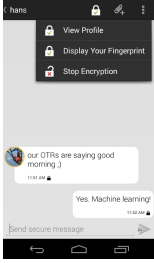
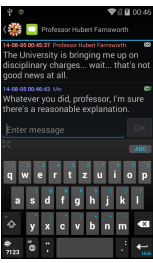
	Una publicación	Siete publicaciones
Caracteres enviados	20	140
Tiempo envío + respuesta	2s	2s
Caracteres/segundo	10 car/s	70 car/s
Tiempo envío 1Mb	29 horas	4.1 horas

XML (*Extensible Markup Language*), que es un formato de amplia utilización para el intercambio de información. Entre otros existentes, tales como IRC, no obstante se eligió este protocolo por su soporte de funcionalidades como envío de archivos multimedia, intercambio de voz a través de VoIP y que consta de un estándar formalizado en IETF. Posee una amplia cobertura y es utilizado por sistemas de mensajería como Facebook Chat y Google Talk, además que compañías como APple, Cisco, IBM, Nokia y Sun han incluido a la tecnología en sus productos Saint-Andre; *et al.* (2009).

7.5.5.4. Cliente XMPP La siguiente fase fue la búsqueda de un cliente de código abierto, capaz de ser modificado para trabajar con MANETs, y que tuviera la mayor parte de las características esperadas por XMPP. Adicionalmente, se evaluó el tamaño de la comunidad y la apertura inicial en Android Studio. En el Cuadro 7.22 se resumen los resultados de la comparación.

Cuadro 7.22: Clientes para intercambio de mensajes con XMPP.

Característica	xabber-android	Conversations	ChatSecure	yaxim
Cuenta GitHub	redsolution	siacs	guardianproject	pfleidi
Licencia	GPLv3	GPLv3	Apache v2	GPLv2
Contribuyentes	14	56	31	13
Contribuciones	1,060	2,849	2,878	855
Última contribución	13/oct/2015	17/oct/2015	23/ago/2015	1/abr/2015
Cifrado	OTR	OMEMO OTR OpenPGP	OTR	N/A
En GooglePlay	Sí	Sí (con cobro)	Sí	Sí
Página web	Sí	Sí	Sí	Sí
Código fuente	Ordenado	Ordenado	Semi-ordenado	Ordenado

7.5.5.5. Servidor XMPP Finalmente, la fase concluyó con la elección de un servidor que pudiera manejar el intercambio de mensajes de manera interna en el Hospital. Para esta fase se encontraron una gran cantidad de opciones, no obstante, se seleccionaron dos de las más prometedoras y se compararon características de las mismas, lo cual se resume en el Cuadro 7.23.

Cuadro 7.23: Servidores para intercambio de mensajes con XMPP.

Característica	Ejabberd	OpenFire
Cuenta GitHub	processone	igniterealtime
Licencia	N/A	Apache
Contribuyentes	50	54
Contribuciones	4,039	6,678
Última contribución	17/oct/2015	17/oct/2015
Lenguaje	erlang	java
Interfaz administrativa	Web (parcial)	Web
Facilidad de uso	Medio	Fácil

8 Análisis de resultados

Design thinking resultó ser una metodología que llevó al descubrimiento de oportunidades muy interesantes dentro de la gestión hospitalaria. En muchas ocasiones, la selección de puntos de partida o líneas de trabajo puede resultar caótico y desordenado, llevando a proyectos ambiciosos que nunca acaban o a implementaciones que no son utilizadas por el usuario objetivo. Desde el momento que se establece el *brief* se introducen controles implícitos que permiten llevar la investigación enfocada hacia un punto en común, tomando en cuenta que el proceso es cooperativo e involucra personas de distintas cualidades y conocimientos variados.

Es de notar que en las fases de investigación se recopila mucha información, aún de fuentes relativamente limitadas. Realizar entrevistas a personal médico o a pacientes puede resultar difícil por los requisitos impuestos por cada una de las entidades sanitarias. No obstante, aún con estas limitaciones, se hizo posible la recopilación de información suficiente para alimentar la etapa de síntesis.

Las fases siguientes, síntesis y exploración, llevaron a los inicios de identificar oportunidades y a una consecuente explosión de ideas que hicieron crecer las posibilidades hacia todas direcciones. Se idearon soluciones para toda clase de problemáticas y se encontraron puntos interesantes que podrían dar lugar a nuevas investigaciones posteriores. Lo valioso de estas etapas se encontró al momento de tomar una decisión final, puesto que cada uno de los integrantes del equipo se vio enfrentado a un amplio abanico de opciones sobre las cuales podía proponer líneas de trabajo que no solo presentaban soluciones ante oportunidades concretas, sino que también tendría una serie de opciones creativas, viables o no, a partir de lo cual plantear ideas reales, factibles e innovadoras.

Por lo tanto, la metodología introdujo un tiempo de diseño esencial para el desarrollo posterior de los módulos individuales. Sin embargo, cabe mencionar que llevó un tiempo mayor al esperado en su desarrollo. Como pueden verse en las fechas de realización, el diseño y desarrollo de los prototipos inició en fases tardías del proyecto, por lo que el tiempo de validación se vio limitado por este aspecto. Esto pudo haberse debido a la relativa inexperiencia del equipo colaborador con respecto a la metodología, como a la falta de un esquema más riguroso al momento de su aplicación.

Por otro lado, las preguntas del Cuadro 7.5, de carácter general, están enfocadas en sondear la disponibilidad de varios medios de comunicación para los pacientes. En la primera pregunta

se observa quizá paradójicamente que la distribución de teléfonos inteligentes y no inteligentes es bastante similar, con una pequeña ventaja en porcentajes para los teléfonos no inteligentes. Sin embargo, la tendencia principal demuestra una cosa: sin importar el grado de sofisticación de su teléfono, los pacientes de hospitales públicos los usan principalmente para llamadas. Las preguntas 2 y 3 tienen mayor porcentaje de uso en llamadas; la pregunta 4 muestra que la mayoría de las veces los pacientes responden a sus llamadas en cuanto las reciben, y las preguntas 5 y 6 colocan a las llamadas como un medio predominante de repuesta (en la pregunta 6 está por debajo de SMS, pero no por mucho y si se considera que es en respuesta a un SMS, es un número bastante grande). La pregunta 10 resume esta situación: 72 % de los pacientes entrevistados usan su teléfono principalmente para llamadas.

La correlación entre la distribución de las respuestas para las preguntas 2 y 8 podría indicar que todas las personas que tienen acceso a internet (60 %) lo usan para conseguir información, mientras que el otro 40 % se distribuye entre salir a preguntar, llamar y otros; esto también podría llevarnos a pensar que aunque los pacientes usen sus teléfonos principalmente para llamadas, no las usan para conseguir información.

La pregunta 9 no se incluyó entre los resultados por errores de método: los investigadores realizaron las preguntas con marcos referenciales distintos, por lo que las respuestas están separadas en dos conjuntos difíciles de reconciliar.

Los Cuadros 7.6 y 7.7 tenían por objetivo conocer el uso que los pacientes le dan a sus teléfonos móviles, y encontrar el medio de comunicación que más usual para ellos; así, incurrir en pocos o nulos costos de adaptación. Se puede observar que los pacientes utilizan los métodos tradicionales en gran mayoría: los usuarios de teléfonos no inteligentes no les dan otros usos más que los tradicionales, e incluso los usuarios de teléfonos inteligentes prefieren recibir llamadas y mensajes a otro tipo de aplicaciones. El hecho de que la segunda respuesta más predominante entre los usuarios de smartphone es que no tienen otras aplicaciones de comunicación, también es un aspecto que podría señalar una conducta importante: incluso cuando su teléfono es muy avanzado, los usuarios conservan el uso tradicional de sus teléfonos.

El Cuadro 7.8, cuyo objetivo era sondear los hábitos de los pacientes en la web, descubrió que estos son casi inexistentes: Más del 50 % de los pacientes no tienen ni correo electrónico ni redes sociales. Y los que sí tienen casi no los utilizan (al menos no con el objetivo de obtener información potencialmente benéfica): Solo 4 % usan su correo para inscribirse en sitios web, solo 8 % visitan páginas web de los negocios que frecuentan y solo 12 % visitan las redes sociales de los negocios

que frecuentan. El uso concreto que los usuarios le dan a las redes sociales no fue parte de las preguntas, y podría ser explorado en otros estudios.

Por otra parte, el Cuadro 7.9 buscaba información sobre tendencias en los medios que los pacientes empleaban para recordar información relevante relacionada con su historial médico. Los dos métodos principales eran: a) la memoria (33.4% en la pregunta 1, 42.9% en la pregunta 2 y 47.8% en la pregunta 3), y el carnet médico (37.5% en la pregunta 1 y 29% en la pregunta 2). Es interesante observar que el carnet no aparecía como opción en la pregunta 3, y que el segundo lugar lo tomaban las alarmas en el celular. Aunque no se puede concluir que todas las personas que prefirieron el carnet en las primeras dos preguntas recurren al celular en su ausencia, podría ser conveniente explorar las motivaciones por las que los pacientes eligen medios distintos para recordar cosas que a primera vista pueden parecer similares. También podrían investigarse las razones por que las medicinas no son parte del carnet, en caso de que este pudiera usarse para recordar información en ciertos casos (aunque el módulo de información al paciente busca solventar esta situación).

El objetivo principal del Cuadro 7.10 es dar un contexto a la necesidad de introducir mejores soluciones utilizando los medios de comunicación disponibles para el paciente. La mayoría de los pacientes utiliza el transporte público, y no les es fácil salir de sus casas. Por lo mismo, prefieren consultar la información que necesitan a distancia antes que ir a averiguar; y pocos utilizan su correo domiciliario, así que la comunicación se da principalmente a través de sus dispositivos personales: sus teléfonos. El uso de medios de comunicación discriminatorios (a diferencia de los masivos, como radio y televisión) tiene un carácter marcadamente personal al que se le dio prioridad a la hora de hacer estas preguntas.

8.1. Módulo de información al paciente

Para el módulo de información al paciente, se desarrollaron 3 prototipos cada uno con distinto medio de comunicación. Todos seguían la misma historia de usuario, pero enviaban los recordatorios ya sea por SMS, llamadas o el uso de una aplicación móvil. En el Cuadro 7.11, se identifica que la llegada del paciente al hospital no estaba correctamente explicada en el *storyboard*. Debido a que no se especificaban las horas que el paciente debe esperar para ser atendido, a pesar de que se le cita a una hora temprana. Además, el contenido del SMS con información de la medicina, no fue aprobado por el médico. La razón, fue que no se puede establecer una hora específica en la que se le puede recordar sobre su medicamento, ya que cada paciente comienza a distinta hora su tratamiento.

En cuanto a las validaciones realizadas para el *storyboard* del tema IVR, se identificó que la mayoría criticaba que era muy probable que no contestaran la llamada, o que se podía dar el caso en que alguien más contestara la llamada por ellos Cuadro 7.12. Adicionalmente, 2 pacientes indicaron que la información de las llamadas no quedaba guardada en ninguna parte del celular, por lo que no les parecía un método seguro.

De la misma forma se validó el contenido de la historia del paciente haciendo uso de una aplicación móvil, pero los resultados en estas iteraciones no fueron satisfactorias. Ya que la mayoría de entrevistados no logró comprender el concepto de una aplicación móvil (Cuadro 7.13). En las 3 validaciones, se le preguntó a cada persona con cuál de los *storyboards* se sentía más identificado. El resultado fue que la mayoría prefiere la información por SMS ya que no necesitan acceso a Internet, cualquier celular cuenta con esta tecnología, y lo más importante es que pueden revisar todas las veces que requieran el contenido del recordatorio.

Con todos los datos recopilados en las entrevistas y las validaciones de usuario, se decidió que los prototipos de mediana fidelidad se iban a realizar en base al *storyboard* de SMS. Entonces, se realizó una búsqueda de todas las plataformas que ofrecieran el servicio de mensajería y que fueran de código abierto. Como resultado se encontró FrontlineSMS que cumple con la funcionalidad de enviar SMS. La ventaja de esta herramienta es que no necesita de acceso a Internet, se invierte una vez en el módem GSM, y mensualmente solamente se necesita el pago de un plan ilimitado de mensajes de texto (Cuadro 8.1).

Cuadro 8.1: Precio de un plan ilimitado de mensajes de texto por operadora.

Operadora	Precio por mes
Claro	Q.120.00
Tigo	Q.199.00

8.2. Módulo de información del paciente al hospital

La motivación para la selección y delimitación de este módulo se dio sobre lo siguiente:

1. Muchas codificaciones ponían en evidencia que la búsqueda de la información del paciente (es decir, el expediente) era una importante fuente de atraso; una cuantas mencionaban que la información no se encontraba en su momento crítico: cuando el paciente ya estaba ahí. Se juzgó que este módulo podría proporcionar la información en el momento en el que sería más útil para minimizar estas fallas logísticas.
2. Algunos *insights* sobre la creación de citas no pudieron desarrollar oportunidades. Se buscó

una forma de involucrarlas en el producto final aunque no hayan sido un eje para la lluvia de ideas, por la información relevante que podían proporcionar.

3. La oportunidad para encontrar formas de involucrar al paciente en su evolución médica fue la que generó más propuestas. Esto quiere decir que había mayor variedad de ideas para integrar.

Sin embargo, esta decisión era acompañada por ciertos obstáculos:

1. Los pacientes proporcionaron significativamente menos codificaciones que todos los demás roles. Esto quiere decir que un módulo con el cual el paciente interactúa directamente estaría basado mayoritariamente en la perspectiva del hospital, y no tendría disponible igual cantidad de información directamente de él.
2. Requiere integración con el sistema del hospital, pero debe poder ser accedido desde fuera del hospital. Es decir, que cualquier información sobre el sistema interno del hospital es tan solo igual de importante que la información sobre sistemas disponibles fuera de él; información que no se tenía y que debía sondearse.
3. Requiere de validación directa con el paciente. Al principio, esto fue imposible por procedimientos administrativos.

Los problemas 1 y 2 podían mitigarse con validación temprana; sin embargo, el problema 3 evitaba precisamente esto. Se buscó obtener estos datos utilizando investigación teórica y con validación más extensa una vez que se generó la oportunidad. De cualquier forma, en la situación actual se favoreció este módulo por considerar que traía más beneficios que los que podían perderse si no lograban sortearse los obstáculos mencionados.

Cuadro 8.2: Detalle de validación interna para “información del paciente al hospital”.

Iteración	Comentarios	Mejora
Iteración 1	La búsqueda de información es demasiado genérica; podría tardarse mucho	Se permitió categorizar la información
	Las codificaciones decían que los pacientes querían ir con cierto doctor	Se agregó “doctor” como filtro para creación de citas
	Las codificaciones muestran problemas cuando el paciente no asiste	Agregada la funcionalidad para reagendar citas, buscando por nombre

Continación Cuadro 8.2: Detalle de validación interna para “información del paciente al hospital”.

Iteración	Comentarios	Mejora
Iteración 2	La búsqueda de información podría traer problemas de responsabilidad médica	Agregados filtros (alergias, otros síntomas, etc) y descargo de responsabilidad
	Las codificaciones muestran que el proceso cambia si vino hace poco	Agregada funcionalidad para marcar una cita como primer ingreso
	El nombre no es único para encontrar citas	La búsqueda ahora es basada en DPI (por unicidad)
Iteración 3	Las codificaciones muestran que la hora de atención no es exacta	Ya no agenda citas por hora, sino por turno
	Mejora al sistema para buscar citas: El teléfono ya lo tiene, el DPI debe ingresarlo	La búsqueda ahora es basada en número de teléfono
	El doctor no tiene cómo ver su propio horario	Agregado procesos de consulta por personal del hospital en el <i>story-board</i>
	El formato de los mensajes puede ser confuso	Proponer una aplicación con interfaz intuitiva, y que esta envíe los SMS

El prototipo inicial presentado, y sus subsecuentes cambios, son ilustrados en la sección de resultados (Cuadro 7.15). La realimentación que condujo a cada uno se ilustra en el Cuadro 8.2.

El prototipo tras la 3a iteración interna fue el seleccionado para validarse con los usuarios (los pacientes). Ante la dificultad para conseguir audiencia directa con ellos, se diseñó una alternativa que se probó viable: hacer ciertas entrevistas con preguntas más cerradas de lo acostumbrado al implementar Design Thinking, pero que podían otorgar información suficiente para hacer ciertas validaciones. El formato utilizado se presenta en Anexos (entrevista sobre comunicación de pacientes).

Los resultados de las entrevistas marcan una tendencia con la cual el prototipo propuesto no se alineaba. El medio de comunicación más aceptado por los pacientes entrevistados se encontró que era el teléfono, con un enfoque basado en llamadas, así que el prototipo se cambió por uno que respondiera mejor a esta preferencia: se implementó un sistema basado en IVRs (*Interactive Voice Response*, o “respuesta de voz interactiva”).

Como se explicó en la sección de resultados, se investigaron sistemas IVR existentes que pudieran adaptarse, antes que desarrollar nuevos.

La primera plataforma que se consideró fue VirtualPBX (Okunev, 2015). Se descartó su uso por su complicada instalación y su plan elevado de precios, que hubiera requerido de una inversión sustancial para cubrir consultas y el poder de procesamiento necesario. La siguiente plataforma que se investigó fue IVR_XML, y su software padre, MiniSipServer (MyVoipApp, 2015). Aunque la plataforma parecía prometedora, pruebas de utilidad no permitieron configurarla para su correcto funcionamiento. Además, la versión disponible era una de prueba, y aunque se puede obtener una versión sin costo, no se consideró posible en el contexto de un hospital público (dadas las condiciones de aplicabilidad establecidas por MyVoipApp).

Finalmente, se seleccionó la plataforma Verboice (InSTEDD, 2015) por su apertura tanto en precio (gratis) como en documentación. Su interfaz de desarrollo, además, aseguraba que era fácil conectar con bases de datos y servicios web, como los que se necesitaban para conectarse a OpenMRS.

Aún cuando la tecnología no estaba completamente implementada, el proceso de validación se ejecutó en el hospital Roosevelt, con el objetivo de obtener la opinión de los usuarios lo antes posible. Se realizó presentando el flujo y funcionalidad definidas en el prototipo a los posibles usuarios (pacientes) y administradores (personal administrativo y doctores), para determinar si el flujo era el correcto y si la información gestionada por el sistema era apropiada. El flujo fue copiado del prototipo de SMS, pero adaptado a una tecnología basada en voz.

Una funcionalidad mayor que está ausente en el prototipo basado en voz es la de consulta de información diversa. El motivo de esto es doble: uno, el personal del hospital juzgaba peligroso, incluso con los filtros y el descargo de responsabilidad, otorgar información que podría conducir a los pacientes a diagnosticar de forma autónoma; y dos, que no se le veía la utilidad en el marco del hospital en el que se validó. Por lo tanto, esta característica fue removida en favor de concentrarse en el aspecto de las citas.

Los resultados muestran que el flujo propuesto fue casi totalmente aceptado por el usuario final (el paciente), mientras que el personal administrativo solicitó otra iteración con cambios. No obstante, el medio (llamadas a un IVR) fue aceptado por todos los roles involucrados.

8.3. Módulo de medición de peso y talla

Al analizar las variables centrales para cumplimiento del objetivo específico de esta investigación, pareciera ser que las mismas no deberían generar mayor complicación. Al iniciar con los prototipos de media calidad, tal como muestra la Figura 7.20, la atención centrada en la precisión, entre un rango de decimales y otro pareciera ser que no afectará significativamente en los patrones de crecimiento obtenidos para el paciente. Sin embargo (Unicef, 2012) cita que aunque la medición de peso-talla se considera una técnica sencilla, económica y de fácil aplicación, en la práctica la exactitud y precisión de estas mediciones no son del todo satisfactorias, pues se piensa que son extremadamente fáciles de realizar y por lo tanto se pone poco cuidado y atención al pesar o medir.

Con base en lo citado por (Unicef, 2012), pareciera ser que la precisión es un factor a considerar seriamente. Extrapolando las consecuencias que esta precisión puede determinar, cabe mencionar que los patrones de crecimientos permiten prevenir, alertar e incluso salvar a niños en peligro de desnutrición crónica. Un diagnóstico incorrecto, pudiera ser determinante para el paciente evaluado.

Al realizar las mediciones y pruebas con el prototipo de alta calidad, el cual se encuentra ejemplificado en la Figura 7.22 para tallar a niños menores a 2 años. Pareciera ser que el funcionamiento fue satisfactorio. Sin embargo, los bebés medidos no mostraron complicaciones al momento de tomarles la talla. A pesar de ello, resulta interesante lo que cita (Unicef, 2012) y menciona que no siempre a los menores a 2 años será posible acostarlos, se debe considerar como medir en la balanza de pie, tal y como lo argumenta unicef 2012, y pide sumar a la longitud obtenida 7 cm. En base a esta afirmación, debe considerarse el mecanismo para tallar a dichos bebés en el medidor de niños mayores a 2 años. Tal consideración no es referida al posicionamiento al momento de tallar y pesar. Más bien, está referida a la funcionalidad de sumar tal longitud para obtener la cifra exacta.

Una de las fuentes de error a las que esta expuesta el medidor, está dado con respecto al tipo de sensor utilizado. Dicho sensor necesita de no tener interferencia alguna al momento de realizar la medición. La precisión de tal lectura dependerá de ello. Es necesario mencionar que al momento de implementar tal prototipo, la adecuación del mismo en un ambiente sin ruido será determinante para obtener mejores resultados.

Pudo notarse que en el prototipo del sistema de baja calidad, se pretendía desarrollar un sistema generador de patrones desde cero, implicando diferentes retos a asumir, tal como la generación de gráficas, índices y patrones acoplados a los estándares de la Organización de la Salud. Este prototipo es el visualizado en la Figura 7.18, sin embargo, en el proceso de validación se contó con la alternativa de enlazar con el software utilizado por los doctores, para consultar dichos índi-

ces. El Software WHO Anthro fue de vital importancia para aislar esta parte de verificación y centrarse en aspectos de medición. Los beneficios de haber enlazado el prototipo con este sistema otorga un peso mayor a nivel de usabilidad para la solución propuesta, ya que evita el tiempo de capacitación a los usuarios para aprender a utilizar un software nuevo. Permitiendo a los doctores concebir una etapa de aceptación considerable, teniendo en cuenta que no deberá preocuparse de ingresar manualmente la información de talla y peso al software antes mencionado.

Al verificar los resultados, la mayoría de ellos están referidos a la talla de niños, mostrado en las últimas iteraciones, puesto que en el prototipo de baja calidad mostrado en la Figura 7.19, se consideró tal desarrollo. El desarrollo del mismo seguía la línea de reducir costos y aprovecharse de las balanzas existentes en tales hospitales. Utilizando una cámara y tecnología de reconocimiento de patrones para digitalizar el valor de peso mostrado en la balanza. Es de vital importancia, que aunque esta parte no llegó a implementarse, se trabajó en simultáneo para la detección de dígitos mediante capturas de imágenes.

Al observar el total mostrado en el Cuadro 7.17 puede notarse que el valor de 410 quetzales para implementar una balanza, resulta ser un valor económico comparando el valor con el costo de una balanza y tallímetro digital; los mismos rondan los 1000 dólares aproximadamente. Al implementar ambas balanzas el costo sería, que dicha aún resulta ser un valor bastante accesible para el sector público hospitalario, además de ofrecer integración y personalización del software que controla tal dispositivo.

8.4. Módulo de asignación de turnos y citas

Como se observa en la Figura 7.6, la problemática que presentaban los tres hospitales era muy parecida. Sin embargo, el hospital Roosevelt era el que se veía más afectado por la falta de tecnología. Es por ello que se decidió terminar el proyecto en tal hospital, ya que los beneficios que se podrían brindar serían mayores. Siguiendo esta línea, se puede determinar a partir de los resultados, que los problemas que más resaltaban en los tres hospitales son:

- **Expediente físico:** Este se consideró crítico porque ninguno de los hospitales tenía el expediente completamente digitalizado y contaban con un archivo físico que no cumplía con los estándares de seguridad.
- **Pérdida de datos del expediente:** Debido a la utilización del expediente físico, la pérdida de expedientes de pacientes era un caso común. Es necesario mencionar que a la hora de la pérdida, se creaba un nuevo expediente para el paciente y este perdía todo su historial

médico.

- **Comunicación intrahospitalaria no formal:** Ya que la comunicación entre los miembros del hospital era una práctica común, el control de la información que se trasladaban no quedaba registrada en ninguna parte. Por lo tanto, si era necesario trasladar la información a varias personas, esto se debía de realizar de forma oral. Ocasionando la pérdida de datos importantes y afectando la atención hospitalaria del paciente.

A partir de los tres puntos anteriores, la pérdida de datos era un tema que afectaba no solamente al expediente. Se encontró que la asignación de citas se realizaba en los tres hospitales de forma manual. Esto también causaba pérdida de la información por la gran cantidad de pacientes que se manejaban. Por otra parte, a pesar que ya existía algunos sistemas implementados en los tres hospitales, estos no eran explotados. Para la asignación de turnos, muchos empleados decidía no utilizarlos. En base a estos descubrimientos, el planteamiento y selección del módulo de asignación de turnos y citas tuvo fundamento en la última fase de diseño.

Las iteraciones en el hospital Roosevelt permitieron determinar las necesidades del hospital para el sistema de turnos y citas. Se pueden resaltar los descubrimientos más importantes en la fase de generación de prototipo de alta calidad. Los dos puntos fundamentales que se solicitó y que se cumplió con la ayuda de openMRS fue un buen manejo de las colas (Figura 7.27) y permisos a los distintos roles en el hospital (Cuadro 7.20). A pesar que esto se encontró solamente con dos iteraciones, las retroalimentaciones previas fueron necesarias para llegar a la determinación de la herramienta que se debía de utilizar. Se escogió para el prototipo final a una plataforma de código libre ya que como se menciona al inicio, los recursos de estos hospitales son escasos.

8.5. Módulo de comunicación intrahospitalario

8.5.1. Selección de topología La tecnología basada en MANET ofrece posibilidades muy prometedoras para el trabajo hospitalario en el sector público de Guatemala. Existen grandes problemáticas que aún no se han solventado por la falta de recursos asignados a los mismos. Si existe un déficit de insumos médicos la compra de tecnología deja de ser prioridad. La aproximación de MANETs permite aprovechar los recursos disponibles en la forma de teléfonos inteligentes del mismo personal que labora en el hospital. Sin la compra de nuevo equipo se abre la brecha hacia un sistema de comunicación distribuido, independiente de la infraestructura actual y resistente a desastres.

A pesar de lo anterior no hay que olvidar que esta tecnología introduce de igual manera nuevos

retos a ser evaluados antes de poderse considerar más a profundidad para su implementación. Se identificaron tres problemas que deben ser solventados antes de considerar MANET en un hospital público, y que llevan a la selección de aproximaciones más tradicionales como **infraestructura inalámbrica WiFi**.

8.5.1.1. Seguridad de la información La seguridad de la información es un tema de alta importancia por el tipo de datos que son intercambiados dentro de un hospital, no se diga el personal médico y administrativo. Existen estándares a seguir al momento de implementar cualquier tecnología que permita el manejo digital de los registros hospitalarios, y deberían ser la línea base de cualquier aproximación. La tecnología MANET introduce algunas vulnerabilidades adicionales relativas a los protocolos de comunicación, situación de la que cualquiera de las opciones de implementación de MANET se encuentra afectada. Como se puede ver en la sección 4.7.1.2, existe una gran variedad de protocolos sobre los que pueden operar este tipo de redes. Estos requieren la acotación adicional que uno de sus objetivos primordiales es buscar el mejor aprovechamiento de los recursos disponibles para habilitar la transmisión eficiente de datos a lo largo de la malla de conexión, introduciéndose así el problema de confianza. Cada uno de los dispositivos debe confiar que los vecinos enviarán la información dada y que los datos reportados sean veraces.

En las redes tradicionales se presentan problemas similares, sin embargo, algunas soluciones tradicionales pueden no ser viables en los MANETs sea porque no existen fronteras claras en las redes o sea porque requieren mayores capacidades de procesamiento. Por ejemplo, un *firewall* es un dispositivo que permite restringir el tráfico entre segmentos de la red, que por las características distribuidas de un MANET y la falta de fronteras claras, se invalida el potencial de este dispositivo. En segundo lugar, tienen un mayor impacto los ataques de denegación de servicio. Un nodo que funge como “agujero negro” se hace pasar frente a la red como un nodo esencial, con lo que tendría el potencial de frenar o interrumpir la comunicación en cualquier momento.

8.5.1.2. Movilidad del personal La alta movilidad del personal presenta un reto sobre la formación de la red. Los protocolos asumen que la red estará en constante cambio, por lo que se adaptan frente a estas variaciones para mantener la interconectividad. En el caso de la implementación de MANET mediante *Wi-Fi Direct* presenta un reto adicional que hace inviable la aproximación. Como se ve en la Figura 7.32, la red se conforma mediante el establecimiento de grupos de comunicación. La movilidad de nodos clave, como los que fungen de punto de acceso, tiene como consecuencia la ruptura de los grupos, dejando incomunicados a los nodos dependientes. Esto lleva a la necesidad de crear nuevos grupos o agregar a los dispositivos a los existentes,

llevando al segundo problema de *Wi-Fi Direct*: la confirmación de conexión segura (ver Figura 7.31). Haciendo esta aproximación poco viable para su utilidad.

8.5.1.3. Invasividad de la tecnología sobre equipo personal Finalmente, se presenta el problema de alta invasividad al equipo personal. La propuesta de MANET se encuentra dada por el aprovechamiento de los recursos disponibles en la forma de los dispositivos móviles y teléfonos inteligentes del personal médico y administrativo del hospital. Sin embargo, cada uno de estos dispositivos es de carácter privado y personal, llevando a que cualquier solución debería poder asegurar la integridad de estos en todo momento. La opción de implementación de MANET más viable se fundamenta en el *rooteo* de los dispositivos, el cual requiere un procedimiento individual que es capaz de dejarlo inutilizable en caso de no hacerse correctamente. Adicionalmente, introduce vulnerabilidades y riesgos que deben ser tratados independientemente para mantener un nivel de seguridad mínimo. Todo esto lleva a hacer inviable su realización en todos y cada uno de los teléfonos inteligentes de los miembros del personal, tomando en cuenta que no todos podrían estar de acuerdo a someter su equipo a dicho proceso.

8.5.2. Selección de protocolo La selección del protocolo XMPP para las pruebas fue relativamente rápido, siendo este uno de los más utilizados a nivel comercial y cargando la ventaja adicional de ser abierto y de uso libre, no dejó lugar a mayor comparación con otras opciones. No obstante, queda la elección de software para cliente y servidor que aproveche las características de XMPP y pueda satisfacer las necesidades de comunicación interna del hospital. Para esto se hizo la comparación entre distintas implementaciones de software de código abierto, a manera de encontrar su potencial actual y a largo plazo.

En el caso de cliente, se sugiere la implementación de Conversations puesto que posee una comunidad amplia y activa en su desarrollo, además que ofrece características de seguridad más extensas que pueden adecuarse tanto a una red tradicional como a un MANET. Su versión publicada en GooglePlay es pagada, pero el código fuente es abierto permitiendo su compilación y utilización de forma gratuita.

En el caso del servidor, se recomienda el uso de OpenFire¹. Ejabberd² es una opción adecuada y puede solventar los problemas de comunicación, no obstante, la administración de OpenFire es mucho más simple gracias a que puede ser totalmente trabajada a través de su interfaz web. Ejabberd requiere que muchas operaciones, tales como el registro de usuarios, sea realizada a través de línea de comando.

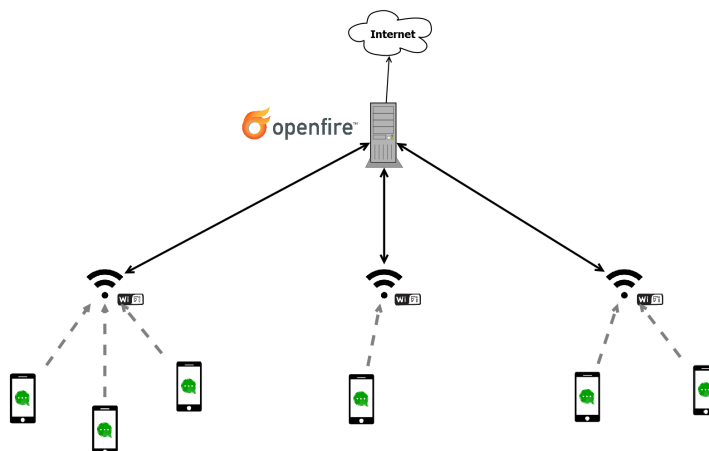
¹Disponible en <http://www.igniterealtime.org/projects/openfire/> al momento de ser escrito este trabajo

²Disponible en <https://www.ejabberd.im/> al momento de ser escrito este trabajo.

8.5.3. Prototipo para sistema de comunicación intra-hospitalaria

Con todo lo anterior se establece el prototipo final para la solución a la comunicación intra-hospitalaria. Las partes de este se resumen en la Figura 8.1.

Figura 8.1: Prototipo final para sistema de comunicación intra-hospitalaria.



Analizando de abajo hacia arriba, la primera capa se encuentra compuesta por los dispositivos móviles de cada uno de los integrantes del personal médico y administrativo. Cada uno de ellos debe de instalar la versión a utilizar de Conversations, a manera que se puedan integrar al sistema de comunicación. Todos los usuarios tendrían el siguiente patrón: *nombre.apellido@dominio*, y serán registrados únicamente por el administrador del sistema directamente en el servidor central. Los requisitos para la ejecución de la aplicación es contar con un teléfono Android en su versión 2.3 o superior. La ventaja de esta aplicación es que posee un mecanismo muy similar a las aplicaciones comerciales de mensajería instantánea, facilitando la comprensión y usabilidad de la misma.

La propuesta para la implementación de la capa intercomunicación se centra en el establecimiento de una red WiFi mediante la instalación de puntos de acceso a lo largo del hospital. Probablemente esta es la opción más costosa para lograr comunicación cuando se compara con las otras propuestas relacionadas en este trabajo, no obstante, se recomienda por ser la más viable para el contexto. Una red inalámbrica permite la movilidad del personal sin perder la conectividad, al mismo tiempo que provee el vínculo más estable y sencillo de usar cuando se compara con implementaciones de MANET.

Seguido, se encuentra la capa de servidor. Sobre este servidor se centraliza el intercambio de mensajería, por lo que todo punto de acceso debe tener de una u otra forma un medio de comu-

nicación con éste, ya sea por conexión directa o conectándose a otro punto de acceso que posea comunicación con el servidor. La ventaja de OpenFire, la solución propuesta para su uso como servidor, es que requiere únicamente la instalación de Java. En las pruebas que se realizaron se logró instalar efectivamente en un Raspberry Pi, por lo que un servidor pequeño o mediano debería soportar la carga del lugar. Este servidor debe ser protegido en base a las mejores prácticas de seguridad la información, y su acceso debe ser restringido tomando en cuenta las recomendaciones de la Ley HIPAA. Adicionalmente, debe de seleccionarse un responsable que tenga como encargo la seguridad y el mantenimiento del equipo.

En el mismo servidor, se recomienda la instalación de un DNS o acoplar la instalación al DNS local. La ventaja es que permitiría que la aplicación Conversations sea capaz de encontrar por nombre de dominio al servidor que contiene la aplicación de manejo de mensajes. Esto facilita la instalación y ofrece la oportunidad de exponer hacia el exterior la funcionalidad del servicio, a manera que un hospital pueda mantener comunicación con los doctores o cualquier otro miembro del personal, sin necesidad que éste se encuentre físicamente en el interior del mismo.

Las ventajas de este sistema frente a aplicaciones tradicionales de mensajería instantánea son dos: (1) el intercambio de mensajes no requiere el uso de saldo o planes pagados de mensajes mientras el usuario se encuentra en el interior del hospital, lo que facilita y promueve la comunicación entre los miembros del personal; (2) toda la información intercambiada a través de la aplicación queda almacenada en un servidor local, con lo que se puede asegurar el manejo de la información en base a las políticas del hospital sin la necesidad de depender de un tercero, al mismo tiempo que se mantiene trazabilidad de todo intercambio realizado.

9 Conclusiones

La metodología de *design thinking* es una herramienta de gran utilidad al momento de plantearse proyectos de investigación cuya finalidad sea presentar un objeto a ser utilizado por un usuario final. Su utilización cumple con el objetivo de aplicar la metodología en los hospitales del estudio.

La falta de rigor en el tiempo durante las fases de *design thinking* pueden llevar a la incesante recopilación de información o planteamiento de ideas, con lo cual los investigadores podrían enfrascarse y atrasar la finalización del proyecto propuesto.

Se recopilaron áreas de necesidad en la sección “Investigación” y se clasificaron en la sección “Síntesis”, por lo que se cumple el objetivo de identificar las áreas de necesidad de los hospitales públicos de estudio aplicando la metodología *design thinking*.

Se diseñó un prototipo inicial en la sección “Diseño de Prototipo” a partir de las ideas de la sección “Exploración”; estos prototipos pasaron por dos etapas de validación, una interna (con el equipo de desarrollo) y una externa, con los usuarios y administradores; el prototipo fue cambiando y adaptándose a las necesidades de los usuarios con cada iteración. Por consiguiente, se cumple el objetivo de generar prototipos refinados por medio de la metodología de *design thinking* y de la tecnología para agilizar la atención al paciente en los hospitales públicos de estudio.

9.1. Módulo de información al paciente

Se diseñó un sistema de información, que establece una comunicación que va desde el hospital hacia el paciente. Utilizando como canal de comunicación entre ellos el servicio de mensajería corta el cual todos los teléfonos móviles poseen.

El trabajo presente no sólo propone al área de salud pública de Guatemala tecnologías de bajos recursos, sino que provee a la comunidad de desarrolladores el diseño de un prototipo que integra las plataformas OpenMRS y FrontlineSMS.

9.2. Módulo de información del paciente al hospital

El prototipo final comprende la definición de un sistema basado en voz sobre IP, que el paciente puede utilizar para comunicarse con el hospital desde afuera de las instalaciones para solicitar atención médica. Esto concluye que el objetivo de crear un sistema que permita al paciente comunicarse y hacer llegar sus necesidades al hospital, sin necesidad de estar físicamente cercano, se cumple.

La investigación teórica preliminar sugirió un prototipo especializado para teléfonos móviles; los resultados de las entrevistas sobre medios de comunicación de los pacientes modificaron este prototipo para enfocarlo más a llamadas que a SMS, y los resultados de la validación externa final muestran que los pacientes encuentran el prototipo para llamadas como el más ajustado a sus necesidades. Por lo tanto, se cumple el objetivo de validar el medio más conveniente para que el paciente pueda establecer la comunicación con el hospital usando la metodología *design thinking*.

9.3. Módulo de medición de peso y talla

Durante la refinación de las distintas fases de prototipos se logró desarrollar un prototipo que consideró la medición de peso y talla para niños menores a 12 años, puede observarse la última fase de prototipos de alta calidad, en la que se presenta algunas pruebas, además de considerar ambas opciones en el sistema de control de los prototipos físicos. Esto permite cumplir el objetivo de desarrollar un prototipo para medición de peso y talla en niños menores a 12 años.

Partiendo del objetivo específico de esta investigación, con respecto a la generación de índices y patrones de crecimiento. Pudo cumplirse tal objetivo mediante el último prototipo refinado, el cual permitía realizar un enlace al software WHO Anthro, quién al pasarle los datos de talla y peso para un paciente, todo el resumen de patrones como el índice de masa corporal, el índice de peso-talla, peso-edad y estatura-edad y el valor de percentil para cada patrón.

Por último, justo como muestra la sección de análisis de resultados el valor de la implementación rondaría los 1000 quetzales, cumpliendo así el objetivo de desarrollar un prototipo de bajo coste.

9.4. Módulo de asignación de turnos y citas

Se llegó a un prototipo refinado según la metodología de *design thinking*, para un sistema de asignación de turnos y citas, a partir del recorrido completo de la metodología durante un período de 10 meses con la utilización de tecnologías de código abierto. En este proceso se trabajó con sis-

temas de código abierto (openMRS) debido a la falta de recursos que se encontró en los hospitales estudiados.

9.5. Módulo de comunicación intrahospitalaria

Los MANET (*Mobile Ad-Hoc Network*) presentan oportunidades grandes de desarrollo para comunicación en caso de faltar los recursos, sea esta falta por necesidades económicas o como consecuencia de desastres.

La implementación práctica de MANETs puede verse gravemente afectada por la falta de soporte para conexiones directas entre dispositivos de manera nativa, requiriendo el uso de técnicas que ponen en riesgo al equipo y a los datos internos.

Las opciones introducidas por *Wi-Fi Direct* para implementación de MANETs son inviables para los propósitos de comunicación intra-hospitalaria debido a la alta movilidad del personal de salud dentro de la infraestructura física del hospital y por las bajas tasas de transmisión que podrían lograrse.

La introducción de sistemas digitales para el intercambio de datos relacionados al área de salud implica el análisis obligatorio de temas de seguridad dentro de la red y los almacenes de datos a utilizar.

La solución más viable encontrada para la implementación de un sistema de comunicación intrahospitalaria se encuentra basada en una infraestructura de red inalámbrica basada en WiFi aunado a un sistema de comunicación sobre el protocolo XMPP que permita el intercambio de mensajería instantánea entre el personal, manteniendo el servidor de comunicación protegido internamente en el hospital, habilitando así la comunicación eficiente y formal de datos médicos. Dándose por cumplido el objetivo de diseñar un sistema de comunicación para ser utilizado dentro de un hospital.

La propuesta final, a manera de prototipo, se compone de cuatro componentes: la aplicación Conversations instalada en cada uno de los dispositivos móviles Android del personal, el establecimiento de una red WiFi en el hospital, la instalación del software OpenFire en un servidor central y la conexión del equipo al DNS local. Con esto se cubren las necesidades de costo, usabilidad y aporte de valor del sistema para ser utilizado dentro del hospital. Con esto se da por cumplido los objetivos de aplicar la metodología *design thinking* para llegar a un prototipo refinado y la consecuente propuesta hacia un sistema de comunicación útil para los hospitales de estudio.

10 Recomendaciones

Con respecto a la aplicación de la metodología *design thinking* las principales recomendaciones son las siguientes:

- La recopilación de información se fundamenta en la entrevista con los usuarios finales, por lo tanto se encontró necesario asegurar dos cosas: el acceso a las personas a ser entrevistadas y capacitar a los entrevistadores a obtener la información más útil para el proceso. Esta etapa es esencial puesto que representa el fundamento para las etapas posteriores y su objetividad aumenta las probabilidades de éxito del proyecto.
- El tiempo puede tender a ser manejado de manera laxa como consecuencia de la naturaleza aparentemente caótica de la metodología. Además, muchas de las fases no tienen un fin muy específico, lo que puede llevar a ciclar en ellas durante largos lapsos. Establecer fronteras temporales fuertes ayuda mucho a enfocar el trabajo y mantener el paso firme hacia adelante en la metodología.
- Mantener fija la muestra de usuarios a lo largo del proceso de *design thinking*, para minimizar los errores de redundancia por causa de que las necesidades identificadas en el primer conjunto de usuarios no sean las mismas que las de otros conjuntos consiguientes.
- Validar la viabilidad financiera de implementar este proyecto, considerando el contexto de un hospital público.
- Expandir este proyecto a otras áreas de la salud, considerando que los resultados aquí propuestos se ajustan a las necesidades identificadas en un marco bastante distinto a nivel socioeconómico y cultural.

Para los interesados en replicar el trabajo, se recomiendan los siguientes puntos específicos:

- Tomar un curso sobre ética y los pasos que se deben de seguir al realizar investigación que involucra a sujetos humanos. y para futuras generaciones se debe considerar siempre someter todos los protocolos de trabajo de graduación a un comité de ética desde el inicio del trabajo.
- Realizar un plan desde el inicio de la investigación para la comunicación con los hospitales a estudiar. Esto se quedó como lección por parte del grupo ya que la investigación se vio retrasada en un punto por la gestión de todos los permisos de entrada y validación de datos.

- Completar la implementación de todos los módulos generados. Debido a la información recopilada en los tres hospitales públicos, donde se realizó este trabajo, fue posible observar que la necesidad de tecnología en esta área es grande. Por lo tanto, se exhorta a la continuación de este proyecto para cualquier hospital público o privado.
- Entrevistar equitativamente a todos los perfiles que se definen en la metodología de *design thinking*. De esta forma es posible evitar cualquier sesgo en la cantidad de necesidades que surgen durante las entrevistas.

En cuanto a la aplicación de redes MANET, se encontró un enorme potencial en la tecnología que podría ser explotada en otros proyectos, no obstante, su aplicación aún no es viable en entidades hospitalarias públicas. Las características de este tipo de redes podrían ser explotadas de forma eficaz una vez los fabricantes incluyan mecanismos nativos, seguros y eficientes para establecer conexiones entre dispositivos móviles.

Bibliografía

1. 6inf. 2013. *TESIS HIS*. Recuperado el 07 de julio de 2015, de <http://www.sisinf.com/es/his-software-para-hospitales.php>
2. Acevedo, M. y C. Alvarado. 2008. *Lecciones de semiología*, Sexta edición. Guatemala.
3. Adeosun, O.; A. Idowu y K. Williams. 2014. *Dependable online appointment booking system for NHIS outpatient in Nigeria teaching hospitals*. Recuperado de <http://airccse.org/journal/jcsit/6414ijcsit05.pdf>
4. Agencia Guatemalteca de Noticias. 2014. Guatemala: acceso a Internet crece 9% en área urbana. Revista Estrategia & Negocios. Recuperado de <http://www.estrategiaynegocios.net/lasclavesdeldia/769546-330/guatemala-acceso-a-internet-crece-9-en-%C3%A1rea-urbana>
5. Ambrose, G. y P. Harris. 2010. *Design th!nking*. Ava Publishing.
6. Australian Commission. 2012. *Patient identification and procedure matching*. Recuperado de http://www.safetyandquality.gov.au/wp-content/uploads/2012/10/Standard5_Oct_2012_WEB.pdf
7. Becerril, V. y L. López. 2011. *Sistema de salud en Guatemala*. Recuperado de <http://www.scielosp.org/pdf/spm/v53s2/15.pdf>
8. Blakely, M. y S. Timmons. 2008. *Life style and health research*. New York: Nova.
9. California Research Bureau. 2012. *Open-source software: value, cost, and supporting open government* Recuperado de <https://www.library.ca.gov/crb/12/S-12-02.pdf>
10. Cantillo, E.; M. Rueda y O. Fuquene. 2007. *Diseño e implementación de un sistema de información para la asignación de citas de consulta externa en las áreas de medicina general, odontología y psicología*. Recuperado de http://www.konradlorenz.edu.co/images/stories/suma_digital_sistemas/2009_01/eleazar.pdf
11. Cao, W.; et al. 2011. *A web-based appointment system to reduce waiting for outpatients: a retrospective study*. Recuperado de <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1472-6963-11-318.pdf>

12. Carnicero, J. y A. Fernández. 2011. *Manual de salud electrónica para directivos de servicios y sistemas de salud*. Santiago de Chile, Naciones Unidas. 414 págs.
13. Castro, L. y M. Gámez. 2002. *Historia clínica*. In *Farmacia Hospitalaria - Tomo I* (pp. 295 - 305). España: Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria. Recuperado de <http://www.sefh.es/bibliotecavirtual/fhtomo1/cap22.pdf>
14. Chowdhury, N. 2013. *OLSR in Android*. Ryerson University. Recuperado de <http://digital.library.ryerson.ca/islandora/object/RULA:2794/datastream/OBJ/view>
15. Coiera, E. 2006. *Communication systems in healthcare*. The Clinical Biochemist. Reviews / Australian Association of Clinical Biochemists, 27(2), 89-98.
16. Corson, S. y J. Macker. 1999. *Mobile adhoc networking (MANET): routing protocol performance issues and evaluation considerations*. University of Maryland. Recuperado de <https://tools.ietf.org/html/rfc2501>
17. Cottom, Hugo. 2004. *Análisis crítico del sistema nacional de salud en Guatemala*. Tesis Universidad Rafael Landívar. Quetzaltenango, Guatemala. 12 págs.
18. Delaney, J. 2015. *The 10 best wireless routers of 2015*. Recuperado el 18 de octubre de 2015, de <http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2398080,00.asp>
19. De la Harpe, R.; B. Kabaso y R. Debrah. 2014. *Design of mobile appointment reminder and counselling system*. In *Proceedings of the 9th Health Informatics in Africa Conference HELINA'14* (pp. 39-45). Koegni eHealth. Recuperado de <http://helina-online.org/>
20. Dhanshetti, S. 2015. *Communication system*. Maharashtra: Industrial Training Institute.
21. Dirección Ejecutiva HSR. 2008. *Disminución del tiempo de espera en consulta externa mediante un sistema informatizado de citas, Hospital Santa Rosa*. Recuperado de http://www.cdi.org.pe/pdf/PNCP_2008/ProyMejora/Pres_Sistema_de_citas-HSR.pdf
22. Downer; et al. 2006. *SMS text messaging improves outpatient attendance*. Australian Health Review: A Publication of the Australian Hospital Association, 30(3), 389-396. <http://doi.org/10.1071/AH060389>
23. Dunlop; et al. 2013. *Digital mobile communications and the TETRA System*. West Sussex: John Wiley & Sons.
24. Dutoit, T. 1997. *An introduction to text-to-speech synthesis*. (Vol. 3). Dordrecht: Springer Netherlands. <http://doi.org/10.1007/978-94-011-5730-8>

25. Egan, T. 1993. *Using interactive voice response systems. In beyond computing and connectivity*. West Chester: DIANE Publishing Company. Pp. 391-399.
26. Emol. 2015. *Apple expande tecnología para la salud en principales hospitales de Estados Unidos*. Recuperado de <http://www.emol.com/noticias/tecnologia/2015/02/05/702418/apple-expande-tecnologia-de-salud-en-principales-hospitales-de-estados-unidos.html>
27. Feet, M. 2000. *Technology, health and health Care*. Health and aged care. Recuperado de [https://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/DA8177ED1A80D332CA257BF0001B08EE/\\$File/ocpahfsv5.pdf](https://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/DA8177ED1A80D332CA257BF0001B08EE/$File/ocpahfsv5.pdf)
28. Frehner, C. 2008. *Email, SMS, MMS: The linguistic creativity of asynchronous discourse in the new media age*. Bern: Peter Lang.
29. FrontlineSMS. 2015. *FrontlineSMS Overview*. Recuperado de <http://www.frontlinesms.com/technologies/frontlinesms-overview/>
30. García, J. 2010. *Teoría de colas*. Recuperado de <http://personales.upv.es/jpgarcia/LinkedDocuments/Teoriadecolasdoc.pdf>
31. Garza, C. y M. De Onís. 2004. *Justificación para la elaboración de una nueva referencia internacional del crecimiento*. Food and Nutrition Bulletin, 25(1), 1?15.<http://www1.paho.org/Spanish/AD/FCH/NU/JustificacionMGRS.pdf>
32. Grover; et al. 2009. *Designing interactive voice response (IVR) interfaces: localisation for low literacy users*. In Proceedings of Computers and Advanced Technology in Education (p. 8). St Thomas.
33. Gestwick, P. y B. Mcely. 2013. *A case study of a five-step design thinking process in educational museum game design*. Recuperado de http://meaningfulplay.msu.edu/proceedings2012/mp2012_submission_37.pdf
34. Gultsch, D. 2015. *Conversations: the very last word in instant messaging*. Recuperado el 17 de octubre de 2015, de <http://conversations.im/>
35. Haji, H.; H. Suleman y U. Rivett. 2015. *Development of a mobile image-based reminder application to support tuberculosis treatment in Africa*. International Journal of Medical, Health, Biomedical, Bioengineering and Pharmaceutical Engineering, 9(8), 522-529.
36. Herrera, J. 2012. *Nuevas tendencias en comunicación*. 2da ed. Madrid: ESIC.

37. Hita, A. 2013. *El problema de desplegar redes ad-hoc en Android OS: ¿rootear el dispositivo?* Recuperado el 17 de octubre de 2015, de <https://borrowbits.com/2013/08/el-problema-de-desplegar-redes-ad-hoc-en-android-os/>
38. Hospital Roosevelt. 2015. *Hospital Roosevelt Gobierno de Guatemala*. Recuperado el 16 de septiembre de 2015, de <http://www.hospitalroosevelt.gob.gt/hr/>
39. Hospital San Juan de Dios. 2015. *Hospital General San Juan de Dios*. Recuperado el 16 de septiembre de 2015, de http://www.hospitalsanjuandediosguatemala.com/pages/inicio.php#.Vfnh0_1_0ko
40. Hylton, A. y S. Sankaranarayanan. 2012. *Application of intelligent agents in hospital appointment scheduling system*. Recuperado de <http://ijcte.org/papers/545-A102.pdf>
41. IDEO's Attributions. 2012. *Design thinking for educators*, segunda ed. IDEO.
42. Ignite Realtime. 2015. *Ignite Realtime: Openfire server*. Recuperado el 17 de octubre de 2015, de <http://www.igniterealtime.org/projects/openfire/index.jsp>
43. Instituto Nacional de Estadística. 2012. *Proyecciones de INE al 30 de julio del 2012*. Recuperado de <http://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/02/26/5eTCcF1HErnaNVeUmm3iabXHaKgXtw0C.pdf>
44. InSTEDD. 2015. *Verboice*. Recuperado de <http://verboice.instedd.org/>
45. ISSSTE. 2005. *Sistema de cita médica telefónica e internet*. Recuperado de <http://189.254.143.89/issste/comun/home.aspx>
46. Huckvale; et al. 2015. *Unaddressed privacy risks in accredited health and wellness apps: a cross-sectional systematic assessment*. BMC Medicine, 13(1), 214. <http://doi.org/10.1186/s12916-015-0444-y>
47. Kuo, S.; B. Lee y W. Tian. 2006. *Real-time digital signal processing: implementations and applications*. Segunda edición. West Sussex: John Wiley & Sons.
48. Management Study Guide. 2013. *Components of communication process*. Recuperado de <http://www.managementstudyguide.com/components-of-communication-process.htm>
49. Marinho, R.; U. Menegato y R. Oliveira. 2015. *Mobile Devices Routing Using Wi-Fi Direct Technology*. The Eleventh Advanced International Conference on Telecommunications, 11, 83-89. Recuperado de https://www.thinkmind.org/download.php?articleid=aict_2015_5_20_10110

50. Martinez; *et al.* 2015. *TulaSalud: An m-health system for maternal and infant mortality reduction in Guatemala*. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 21(5), 283-291. <http://doi.org/10.1177/1357633X15575830>
51. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. 2013. *Auditoría financiera: Hospital Infantil de Infectología y Rehabilitación*. Recuperado el 07 de julio de 2015, de [http://www.mspas.gob.gt/libreacceso/images/stories/datos/2013/ABRIL%20UIP%202013/Art.%2010%20numeral%2023.%20Auditor%C3%ADas%20realizadas/CUA-22622%20\(Hospital%20Infantil%20e%20Infectolog%C3%ADa\).pdf](http://www.mspas.gob.gt/libreacceso/images/stories/datos/2013/ABRIL%20UIP%202013/Art.%2010%20numeral%2023.%20Auditor%C3%ADas%20realizadas/CUA-22622%20(Hospital%20Infantil%20e%20Infectolog%C3%ADa).pdf)
52. Moeller, M. y J. Bort. 1993. *VM gets the message*. *Communications international*, 20, 14-15.
53. MyVoipApp. 2015. *MSS automatic attendant service document*. Recuperado de url http://www.myvoipapp.com/docs/mss_services/auto_attendant/index.html
54. Narváez, G. y D. Narváez. 2001. *Indice de masa corporal (IMC) nueva visión y perspectivas*. http://www.saludmed.com/LabFisio/PDF/LAB_I23-Indice_Masa_Corporal.pdf
55. Neuenschwander, M.; *et al.* 2003 *Practical guide to bar coding for patient medication safety*. *Am J Health-Syst Pharm*. Vol 60. Recuperado de <http://www.hospitalrx.com/pdf/PracticalGuideAJHP.pdf>
56. Nist. 2014. *Framework for improving critical infrastructure cybersecurity*, 39. Recuperado de <http://www.nist.gov/cyberframework/upload/cybersecurity-framework-021214.pdf>
57. Noar, S. y N. Harrington. 2012. *eHealth applications promising strategies for behavior change*. New York: Routledge.
58. Okunev, I. 2015. *XVB - VirtualPBX*. Recuperado de url <http://virtual-pbx.ru/en/main.html>
59. Organización Mundial de la Salud. 2014. *Patrones de crecimiento infantil*. Recuperado de <http://www.who.int/childgrowth/standards/es/>
60. OpenMRS. 2015. *OpenMRS* Recuperado de <http://openmrs.org>
61. Piette.; *et al.* 2013. *Spanish-speaking patient's engagement in interactive voice response (IVR) support calls for chronic disease self-management: data from three countries*. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 19(2), 89-94. <http://doi.org/10.1177/1357633X13476234>
62. Razzouk, R. y V. Shute. 2013. *What Is design thinking and why is it important?*. Recuperado de <http://myweb.fsu.edu/vshute/pdf/designthinking.pdf>

63. Ríos, L. 2004. *Sensores de ultrasonido usados en robótica móvil para la medición de distancias*. Scientia et Technica, 273(25), 35-40. <http://200.21.217.140/index.php/revistaciencia/article/download/7183/4207>
64. Rodríguez; *et al.* 2011. *A communication infrastructure to ease the development of mobile collaborative applications*. Journal of Network and Computer Applications, 34(6), 1883-1893. <http://doi.org/10.1016/j.jnca.2010.12.014>
65. Rodríguez; *et al.* 2012. *High level MANET protocol: Enhancing the communication support for mobile collaborative work*. Journal of Network and Computer Applications, 35(1), 145-155. <http://doi.org/10.1016/j.jnca.2011.02.006>
66. Saint-Andre; *et al.* 2009. *XMPP : The definitive guide*. Sebastopol: O'Reilly.
67. Salus. 2013. *Salus: Software para hospitales y clínicas*. Recuperado de <http://www.softwaresalus.com/DefaultSalus.aspx>
68. Santizo, J. 2010. *Implementación y adopción de la firma electrónica en Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
69. Scholl; *et al.* 2008. *An introductory resource guide for implementing the health insurance portability and accountability act (HIPAA) security rule*, (October). Recuperado de <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-66-Rev1/SP-800-66-Revision1.pdf>
70. Schwab, K. 2014. *Global competitiveness report*. Recuperado de http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2014-15.pdf
71. Serval. 2013. *The serval project*. Recuperado el 17 de octubre de 2015, de <http://www.servalproject.org/>
72. Stair, R. y G. Reynolds. 2015. *Principles of information systems*. 12va ed. Boston: Cengage Learning.
73. Stead, W. y H. Lin. 2009. *Computational technology for effective health care: immediate steps and strategic directions*. The National Academies Press. Recuperado de https://www.nlm.nih.gov/pubs/reports/comptech_2009.pdf
74. Stephen, J. 2005. *Ampliación y remodelación de la consulta externa de adultos del Hospital Roosevelt*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado el 16 de septiembre de 2015, de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_1337.pdf
75. Superintendencia de Telecomunicaciones. 2013. *Situación de la telefonía en Guatemala*.

76. Swiss Tropical and Public Health Institute. 2015. *eHealth toolbox*. Recuperado de <http://www.swisstph.ch/services/ehealth/ehealth-toolbox.html>
77. Sztrik, J. 2014. *Basic queueing theory* Universidad de Debrecen. Recuperado de http://irh.inf.unideb.hu/~jsztrik/education/16/SOR_Main_Angol.pdf
78. TechTimes. 2015. *Apple HealthKit App launching in top US hospitals*. Recuperado de <http://www.techtimes.com/articles/31049/20150205/apple-healthkit-app-launching-in-top-us-hospitals.htm>
79. Tønnesen, A. 2004. *Implementing and extending the Optimized Link State Routing Protocol*. Oslo: University of Oslo. Recuperado de <http://www.olsr.org/docs/report.pdf>
80. Trisby, F.; K. Holley e I. Harris. 2010. *Short Message Service(SMS) the creation of personal global text messaging*. Vasa. West Sussex: John Wiley & Sons. Recuperado de <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>
81. Unicef. 2012. *Evaluación del crecimiento de niños y niñas*. (Primera Ed). Salta: Unicef.
82. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2014. *Evaluación de un medidor electrónico antropométrico básico para niños mayores a 6 años que automatice la lectura y registro de datos*. Recuperado de <http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puicb/INF-2013-21.pdf>
83. Veeraraghavan, P. y V. Limaye. 2007. *Security threats in mobile AdHoc networks*. 2007 IEEE International Conference on Telecommunications and Malaysia International Conference on Communications, 1, 1-22. Recuperado de <http://eprints.whiterose.ac.uk/46064/>
84. Verizon. 2015. *2015 Data breach investigations report*. Information Security, 1-70. Recuperado de <http://www.verizonenterprise.com/DBIR/2015/>
85. Virji; et al. 2006. *Use of email in a family practice setting: opportunities and challenges in patient- and physician-initiated communication*. BMC Medicine, 4(1), 18. <http://doi.org/10.1186/1741-7015-4-18>
86. Visionstate. 2013. *WANDA restroom management*. Recuperado de <http://visionstate.com/wanda/>
87. Voip. 2015. *What is VOIP*. Recuperado de <http://www.voip-info.org/wiki/view/What+is+VOIP>
88. Weerawarana, S. y J. Weeratunga. 2004. *Open source in developing countries*. Recuperado de <http://www.eldis.org/fulltext/opensource.pdf>

89. Weldon; *et al.* 2014. *Abstract A84: Do patient follow-up improvements, at hospitals caring for medically underserved patients, impact no-show rates.* *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, 23(11 Supplement), A84-A84. <http://doi.org/10.1158/1538-7755.DIS13-A84>
90. Wijewickrama , A. y S. Soemon. 2008. *Outpatient appointment scheduling in a multi facility system.* Recuperado de <http://www.informs-sim.org/wsc08papers/191.pdf>
91. Witten, I. y P. Madams. 1977. *The telephone enquiry service: a man-machine system using synthetic speech.* *International Journal of Man-Machine Studies*, 9, 449-64.
92. Witter; *et al.* 2001. *The effect of computer generated appointment reminders on compliance with clinic appointments.* *The Internet Journal of Healthcare Administration*, 8(2), 1-5. Recuperado de <http://ispub.com/IJHCA/8/2/10328#>
93. World Health Organization. 2007. *Patient identifier.* Recuperado de <http://www.who.int/patientsafety/solutions/patientsafety/PS-Solution2.pdf>
94. Yarberry, W. 2002. *Interactive voice response.* In *computer telephony integration*. 2nd ed., pp. 79-89. Boca Ratón: CRC Press.
95. Yetisen; *et al.* 2014. *The regulation of mobile medical applications.* *Lab on a Chip*, 14(5), 833. <http://doi.org/10.1039/c3lc51235e>

12 Anexos

12.1. Entrevistas semi-estructuradas basadas en el brief del estudio

Introducción del entrevistador :

- Diga quién es y por qué está allí.
- Qué rol juega el entrevistado
- Explicar: “voy a hacer preguntas redundantes y muchos porqués”.
- Preguntar si se puede grabar; ¿cómo puedo llamarlo?
- Tiempo aproximado

Preguntas generales : Preguntas sencillas para conocer al entrevistado.

- ¿Edad?
- ¿Para qué viene al hospital?
- (Si es trabajador) ¿Cuáles son sus actividades principales?
- (Si es paciente) ¿A qué se dedica?
- ¿Cada cuánto tiempo viene?
- ¿Cuánto tiempo pasa en el hospital?
- ¿A quién conoce / con quién se relaciona (en el hospital)?
- ¿Qué artefactos del hospital utiliza más? (e. g. computadoras, aparatos especializados, clipboards)
- ¿Cómo utiliza la tecnología (smartphone, laptop...) para realizar su trabajo?

Preguntas específicas : Preguntas para iniciar una conversación y obtener historias del tema.

Entrevista médico :

- ¿Para el médico es relevante quién le proporcione la información del paciente?
- ¿Cuál es su experiencia atendiendo a pacientes, qué se la hace fácil/difícil?
- ¿Alguna vez ha perdido información del paciente? Anécdota (?).
- ¿Cómo utiliza/no utiliza los recursos tecnológicos conforme va atendiendo el paciente?

- ¿Cómo utiliza la tecnología (smartphone, laptop...) para realizar su trabajo?
- ¿Qué tipo de tecnología prefiere?
- ¿Cómo maneja el procedimiento médico?

Entrevista enfermera/o :

- ¿Qué actividades realiza durante el día?
- ¿Utiliza algún programa o aparato para realizar una tarea o proceso?
- ¿Cuál ha sido su experiencia utilizando los aparatos?
- ¿Qué tareas se le dificultan? ¿Cree que hay algo que pueda hacer para mejorarlas?
- ¿Podría contarme si alguna vez ha tenido un problema con un paciente? ¿Por qué?

Entrevista paciente :

- ¿Normalmente viene acompañado al hospital? ¿Con quién? ¿Por qué?
- ¿Cómo cree que podría mejorar la atención en el hospital?
- ¿Cada cuánto acude a cita?
- ¿Cuál es el tiempo que tardan en atenderle? (Podría contarme su experiencia en el hospital desde que llega hasta que se retira...)
- ¿Qué hace para recordar sobre sus citas?
- ¿Qué hace para recordarse de los exámenes?
- ¿Qué pasa cuando pierde una cita?
- ¿Qué pasa si pierde algún papel? papel (carnet, examen, receta, resultados médicos..).

Entrevista encargado paciente :

- ¿Qué hace mientras espera al paciente?
- ¿Cuál es su relación con el paciente?
- ¿Cómo cree que podría mejorar la atención en el hospital?
- ¿Qué información le gustaría que le brindaran?
- ¿Cómo le gustaría que le transmitieran la información? ¿Cómo le transmiten las noticias buenas/malas?

Entrevista administrativo [archivo, farmacia e informática]:

- ¿Qué actividades realiza para el hospital?
- ¿Qué procesos son necesarios para realizarlas?
- ¿Con qué áreas del hospital se relaciona más? ¿Por qué?
- ¿Qué dificultades encuentra al momento de realizar su trabajo?
- ¿Cómo mantiene control de lo que realiza?

12.2. Plantilla utilizada para la codificación de las entrevistas semi-estructuradas

Se coloca la foto o imagen del rol	Se coloca la foto o imagen del rol
Observación, Cita o Historia Texto va aquí - Debe ser lo más preciso y descriptivo posible. No se debe parafrasear.	Observación, Cita o Historia Texto va aquí - Debe ser lo más preciso y descriptivo posible. No se debe parafrasear.
Significado Posible Lo que la observación podría significar o información sobre el contexto que no se muestra.	Significado Posible Lo que la observación podría significar o información sobre el contexto que no se muestra.

12.3. Codificación de las entrevistas semi-estructuradas

Entrevista médico :

- Casi el 80 % nos dedicamos a lo asistencial, y en períodos de baja demanda [...] 50 % asistencial, 50 % administrativo
- Si hay algún médico que tuvo una emergencia [...] nosotros nos encargamos de eso
- Como hay comunicación entre médicos[...] nos avisamos que ocurrió eso [un paciente que fue a una clínica que no le correspondía]
- Nosotros esperamos un tiempo [a que aparezca el expediente] [...] y si vemos que no aparece, solventamos la situación atendiéndolo [...] y haciendo una nota que se agrega al expediente
- [Estas notas] las administra admisión

- Pre-clasificación pasa a admisión [...] pero es un paso muerto [porque se tienen igual que dar el número de la clínica]. [...] Además [nosotros nos volvemos preclasificadores [cuando el paciente se envía a una clínica errónea]
- [La solución ante la asignación errónea] se logró con más presencia en el proceso
- Cuando no teníamos el sistema de cómputo, separábamos [las clínicas] por colores
- Como hace el paso de enfermería a admisión y de admisión a enfermería, [...] ahí se traslapan los papeles
- [Nos decían que íbamos a] tener cada doctor su computadora, y estar todo en línea
- Íbamos a tener nuestras hojas con los pacientes asignados, ya con el nombre, la edad, [etc]
- Todo [el registro de datos del paciente] lo hacemos a mano
- Para enviarlo, por ejemplo, a cirugía, hacemos las famosas hojas interconsulta. [...] Anotamos el problema médico, con qué médico va referido [etc]
- Recurso es lo que necesitamos, pero eso es lo que no hay
- En cirugía [por ejemplo] no se cuenta [con el expediente] un 10% de los casos, pero es importante
- Enviamos [a los pacientes] a psicología, a nutrición, a terapia del lenguaje
- Los doctores decían que el hospital debía de dárselos [el estetoscopio]. Cuando vieron que en serio no se los iban a dar, es que comenzaron a traerlo
- [En el IGSS] el médico trabaja en su computadora todos los diagnósticos [...] e imprime la hoja que luego se le agrega al expediente
- Idealmente, [nos convendría mucho] estar en red con el laboratorio
- Nosotros llenamos [la hoja que dice] el laboratorio que necesita, se lo damos al paciente, él va a enfermería [...]
- El paciente viene el día que le diga enfermería [a su laboratorio]. [...] Hay laboratorios que duran hasta 8 días. Generalmente se entregan al 4to día.
- [El paciente tiene que iniciar otros procesos, como] cuando tiene que hacer su consulta a otra especialidad
- Si [el resultado del laboratorio] no sale con la firma de él [el químico-biólogo], no sale del laboratorio porque es la garantía
- [Para] la prueba de hepatitis [...] acumulan a varios pacientes y les aplican la prueba [...] porque no pueden abrir un kit [de prueba] para cada paciente

- Cada visita que viene el paciente se le pesa y se le talla. A menos que tenga menos de un mes de haber venido. [Pero por alguna enfermedad, como desnutrición o diarrea] se hace más frecuente
- Cirugía no necesita pesar al paciente [cuando viene de Pediatría o alguna otra clínica] porque ya viene el peso en la hoja de consulta
- Enfermería es el encargado de medir y pesar, tomar los signos vitales y distribuir los pacientes a las diferentes clínicas
- Compaginar el expediente con el carnet es deber de admisión
- Debería haber 1 enfermera por clínica, pero debido a falta de recursos, hay 1 para todas las clínicas
- Si el paciente necesita una inyección [...], una nebulización [...] o ser ingresado a emergencias, llenamos una hojita de orden y nos comunicamos con enfermería
- [El papel lo usan para pedir firmas durante los procesos] o para hacer notas para los padres, para la escuela
- El equipo de cómputo no me supliría realmente el expediente [...] pero si es un equipo seguro, podemos obviar el expediente
- Como es un hospital público, no hay computadora. Todo se hace en papel.
- La diferencia entre uno [el hospital público] y el otro [el privado] es el factor económico.
- Los de enfermería son los que se encargan de todo sobre la información del paciente.
- Un caso un poco más complicado es si llega un paciente que tuvo un accidente en moto y tiene un hueso fracturado y expuesto al medio ambiente (Cada dolencia tiene una prioridad).
- [Existen] accidentes colectivos, en el cual, ponle, una camioneta se va por un barranco y llegan pacientes con amputación de manos, de piernas, inconscientes, traumatizados.
- Soy traumatólogo y cirujano. Mi primera actividad ha sido siempre las actividades con los pacientes.
- En la tarde/noche la gente “mágicamente” se enferma más que durante el día.
- O [los pacientes] aguantan el dolor durante el día a ver si se les quita, pero al ver que no [...] se llegan al hospital.
- Hay un médico general ahí cerca en la puerta que clasifica a los pacientes y ya los envía con el traumatólogo, pediatra, ginecólogo, [etc] que está ahí a cargo.
- Yo me encargo de los pacientes que aparentemente están estables.

- [La clasificación el médico general no ha dado problemas porque] uno ya sabe que lo está viendo un médico general (La clasificación del médico general tranquiliza a los especialistas y les permite mantener el orden).
- Yo hago turnos cada cinco días, de 4 de la tarde a las 8 de la mañana, al día siguiente.
- Yo no me he dado cuenta [si se traspapelan las cosas] porque es una cuestión administrativa (A nivel de los doctores, no se pierde el orden de las cosas).
- Ellos [enfermería] toman el documento numerado y el nombre de uno como doctor, y luego lo van archivando.
- El manejo del expediente solo se hace en consulta externa (Emergencias no maneja expediente médico).
- [El diagnóstico lo registran] en un libro de actas que tienen ahí.
- El médico general tiene una hoja en la que le vuelve a tomar los datos principales (nombre, edad, dirección y por qué acude) y tiene un número con el cual corroboran los datos que él dio al principio.
- La comunicación es hablada nada más.
- Tenemos celular y opciones [para comunicarlos por medio de él, como] usar el WhatsApp [...] para consultarle a algún médico si este no se encuentra.
- [La comunicación con enfermería se hace exclusivamente] oral, o por escrito usando la historia clínica.
- Desafortunadamente, enfermería no cuenta con WhatsApp o con smartphones, así que tenemos problemas para comunicarnos con ellos (la disparidad tecnológica, no solo la ausencia, pueden causar falta de comunicación).
- [Del momento en que se le toman los datos hasta que lo atiende un médico especialista] pasan dos minutos... tal vez tres.
- [La primera vez que viene] el paciente va a un lugar en el que le toman su nombre, su edad, su dirección, su teléfono de referencia.
- El doctor general es el que ve todo [de la toma de datos del paciente].
- [Cuando el paciente] no puede dar sus datos, se registra como “XX”, hasta que aparezca un familiar o alguien responsable y esa persona nos da los datos de él.
- Regularmente no [he tenido que cambiar el diagnóstico del médico general]. [Él] está capacitado para hacer un buen diagnóstico.
- Solamente con enfermería nos comunicamos.

- En el hospital hay un cirujano general, hay pediatras, ginecólogos [...] cada quien tiene un grupo determinado de pacientes.
- El médico general me lo manda [el paciente] a mí, y entonces yo lo vuelvo a entrevistar, lo vuelvo a revisar y es cuando le doy el tratamiento apropiado.
- El personal de enfermería se encarga de recolectar los papeles cada cierto tiempo [y de mantener el orden].
- [Si se le tiene que dar ingreso a encamamiento] se hace una historia clínica que se debe de hacer, [...] y con una nota que nosotros hacemos [...] lo ingresan los de enfermería.
- Cuando necesito que un paciente sea yo quien lo atienda, le doy una nota con mi sello y firma para que en la próxima consulta pase directamente conmigo. No siempre sucede, entonces tengo que salir a recepción a pedir a dicho paciente.
- Es necesario contar con técnico encargado, que a partir de las mediciones de talla y peso determine el nivel de desnutrición del paciente. Anteriormente se tuvo y fue de gran ayuda, ya que actualmente se cuenta con un subregistro de índices altos, acerca de la no detección de niños con problemas de desnutrición [El médico quiere dejar plasmado la importancia de contar con una persona encargada de determinar desnutrición en los pacientes].
- Es un caos lo de los expedientes, los pacientes con enfermedades crónicas, en las visitas posteriores a pesar de que están citados con su nombre o número de registro, no está en su expediente. Entonces se pierde el historial, aunque uno recuerda a algunos, son cientos de pacientes. También pasa con los estudios de laboratorio.
- Las citas son uno de los problemas que se tienen ahí. Mucha gente cuando tiene enfermedad crónica pide que sea el mismo médico quien los evalúe. Por política del hospital ahora se tiene que cualquier médico sea quien los vea, pero, hay un problema menciona don Julio, no todos los colegas ven al paciente de la misma forma.
- Cuando un paciente viene por mucho tiempo, tal paciente se documenta; mientras que cuando el paciente solo viene por algo sencillo, no se debe realizar tal procedimiento. Pero actualmente sucede todo lo contrario, hay pacientes que tienen que venir por un largo período y a tales pacientes no se les documenta. Tengo que regresar al paciente y pedir que lo documenten.
- A veces cuando se documenta hay errores en los nombres, bueno aquí en Guatemala se usan nombres extranjeros que no son castellanos y cuando se escriben en la ficha, van mal escritos. Tengo que entonces preguntarles a los papás si el nombre está escrito correctamente. Si está mal, hay que regresar la documentación para que la corrijan.

- Don Julio dice que muchas veces hay que regresar al paciente para que recambien la información correcta o porque han tenido un error o porque hay que hacer en las citas.

Entrevista enfermera/o :

- Los artefactos que más utilizo son: computadora, teléfono, pesa y tallímetro. (Utiliza distintas tecnologías en su trabajo).
- Yo utilizo en este momento la computadora para pre clasificar a los niños con el sistema de INFHOS. Además la utilizo para realizar los informes semanales y mensuales de vacuna, ingresar a los niños en el programa de TB y quienes son los que tienen tratamiento anti fínico. ¡La computadora nos sirve para todos los programas de salud! (Utiliza la computadora en la mayor parte de su trabajo).
- Toda la información que ingresamos de los programas de salud de los pacientes, se realiza en tablas de Excel donde creamos nuestros propios formatos y cuadros. Me gustaría que hubiera un software especial donde pudiera ingresar solo los datos y que sea más fácil. Algo parecido al INFHOS, pero aplicado a todos los programas para tener un orden. (Desea una software para el ingreso de la información de programas de salud).
- Prefiero utilizar una computadora que algo como una tablet porque me resulta más difícil y las demás enfermas no tienen tanta práctica con la tecnología. (Prefiere una computadora que otra tecnología).
- Utilizamos el teléfono para comunicarnos con las otras disciplinas. Cuando necesitamos que los niños sean vistos por una psicóloga o trabajadora social, llamar para que nos suban algún expediente que nos haga falta o para pedir cita de los pacientes. (Para la comunicación en el hospital se utiliza el teléfono).
- Me gustaría que en cuanto a los expedientes se creará un chat donde pidiera un expediente y me lo bajarán. Sin tener necesidad de estar llamando. Solamente escribir por medio de la computadora, ver que ha llegado mi mensaje y que me han respondido. (Le gustaría otra forma de comunicación en el hospital más efectiva).
- Me gusta INFHOS porque lleva un orden correlativo y uno no se pierde. (Le gusta la forma en que está ordenado INFHOS).
- No todas las enfermeras pueden utilizar la computadora. Les cuesta bastante todavía, pero poco a poco ellas van integrándose y aprendiendo la forma en que se ingresan los datos. (Es necesario considerar la enseñanza de la forma en que se utilizará el nuevo software).
- Estamos dispuestas a aprender si se desarrolla nueva tecnología para el hospital. (No tienen problemas para la generación de nuevas tecnologías para el hospital).

- Los principales problemas que se dan es que hay veces en las que no aparece el expediente de un paciente. Si no se encuentra, entonces se crea un nuevo expediente. (Existen problemas con los expedientes de los pacientes).
- Sería bueno tener a una persona encargada de la computadora para no tener que estar desatendiendo al paciente cuando se van ingresando los datos. (Es necesario una persona específica para las cuestiones tecnológicas).
- A veces se traba el programa de INFHOS, pero creo que es normal. (INFHOS todavía presenta algunos problemas).
- Desde que entramos a las 7 de la mañana es de empezar a llamar a los pacientes, que ya fueron pre-clasificados a las 6. Porque hay personal que entra a las 6 de la mañana.
- Luego, del post control. Debemos verificar que las clínicas estén limpias y ordenadas, que todo esté en su orden. Que no se nos haya escapado ningún niño, sin que lo viera el médico. Porque a veces nos pasa que se traspapelan.
- Entonces, ya empezamos nosotros con el carnet y el expediente, con el número de la clínica y su turno, a llamar a los pacientes. Los tallamos y pesamos. Se buscan los resultados que tengan pendientes de los laboratorios y se adjuntan al expediente. Ya que se encuentra todo listo con el expediente, lo pasamos a la clínica.
- Si el número falló, ya nos venimos con el encargado de admisión. Si el paciente venía a una clínica, y por equivocación le pusieron cita en otra, entonces ya nos vamos a atención al usuario. Es una relación con todos.
- Nosotros no tenemos acceso a computadoras. Todo en la mente. Tenemos contacto sólo con el paciente. Sólo que haya un caso muy especial, por ejemplo una mamá que venga de lejos, que nos pida favor que le apartemos su número o que hablemos con el médico.
- A las 6 de la mañana entra el enfermero pre-graduado que es el que entra a clasificar, ya pre-clasificado el paciente, se va a consulta de admisión, allí le reciben el turno, que ya lleva el papelito con el turno asignado y la clínica que le corresponde, ya ellos buscan el expediente y no lo entregan a nosotros.
- Si es la balanza. Si son niños menores de dos años, se les tiene que quitar la ropa, porque en tiempo de frío vienen bien arropados.
- Yo voy apuntando en un papel y tengo una mi tabla para convertir en kilos, y ya lo anoto. Tengo el tallímetro, les digo que junten los pies pegados a la pared y lo medimos y son los centímetros que me van dando.
- Por la escasez de personal, es donde se nos recarga el trabajo. La verdad es que uno trata de sacarlos rápido para que el paciente esté rápido con el paciente.

- Mire cuando son nuevas, les cuesta ir convirtiendo. Yo porque ya tengo 3 años de estar aquí.
- De las 7 a las 9:30 atendemos entre 125 y 150 niños. Como se trata de hacer rápido el proceso de talla y peso, porque el médico se va a las 11:00. Si un niño no logra pasar, se tiene que quedar para la segunda jornada. En la segunda jornada, es más tranquilo.
- Pero para distribuirlos en la clínica, yo misma los voy a dejar. Para que el médico los llame. A veces uno confunde a los pacientes de clínica, porque la clínica 7 y 8 están a la par.
- Hay mamás que lo insultan a uno. Que yo vine a las 5 y no me han llamado. Que las voy a reportar. La mamá puede venir temprano, pero cuando no se le llama es porque el expediente no lo encuentran.
- La mamá trae una contraseña. Entonces allí tengo un numerito que allí me trae los resultados del laboratorio. Cuando la mamá viene a sacar los laboratorios allí le dan el papelito con la contraseña y la fecha.
- Que hubiera una pesa electrónica y nos sacara todo así. Pero como no hay, tenemos que hacer el proceso manual. El paciente no tendría que esperar tanto y lo pasan más rápido con el médico.
- A fin de mes tenemos que hacer un informe. A diario tenemos la fecha, cuántos se pesaron y tallaron. Esto está por especialidades. Después el jefe se encarga de pasar este papel a compu.

Entrevista encargado paciente :

- En este hospital me han atendido bien, porque en el Centro de Salud en Barcenás no. Por eso me vengo hasta acá.
- Si me toca perder la cita, tengo que volver a sacar una nueva en el hospital [Habla de lo que sucede cuando pierde una cita para una fecha específica].

Entrevista administrativo [archivo, farmacia e informática] :

- Mi experiencia es con las personas.
- Uno ve la necesidad que hay en Guatemala, y las personas de escasos recursos.
- Si viene de otro hospital, se hace el mismo procedimiento [y se le asigna un nuevo número].
- Vienen personas que no se saben su dirección, sí saben dónde viven, pero no su dirección exacta. Y esos no me los deja pasar el sistema.

- (¿Qué hacen en ese caso, si no tienen un dato?) Lo tienen que encontrar.
- Yo siento que sí, está bien [que el sistema exija que estén todos los datos]. A veces los médicos necesitan todos esos datos.
- Tienen que traer [los pacientes] fe de edad, para poder corroborar los datos.
- Digitalizar los expedientes involucra también lo que es un médico, que necesitaría también una máquina en su escritorio.
- Aquí se trabaja desde las 6 por la preclasificación. El problema es que se tarda un poco la subida del expediente [del archivo]. Se lo encargamos una hora antes para que cuando vengan los doctores a las 7:20 ya pueda ser atendido.
- La parte más lenta es el archivo.
- Normalmente el doctor escribe un diagnóstico hasta de último. No te va a atender y a la vez está escribiendo.
- Yo fui a unas clínicas de la zona 1 y el doctor que me atendió tenía una computadora ahí. Yo le contaba qué es lo que tenía y él lo escribía. Y luego imprimía las hojas.

12.4. Ideas de diseño generadas

¿Cómo validar la autenticidad del documento digital? :

- Patrones de signos vitales para corroborar al que accede.
- Mini-fotos del doctor redactando son los signos de puntuación.
- Acceso por ADN al PDF.
- Firma de ADN asociada al documento.
- Reconocimiento facial del doctor y paciente al ingresar.
- Reconocimiento por patrones de tecleo.
- Marca única ultrasecreta codificada, y lector de la misma.
- Huella especial en los documentos, como los billetes.
- Lector de firma (para documentos a mano).
- Verificador de firma digital a escrita.
- Identificador único con propiedades del documento generado.
- Tipografía idéntica a la letra del doctor.
- Lapicero único que solo el doctor puede usar.
- Código de barras por documento.
- Lector de huella digital.

¿Cómo automatizar la toma de datos? :

- Plantillas basada en datos comunes.
- El doctor escanea la huella digital de todos los pacientes a los que atiende.
- Sistema especial para las enfermeras.
- Sistema de enfermeras automatizado con lector de huellas.
- Minería de datos de los pacientes.
- Instrumentos inteligentes.
- Registro instantáneo de datos cada cierto tiempo (equipos automáticos).
- Doctor examina y padres/representantes meten datos.
- Balanza y pesa en la puerta.
- El paciente ingresa sus propios síntomas.
- Playera mágica con los signos.
- Toma de ciertos datos en la sala de espera.
- Escáner de cuerpo completo de pacientes.
- Graba lo que dice y lo transcribe.

¿Cómo es posible establecer comunicación formal, pero eficiente? :

- Monitoreo global del hospital.
- Teléfono convierte voz en comandos de computadora.
- Banda transportadora de papelería.
- Reloj-teléfono.
- Camillas que llevan al paciente automáticamente a dónde lo necesita.
- Mensajes de texto al paciente.
- OS que escucha en todo el hospital.
- App para comunicación rápida con las demás áreas.
- Registrar comandos hablados por tono de voz.
- Chat en el hospital.

¿Cómo es posible realizar los procesos y documentarlos de manera simultánea? :

- IVR con reconocimiento de voz para el doctor.
- Lector del rostro del paciente.

- Utilizar un dron que analiza el cuerpo del paciente.
- Formularios fáciles de llenar y de selección múltiple (para fácil escaneo).
- Lector de DPI para la primera consulta.
- Paciente inicia sus procesos en línea.
- Las puertas registran el tiempo en que se abren.
- Robot asistente que documenta.
- Cámara en la clínica que mira y registra todo.
- Instrumentos inteligentes.
- Instrumentos que ingresan directo las mediciones.
- Cada doctor tiene una computadora.
- Ingreso de los datos directo a la base de datos.

¿Cómo mantener al paciente involucrado en su evolución? :

- Siri contesta.
- Llamadas con la info de la cita anterior.
- Call center de información al paciente.
- Minipantallas en las sillas de la sala de espera, que funcionan con el carné.
- Hojas de evolución fáciles de entender para los pacientes.
- App de timer para que el cliente se haga las pruebas de laboratorio.
- Línea de tiempo con síntomas para consulta del paciente.
- Pantallas del doctor donde se muestra la evolución.
- Cuarto inteligente (máquina de tiempo muestra la evolución).
- Escuela de inducción a pacientes y encargados.
- El paciente puede ver su información en una app.
- Perfil del paciente en línea.
- Cuadro inteligente con información del hospital, para llevar a su casa.
- Calendario de visitas se imprime en el carnet.
- Copia del expediente para el paciente.
- Mensajes al paciente.

¿Cómo aprovechar el tiempo de espera de los pacientes? :

- División por síntomas comunes.

- Ejercicio y medición de signos vitales mientras hacen cola.
- Búsqueda de enfermedades prevalentes/recurrentes.
- Balance de cargas de paciente (línea de producción).
- Desayuno en el hospital.
- Hospitales-colegio.
- Llenar diagnóstico parcial.
- Medir y pesar de forma automática.
- Dibujo/diagramas sencillos de síntomas para llenar en la cola.
- Juego de cola.
- Encuestas en la cola.
- Videos educativos.
- Persona que entretiene.
- Juegos educativos.

¿Cómo darle los beneficios que ofrece la tecnología al expediente? :

- Expediente *as a Service*.
- Expediente Móvil.
- Expediente utilizado para realizar estadísticas o predicciones.
- Expediente inteligente (hace sugerencias).
- Expediente *read-only*.
- Expediente con módulos intercambiables.
- Expediente se comienza a crear en casa.
- Expedientes en cartuchos, lector especial.
- “Condensador” recibe varias hojas de papel y las convierte en una sola.
- Expediente en la nube.
- Cámara que enfoca los expediente y puede consultarse a distancia.
- Hojas del expediente codificadas.
- Teletransportadores hacia el expediente.

¿Cómo mantener los beneficios del papel al introducir tecnología? :

- Aplicación determina patrones y predice.

- Lector de braille portátil con los datos del paciente.
- Teclado de una sola mano en un guante (escribe en la aplicación con gestos).
- Proyector de escritura.
- Formularios voz-a-texto.
- Cápsulas para transportar recursos tecnológicos.
- Pantallas dinámicas (formularios fragmentados que se arman on-demand).
- Lentes graban en el sistema lo que se hace en papel.
- Lapicero con memoria.

¿Cómo dar nuevas funciones a los recursos existentes? :

- Los padres/representantes son los enfermeros.
- Encuestas en las filas, descuentos en medicinas a quienes las llenen.
- Controlar la compu con el celular.
- Camillas inteligentes que se mueven solas.
- Camillas balanza.
- Sillas balanza.
- Añadir nuevos módulos a sistemas existentes.
- Médicos-enfermeros.
- Preselección entre pacientes con síntomas similares.
- Paciente certificado en atención, trabaja a cambio de medicamentos.
- Almohadas desechables hechas con retazos de papel de desecho.

¿Cómo maximizar la eficacia de los recursos tecnológicos? :

- Arquitectura de terminal con switch de monitores.
- Proyector y pantalla gigante que proyecta todo.
- Virtualización de todo lo que se escribe.
- Itinerario de uso de computadoras.
- Diagnóstico como línea de producción.
- Presentación de peso y talla a doctores.
- Un solo digitador (rol).
- Digitador al centro, los doctores le gritan.

- Escaneo a computadora central.
- Pantalla gigante donde cada doctor ve lo que le interesa.
- Computadora móvil.

¿Cómo se puede mitigar la falta de personal usando tecnología? :

- Aspiradora inteligente.
- Auto cita.
- Código de barras para citas.
- Diagnóstico en tándem.
- Determinar clínica por medición de signos vitales.
- Autoservicio de medición de talla y peso.
- Laboratorios automatizados.
- Call center de doctores.
- Asignación de turnos por pantalla.
- Robot para la toma de datos en enfermería.
- Automatizar procedimientos post-revisión.
- Navaja suiza de instrumentos.
- Intercambio de mensajes entre médico y paciente.

¿Cómo aumentar la visibilidad para la gestión de recursos? :

- Detector de puertas abiertas y cerradas (cuartos ocupados/desocupados).
- Pulsera GPS y localización del personal.
- Entrada a cuartos requiere autorización de huellas digitales.
- Balanceador inteligente de cantidad de personal por clínica.
- Drones detectan personas disponibles y transportan recursos.
- Código de colores/patrones para ubicaciones de insumos.
- Doctores *as a Service* (rotativos entre los hospitales).
- Recursos del hospital en mesas con ruedas.
- Pizarra donde se marca la disponibilidad por clínica.
- Inventarios del almacén usan código de barras.
- Botones de emergencia para señalar la falta del personal.

- Cámaras que detectan empleados libres.
- Geolocalización del personal hospitalario.
- Botón personal de ocupado/desocupado.

¿Cómo mantener el expediente actualizado a lo largo del proceso? :

- Buzón de cambios afuera del archivo.
- “Pasaporte” del expediente.
- Alerta de actualización del expediente en la clínica.
- Código identificador único para cada hoja.
- Escaneo instantáneo de nuevas hojas para el expediente.
- Ductos desde cada clínica hacia el expediente.
- Expediente inteligente: detecta cambios y los copia.
- Mayordomo de hospital busca el expediente.
- Imprimir del equipo al expediente.
- El carnet tiene el expediente.
- El paciente custodia el expediente.
- Expediente en la nube.
- Impresora de cambios imprime aviones de papel que caen directo al expediente.
- El expediente clínico no existe y se arma bajo demanda de un conjunto de dispositivos.

¿Qué se puede para unificar o comunicar los estándares de cada hospital? :

- Expediente de *milestones*, determinados de forma global.
- Detector de características comunes.
- Certificado en gestión hospitalaria estándar.
- Base de datos parametrizable por estándar.
- Expediente general.
- Carnet global para todos los hospitales.

12.5. Codificación de entrevistas realizadas en el Hospital San Juan de Dios

Enfermera No.1 :

- El expediente no está listo cuando los pacientes les toca su turno.

- Viene un médico y cada médico agarra un poco de expedientes, y los agarra en desorden. Entonces, resulta que a veces un médico es más rápido que otro.
- Por ejemplo, traumatología y reumatología, ellos deciden a quién atender.
- Se puede dar el caso en el que sólo hay un médico, entonces allí sí funcionarían los turnos.
- ¿Cómo determinar la fecha de la cita? el doctor pone en papel por ejemplo: 2 semanas o 1 semana. Depende de qué días viene el doctor.
- Las enfermeras les explican a veces cómo deben tomarse los medicamentos y dónde realizar los exámenes de laboratorio. Es como una post-consulta realizada por las enfermeras. El médico sólo les hace la orden de hacer un examen y la adjuntan al expediente. Pero, no le explican nada al paciente.
- Las enfermeras les expliquen a los pacientes y los escriben para que el digitador lo ingrese al sistema.
- Lo que sería ideal es que existiera una persona que entregara los exámenes del laboratorio a las clínicas. En lugar de que los pacientes los tuvieran que ir a buscar.
- Todas las indicaciones de las medicinas se las da el doctor en la receta médica.
- El mensaje de texto con el recordatorio del laboratorio sería bueno que fuera un día antes de la consulta.
- Las personas son de escasos recursos.
- IVR sí funcionaría o mensajes de texto, pero aplicaciones no, porque no poseen teléfonos inteligentes.
- Para confirmar una cita deberían enviar el recordatorio 2 días antes. Para los laboratorios también.
- El recordatorio de la medicina debe ser 2 horas antes de que lo tengan que tomar.

Enfermera No. 2 :

- Los turnos que sean por medio de las citas.
- Los turnos no funcionarían bien, porque las mamás se distraen hablando o atendiendo a los niños. Siempre buscan en el libro para encontrar la fecha para asignar la cita. En base al número de clínica y el doctor.
- Por ejemplo, si es para dermatología. El digitador busca y es difícil porque hay doctores que tienen libro y hay otros que no. Entonces, los que no tienen libro al azar estiman la semana en que podrían atenderlos.

- Los pacientes sí tienen teléfono, pero la mayoría no.
- El digitador pone la cita y tres o cuatro días con anticipación tiene que estar listo el expediente en el archivo. Es decir, con una semana de anticipación se debe conocer la fecha de la cita.
- A veces los padres llaman para decir que no van a venir. De unos 100 padres, 5 avisan que no van a llegar. Ocupan esos espacios para pacientes en emergencia.
- A veces se les llama si no se les va a poder atender.
- Unos 2 o 3 días antes de la cita deseamos saber si van a venir.
- Muchas personas utilizan el teléfono para poner alarmas de los medicamentos.
- Los mensajes de texto, hacen que las personas les llame más la atención.

12.6. Codificación de entrevistas realizadas en el Hospital Roosevelt

Doctora del área de consulta externa de pediatría :

- El archivo es manual. Una habitación grande con todos los expedientes. Para sacar algo del archivo, se les da con 24 horas de anticipación al encargado las nóminas de los pacientes que van a ser atendidos al siguiente día.
- Les urge un sistema de reportes que se pueda generar estadísticas a partir de los datos nutricionales de los pacientes. En las clínicas tienen 2 computadoras. La Dra. tiene 1 computadora, pero ninguna está en uso.
- Me urge la evolución clínica del paciente porque se da mucho la pérdida de datos y papeles que se adjuntan a los expedientes.
- El proceso de asignación de turnos todos tienen cita a las 6 de la mañana.
- Los tiempos de consulta dependen del tipo de consulta es el tiempo que se tardan. Donde hay estudiantes de pre-grado, ellos son los encargados de llamar a los pacientes cuando vienen y los evalúan. Después presentan sus datos al residente.
- Sólo tienen 1 hoja digitalizada. El carnet es generado en la oficina de admisión.
- Los pacientes a veces cuando tienen cita y de repente corren un feriado al siguiente día, su cita ya no es posible, entonces llegan al siguiente día, pero eso se hace un relajo porque ya se tenían a los pacientes de por ejemplo martes, y se juntan los pacientes del día lunes que hubo feriado. Para esto serviría mucho podernos comunicar con el paciente.

- Nómina de cirugía pediátrica: sólo atienden días martes y jueves. Conforme van viniendo se les asignan los turnos. La secretaria en media hora los clasifica.
- Mensajes de texto tal vez podrían ser por Internet.
- Podría haber un sistema para registrar a los que vienen por primera vez, ya que estos no tienen número de registro.

Doctor del área de cirugía pediátrica :

- Que el programa tirara la nómina que está citada para otro día para que la puedan imprimir y así la llevan a archivo.
- Que exista un programa que genere reportes estadísticos.
- La hora de las citas podría ser un buen horario calculado y el recordatorio mandárselos a todos a la misma hora.
- Nos interesa saber cuántos no atendieron su cita y a cuántas consultas no han venido.
- 48 horas antes debería ser la llamada de recordatorio para confirmar la cita.
- Las citas para operaciones o mejor dicho programación de estado de operaciones. Podrían organizarse de una mejor forma para que los pacientes vengan y se les pueda atender.

Secretaria :

- Los pacientes vienen con un papel que les dio el doctor con el número de semanas para la siguiente cita.
- Hay pacientes que vienen tarde y por eso ya no se les atiende, porque el de archivo ya no está dando expedientes.
- Para crear la cita del paciente, reviso la nómina a la que pertenece y reviso los espacios que están disponibles.
- Para cada área de consulta externa de pediatría, se tiene una hoja de nóminas.
- Las hojas de nóminas tienen los datos de la cantidad de pacientes que se atienden por día y el día de la cita.
- Sería bueno que se agregaran más datos a las nóminas como por ejemplo el número de teléfono para poder comunicarme con ellos.

12.7. Entrevistas sobre comunicación de pacientes

Preguntas generales :

1. ¿Qué tipo de teléfono móvil posee?

2. Cuando necesita información, ¿cómo la consigue?
3. ¿Cuál canal usa primariamente para comunicarse profesionalmente (con doctores, abogados, plomeros, etc)?
4. ¿Cuál canal usa primariamente para comunicarse con familia y amigos?
5. ¿Si recibe una llamada, suele atenderla?
6. Si no puede o quiere atenderla, ¿qué medio usa para responder (si lo hace)?
7. Si recibe un SMS, ¿qué medio usa para responder?
8. ¿Qué tan seguido utiliza el internet/se conecta a internet?
9. ¿Cuánto tiempo se tarda en llegar al hospital y regresar a casa?
10. ¿Para qué usa más su celular: SMS o llamadas?

Preguntas para teléfonos no inteligentes :

1. ¿Usa algún otro método de comunicación para su frijolito? ¿Cuál?

Preguntas para teléfonos inteligentes :

1. ¿Si le van a dar información prefiere llamada, mensaje o una aplicación con alarmas?
2. ¿Qué aplicaciones para comunicarse utiliza más en su smartphone?

Preguntas sobre acceso a internet :

1. ¿Qué tan seguido suele recibir información por correo electrónico?
2. ¿Suele usar su correo electrónico en suscripciones, foros, registro en páginas web, etc?
3. ¿Suele consultar las páginas web de los negocios que frecuenta?
4. ¿Tiene redes sociales? ¿Cuáles?
5. ¿Suele revisar las páginas de redes sociales de los negocios que frecuenta?

Preguntas sobre recordatorios de información :

1. ¿Qué hace para recordarse de una cita que ya tiene programada?
2. ¿Qué hace para recordarse de los exámenes que debe realizarse previo a una cita?
3. ¿Qué hace para recordarse de la medicina que debe tomar?

Preguntas sobre medios físicos de comunicación :

1. ¿Suele utilizar mucho el correo de casa?
2. ¿Qué medios de transporte usa?

3. ¿Cuál es su disponibilidad para salir de su casa y transportarse?
4. ¿Cuando necesita información de un negocio, suele comunicarse de alguna forma o prefiere ir al negocio a preguntar?